

UNILEÃO
CENTRO UNIVERSITÁRIO DOUTOR LEÃO SAMPAIO
GRADUAÇÃO EM ENFERMAGEM

ANA MARIA FURTADO ALVES

ENFERMAGEM E NEUROTECNOLOGIA: abordagem integrativa sobre o uso da
estimulação transcraniana em dores neuropáticas centrais

JUAZEIRO DO NORTE – CE
2025

ANA MARIA FURTADO ALVES

**ENFERMAGEM E NEUROTECNOLOGIA: abordagem integrativa sobre o uso da
estimulação transcraniana em dores neuropáticas centrais**

Monografia apresentada à coordenação do curso de graduação em enfermagem do Centro Universitário Dr. Leão Sampaio (UNILEÃO), como requisito para obtenção do grau de Bacharelado em Enfermagem.

Orientador: Prof. Esp. José Diogo Barros

ANA MARIA FURTADO ALVES

ENFERMAGEM E NEUROTECNOLOGIA: abordagem integrativa sobre o uso da
estimulação transcraniana em dores neuropáticas centrais

Monografia apresentada à coordenação do curso de graduação em enfermagem do Centro Universitário Dr. Leão Sampaio (UNILEÃO), como requisito para obtenção do grau de Bacharelado em Enfermagem.

Orientador: Prof. Esp. José Diogo Barros

Aprovado em: __/__/__

BANCA EXAMINADORA

Prof. Esp. José Diogo Barros
Centro Universitário Doutor Leão Sampaio
Orientador

Prof.^a Dra. Marlene Menezes de Sousa Teixeira
Centro Universitário Dr. Leão Sampaio
1º Examinadora

Prof. Esp. Cicero Rafael Lopes da Silva
Conselho Regional de Enfermagem - COREN
2º Examinador

DEDICATÓRIA

Dedico este estudo a Deus, por sua infinita misericórdia e glória, que me permitiram concluir o curso que tanto sonhei. Aos meus pais, que semearam sob o sol para que eu pudesse colher sob a luz do conhecimento. “Meus pais foram meus heróis, mesmo quando eu não entendia o significado de ser herói”. Cada amanhecer de luta, cada sacrifício silencioso e cada gesto de amor se transformaram na base da minha trajetória. Esta conquista não é apenas minha é o reflexo da força, da fé e do exemplo que sempre encontrei em vocês.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a **Deus**, por me conceder forças, fé e sabedoria para enfrentar cada etapa desta jornada e por guiar meus passos em todos os momentos.

Aos meus pais, minha eterna gratidão. À minha mãe, **Maria Aparecida**, exemplo de força, garra e coragem, agradeço por sempre estar ao meu lado. Ao meu pai, **Luiz Alves** (Louro), homem batalhador e guerreiro, agradeço por me ensinar o valor da humildade e persistência.

Aos meus irmãos, **Maria Alves, Luzivânia Alves, Luzimar Alves e Nilton Alves**, deixo minha sincera gratidão por todo amor, incentivo e apoio ao longo desta caminhada. Levo comigo o orgulho e o carinho de ter irmãos tão especiais, que sempre acreditaram em mim e torceram pela minha vitória. E aos demais familiares gratidão por tudo, e em especial aos meus padrinhos **Dilson Alves e Valdinha Furtado** por cada conselho e cada palavra de apoio durante a graduação. E ao meu cunhado **Lucimario Lemos** e minha irmã **Luzivânia Alves**, que foram como meus segundos pais, deixo minha imensa gratidão pelo carinho, atenção e apoio em todos os momentos. O amor e o cuidado de vocês foram essenciais para que eu tivesse forças e alcançasse mais esta conquista.

À turma 122, deixo minha profunda gratidão pelo acolhimento e pela convivência durante esta etapa da jornada. Levo os momentos vividos ao lado de cada um de vocês, que contribuíram para tornar essa caminhada mais significativa e inesquecível. Em especial agradeço aos meus colegas, **Nelson Medeiros, Heloysa Araújo, Josimar Silva, Cibele Santos, Any Beatriz Alves**, sou imensamente grata pelo companheirismo, pelo incentivo e por todo o apoio recebido nos momentos de maior necessidade. E que se tornaram meus melhores amigos da faculdade. Guardarei com carinho as lembranças e os laços construídos ao longo dessa caminhada.

Aos meus Amigos, deixo expressado minha eterna gratidão por sempre sanar minhas dúvidas, por me aconselharem e por sempre me apoiar. E dentre os meus amigos quero destacar: **Daniel Pinheiro, Sebastiana Oliveira, Mikaelly Alves, Maykonn Conrado, Ana Emilly Costa, Kauan Silva, Dayany Germano, Jardel Bastista, Patricia Alves e Leticia Angelo**, obrigada pelas palavras de incentivo que já me falaram, e por muitas vezes acreditarem mais na minha capacidade do que eu mesma.

Ao meu orientador, professor **Diogo Barros**, expressei minha mais sincera gratidão por toda dedicação, paciência e cuidado durante o desenvolvimento deste trabalho. Suas orientações foram essenciais para o meu aprendizado e para o amadurecimento desta pesquisa. Agradeço por cada palavra de incentivo, por compartilhar seus conhecimentos com generosidade e por

acreditar no meu potencial. Desejo que sua caminhada continue repleta de luz, sabedoria e conquistas, pois sua dedicação inspira e transforma vidas. Minha eterna gratidão e admiração.

E agradeço todos os meus professores da graduação, em especial a **Maryldes Lucena** que me ajudou em todos os momentos de dúvidas que surgia durante a graduação.

Agradeço com carinho à banca examinadora, composta pelos professores **Rafael Lopes e Marlene Menezes**, pela atenção, disponibilidade e pelas valiosas contribuições oferecidas a este trabalho. Sinto-me honrada por poder contar com profissionais tão competentes e generosos, que, com suas observações e sugestões, tornaram esta etapa ainda mais significativa para minha formação. Minha sincera gratidão pela dedicação e pelo cuidado com que avaliaram este estudo.

E, por fim, a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para essa conquista, deixo aqui o meu mais sincero agradecimento.

*“Se você não tivesse capacidade,
Deus não te daria a oportunidade.
Seus medos você já conhece,
experimente suas coragens”*

Santa Teresinha do Menino Jesus

RESUMO

As terapias não invasivas como Estimulação Magnética Transcraniana Repetitiva (rTMS) e a Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (tDCS), induzem estímulos elétricos ou magnéticos ao Sistema Nervoso Central, modulando a excitabilidade cortical e promovendo, em poucas sessões, redução da dor e melhora da qualidade de vida. O estudo teve como objetivo descrever com base na literatura científica, as evidências acerca da eficácia, segurança e implicações clínicas da estimulação elétrica e magnética transcraniana no manejo da dor neuropática central. Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, realizada a partir do diretório das bases de dados da Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), da Base de Dados em Enfermagem (BDENF), acessados por meio da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), bem como a Medical Literature Analysis and Retrieval System Online (MEDLINE), através da National Library of Medicine (PubMed), por meio do cruzamento dos Descritores em Ciência da Saúde (DeCS) e seus respectivos Medical Subject Headings (MeSH), a saber: Dor Neuropática (Neuropathic Pain) AND Estimulação magnética Transcraniana (Transcranial Magnetic Stimulation), Dor Central (Central Pain) AND Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (Transcranial direct current stimulation), Neuralgia (Neuralgia) AND Estimulação Magnética Transcraniana (Transcranial Magnetic Stimulation). Foram incluídos artigos originais, disponíveis na íntegra e publicados entre janeiro de 2020 a julho de 2025. A amostra final foi composta por 06 artigos internacionais, foram excluídos 1.212. A pesquisa destacou a neurotecnologia com foco no uso da estimulação transcraniana em dores neuropáticas centrais. Os resultados evidenciaram que as terapias de neuromodulação não invasiva, como a (rTMS) e a (tDCS), representam intervenções eficazes, seguras e clinicamente aplicáveis no manejo da dor neuropática central. Contudo, a literatura destaca a necessidade de padronização dos parâmetros de estimulação. O desenvolvimento deste trabalho apresentou desafios relevantes, como a escassez de artigos. O estudo reforça também que a aplicação das terapias de neuromodulação demanda capacitação técnica adequada, atuação multiprofissional integrada e protocolos padronizados, garantindo eficácia clínica e segurança ao paciente.

Palavras-chave: Dor Central. Neuralgia. Estimulação Magnética Transcraniana. Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua. Dor Neuropática.

ABSTRACT

Non-invasive therapies such as Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation (rTMS) and Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) induce electrical or magnetic stimuli to the Central Nervous System, modulating cortical excitability and promoting, in some sessions, pain reduction and improved quality of life. This study aimed to describe, based on the scientific literature, the evidence regarding the efficacy, safety, and clinical implications of transcranial electrical and magnetic stimulation in the management of central neuropathic pain. This is an integrative literature review, conducted using data from the Latin American and Caribbean Health Sciences Literature (LILACS) and Nursing Database (BDENF) databases, accessed through the Virtual Health Library (VHL), as well as the Medical Literature Analysis and Retrieval System Online (MEDLINE) through the National Library of Medicine (PubMed), by cross-referencing the Health Sciences Descriptors (DeCS) and their Medical Subject Descriptions (MeSH), namely: Neuropathic Pain (Neuropathic Pain) AND Transcranial Magnetic Stimulation (Transcranial Magnetic Stimulation), Central Pain (Central Pain) AND Transcranial Direct Current Stimulation (Transcranial Direct Current Stimulation), Neuralgia (Neuralgia) AND Transcranial Magnetic Stimulation (Transcranial Magnetic Stimulation). Original articles, available in full text and published between January 2020 and July 2025, were included. The final sample consisted of 6 international articles; 1,212 were excluded. One study highlighted neurotechnology focusing on the use of transcranial stimulation in central neuropathic pain. The results showed that non-invasive neuromodulation therapies, such as transcranial magnetic stimulation (TMS) and tDCS, represent effective, safe, and clinically applicable procedures in the management of central neuropathic pain. However, the literature highlights the need for standardization of stimulation parameters. The development of this work presented significant challenges, such as the scarcity of articles. The study also reinforces that the application of neuromodulation therapies requires adequate technical training, integrated multidisciplinary action, and standardized protocols, ensuring clinical efficacy and patient safety.

Keywords: Central pain. Neuralgia. Transcranial Magnetic Stimulation. Transcranial Direct Current Stimulation. Neuropathic pain.

LISTA DE ABREVIACÕES E SIGLAS

AVC	Acidente Vascular Cerebral
ANPD	Autoridade Nacional de Proteção de Dados
BVS	Biblioteca Virtual de Saúde
BCI	Interface Cérebro-Computador
BDENF	Base de Dados em Enfermagem
CE	Ceará
COREN	Conselho Regional de Enfermagem
CEA	Comissão de Energia Atômica
DESC	Descritores em Ciência de Saúde
DNC	Dor Neuropática Central
ECT	Eletroconvulsoterapia
EET	Estimulação Elétrica Transcraniana
EMT	Estimulação Magnética Transcraniana
VAS	Escala Visual Analógica
ETCA	Estimulação Transcraniana por Corrente Alternada
GABA	Ácido gama-aminobutírico
TDCS	Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua
IASP	Associação Internacional para o Estudo da Dor
L2	Segunda Vértebra Lombar
LME	Lesão Medular Espinhal
LILACS	Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde
MESH	Medical Subject Headings
MEDLINE	Medical Literature Analysis and Retrieval System Online
M1	Motor Primário
ME	Mestre
NMNI	Neuromodulação Não Invasiva
PICS	Práticas Integrativas e Complementares em Saúde
PNPIC	Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares
PROF	Professor
PE	Pernambuco
PUBMED	Banco de Dados da Literatura Médica Pública/Editora

PRISMA	Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses
RIL	Revisão Integrativa de Literatura
RTMS	Estimulação Magnética Transcraniana Repetitiva
SAE	Sistematização da Assistência de Enfermagem
SNA	Sistema Nervoso Autônomo
SNC	Sistema Nervoso Central
SNP	Sistema Nervoso Periférico
SNS	Sistema Nervoso Somático
SP	São Paulo
S2	Somatossensorial Secundário
TCC I	Trabalho de Conclusão de Curso
TEAV	Estimulação Transcutânea Auricular Vagal
UNILEÃO	Centro Universitário Doutor Leão Sampaio

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Ilustração de uma Ressonância Magnética do Cérebro na França.....	17
Quadro 1. Etapas Fundamentais da RIL. Juazeiro do Norte - Ceará, Brasil. 2025.....	26
Quadro 2. Estratégia de Busca dos Artigos.....	28
Figura 2 - Reabilitação Neurológica de Alta Tecnologia.	21
Figura 3 - Estimulação Magnética Transcraniana.	22
Figura 4 - Fluxograma do processo de seleção dos estudos com base nos critérios de inclusão e exclusão. Juazeiro do Norte, Ceará, Brasil. 2025.	31
Quadro 3. Caracterização dos artigos incluídos na RIL.....	32
Quadro 4. Síntese dos objetivos/método e dos principais resultados.....	34

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVO GERAL	16
3. REVISÃO DE LITERATURA	17
3.1 SISTEMA NERVOSO CENTRAL: ESTRUTURA E FUNÇÃO	17
3.2 NEUROTECNOLOGIA APLICADA À SAÚDE:	20
3.3 ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA: FUNDAMENTOS E APLICAÇÕES	20
3.4 ATUAÇÃO DO ENFERMEIRO NAS NEUROTECNOLOGIAS FRENTE A DORES NEUROPÁTICAS:	22
4 METODOLOGIA	25
4.1 TIPO DE PESQUISA	25
4.2 IDENTIFICAÇÃO DA QUESTÃO NORTEADORA	26
4.3 PERÍODO DE COLETA	26
4.4 BASE DE DADOS PARA A BUSCA.....	27
4.5 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO DA AMOSTRA	28
4.6 ANÁLISE, ORGANIZAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS	28
4.7 ASPECTOS ÉTICOS E LEGAIS DA PESQUISA	30
5 RESULTADOS	31
6 DISCUSSÃO	38
6.1 APLICAÇÃO DA NEUROESTIMULAÇÃO NOS CASOS DE DORES CENTRAIS.	38
6.2 EFICÁCIA CLÍNICA DA NEUROMODULAÇÃO NOS CASOS DE DORES NEUROPÁTICAS CENTRAIS	41
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	47

1. INTRODUÇÃO

Em 1979, a Associação Internacional para o Estudo da Dor (IASP) definiu a dor como “uma experiência sensitiva e emocional desagradável associada a uma lesão tecidual real ou potencial, ou descrita nos termos de tal lesão”. Este conceito foi aplicado internacionalmente por vários anos, até que em 2020, uma atualização trouxe uma redefinição para a dor bastante significativa, sendo então entendida como: “uma experiência sensitiva e emocional desagradável associada, ou semelhante àquela associada, a uma lesão tecidual real ou potencial”. Tal atualização reconhece que a dor pode ocorrer mesmo na ausência de uma lesão tecidual evidente, sendo também considerada uma experiência pessoal, cuja expressão pode variar de acordo com diversos fatores como: culturais e individuais (Desantana *et al.*, 2020).

Neuropatias centrais são condições resultantes de lesões ou doenças que ocorrem em áreas do Sistema Nervoso Central (SNC). Essas disfunções podem gerar comprometimento das funções cognitivas, motoras e/ou sensoriais. São alguns exemplos de neuropatias centrais: Lesão da Medula Espinhal (LME), Acidente Vascular Cerebral (AVC), Esclerose Múltipla e condições neuro inflamatórias relacionadas (Rosner *et al.*, 2023).

A prevalência da dor neuropática central varia entre diferentes populações. Estudos evidenciaram que afeta aproximadamente 19% da população mundial. No Brasil, a prevalência da dor neuropática é estimada em cerca de 14,5%, onde a maioria dos pacientes diagnosticados são do sexo feminino (Opretzka, 2021).

Compondo um conjunto de possibilidades terapêuticas para gerar estímulos ao SNC temos as técnicas de estimulações transcranianas, estas são formas de estímulos neuromoduladores não invasivas, amplamente empregadas em contextos clínicos e de pesquisa para a modulação da atividade cortical. As duas principais técnicas de estímulo craniano são: Estimulação Elétrica Transcraniana (EET), que consiste na aplicação de correntes elétricas de baixa intensidade por meio de eletrodos posicionados no couro cabeludo, que tem o objetivo de alterar a excitabilidade neuronal de maneira controlada, e a Estimulação Magnética Transcraniana (EMT) utiliza campos magnéticos pulsáteis, gerados por bobinas externas, que induzem correntes elétricas intracerebrais de forma indireta e sem contato físico direto com o crânio, promovendo a ativação ou inibição de regiões específicas do córtex cerebral (COREN-CE, 2023).

O enfermeiro vem nos últimos anos ganhando destaque no trabalho com as terapias neuromoduladoras não invasivas, como a estimulação elétrica e magnética transcraniana. A

enfermagem deve se inserir desempenhando funções importantíssimas como a capacitação específica para essas técnicas, a realização dos procedimentos, pode colaborar na coleta de dados para avaliação dos efeitos terapêuticos, bem como na orientação do paciente quanto ao procedimento e aos cuidados necessários. Sendo assim, a atuação do enfermeiro na neuromodulação contribui significativamente para a redução da dor e a melhora da qualidade de vida de pacientes com dores neuropáticas centrais, desde que baseada em protocolos padronizados e na capacitação específica do profissional (COREN-SP, 2019).

Desta forma, através da presente pesquisa, busca-se aproximar mais sobre a contribuição e os impactos do uso dessas técnicas. Com a sistematização dos dados, procura-se responder ao seguinte questionamento: Quais são os impactos do uso da estimulação transcraniana nas dores neuropáticas centrais? A justificativa desta pesquisa baseia-se no fato de que as dores neuropáticas ainda representam um desafio significativo para os pacientes que sofrem com esse tipo de lesão, especificamente podendo ficar com lesões neurológicas dependendo do grau deste dor. Diante disso, as terapias não farmacológicas, como a estimulação elétrica e magnética transcraniana têm surgido como alternativas eficazes no manejo das dores neuropáticas centrais, doenças neurodegenerativas e acidentes vasculares cerebrais promovendo assim melhora na qualidade de vida dos pacientes. Preza-se que a atuação qualificada e sistematizada na condução e monitoramento das terapias de estimulação elétrica e magnética transcraniana exerce impacto positivo na redução da dor neuropática central, favorecendo a eficácia terapêutica, a adesão ao tratamento e a integralidade do cuidado multiprofissional.

O presente estudo tem relevância para o avanço do conhecimento na comunidade acadêmica por meio do aprofundamento teórico e metodológico, estimulando reflexões no meio universitário. Sob a dimensão social visa promover a compreensão e fornecer informações relevantes sobre a temática abordada. Sob a perspectiva profissional, propõe-se subsidiar a formação de profissionais mais críticos, capacitados e alinhados com as demandas da área, promovendo a articulação entre teoria e prática.

2. OBJETIVO GERAL

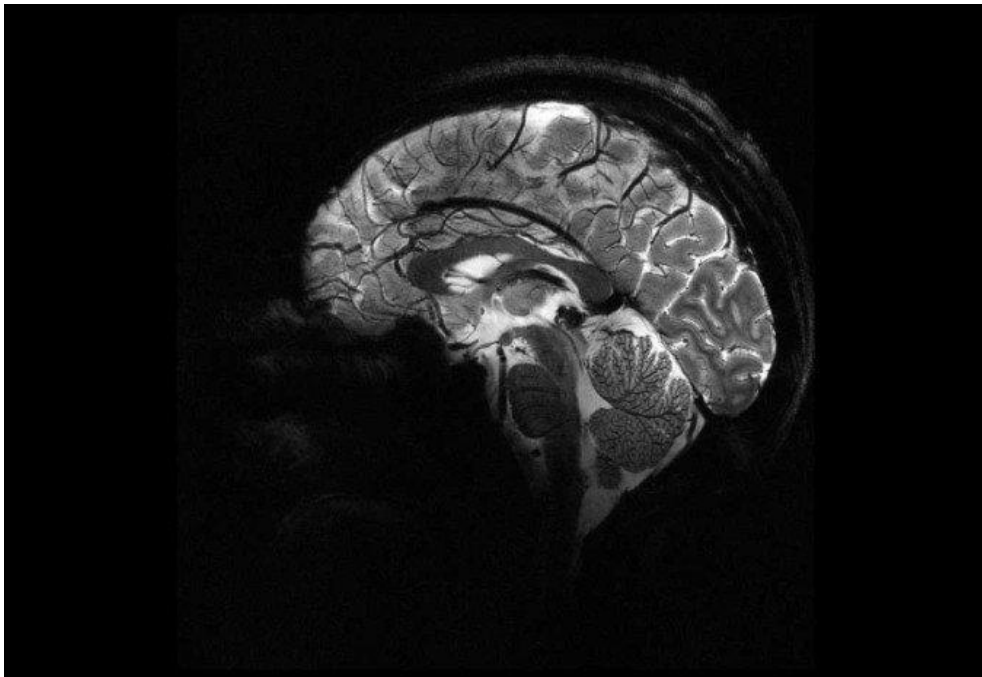
Descrever com base na literatura científica, as evidências acerca da eficácia, segurança e implicações clínicas da estimulação elétrica e magnética transcraniana no manejo da dor neuropática central.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 SISTEMA NERVOSO CENTRAL: ESTRUTURA E FUNÇÃO

O Sistema Nervoso Central (SNC) compreende estruturas localizadas internamente no crânio e na coluna vertebral, sendo constituída pelo encéfalo e pela medula espinhal. O encéfalo encontra-se protegido pela caixa craniana, enquanto a medula fica alojada na coluna vertebral. Essa parte do sistema nervoso é responsável por receber, processar e integrar informações sensoriais, além de gerar respostas a estímulos externos e internos, que se manifestam por meio de impulsos nervosos, movimentos musculares, segredos glandulares e elaboração de comportamentos complexos. Além disso, o SNC constitui o centro das funções cognitivas superiores, incluindo o intelecto, as emoções, a memória, a fala, a percepção visual e auditiva, a evolução motora e o controle dos movimentos corporais. Na Figura 1 abaixo a primeira imagem do cérebro em alta precisão (Silverthorn, 2017).

Figura 1. Ilustração de uma Ressonância Magnética do Cérebro na França.



Fonte: Comissão de Energia Atômica da França (CEA), 2024.

A integração sensorial é a capacidade do sistema nervoso central de processar e reunir informações de diferentes sistemas sensoriais, como o tátil, proprioceptivo, visual, vestibular e auditivo. Esse processamento ocorre em diversas áreas do córtex cerebral e é essencial para o

controle dos movimentos voluntários, além das funções cognitivas e emocionais. Alterações na modulação sensorial, que envolvem a organização adequada das respostas aos estímulos, podem comprometer a percepção e a discriminação sensorial. Como consequência, surgem dificuldades na estabilidade postural, no controle visuo-motor e no planejamento dos movimentos, afetando diretamente a funcionalidade motora e a adaptação do indivíduo ao ambiente (Shummay-cook; Woollacott, 2010).

O sistema nervoso é uma estrutura dinâmica-plástica, cuja plasticidade constitui uma propriedade fundamental resultante de cada estímulo sensorial, ação motora, associação neural, sinal de recompensa, planejamento estratégico ou estado de consciência. A plasticidade neuronal ocorre de forma contínua, não se restringindo apenas às respostas reparativas após lesões, mas também ocorre na adaptação funcional constante do organismo. Após uma lesão cerebral, o comportamento resultante, seja ele preservado ou comprometido, reflete a atividade integrada de todo o sistema nervoso, que permanece plástica. Dessa forma, a manifestação dos sintomas não ocorre exclusivamente do dano neuronal em si, mas sobretudo das modificações plásticas causadas como resposta adaptativa ao insulto (Cardoso, 2022).

A neurogênese corresponde ao processo responsável pela geração de novos neurônios no encéfalo, mediado pela diferenciação das células-tronco neurais em diversos tipos celulares do sistema nervoso adulto. Ele desempenha um papel fundamental no desenvolvimento embrionário humano, visto que contribui para a formação e organização das principais vias neurais que sustentam o funcionamento do sistema nervoso central (Freitas *et al.*, 2024).

As alterações no SNC na Dor Neuropática Central (DNC) incluem um desequilíbrio entre os mecanismos excitatórios e inibitórios na medula espinhal e nas estruturas superiores. Os neurônios espinhais hiperexcitáveis permitem que fibras de baixos limiares ($A\beta$ e $A\delta$) ativem nociceptores, ampliando a resposta dolorosa. Além disso, há disfunção dos interneurônios inibitórios e do sistema modulatório descendente da dor, há redução da atividade inibitória do Ácido Gama-aminobutírico (GABA), agravando essa hiperexcitabilidade e promovendo sensibilização central, na qual a dor persiste mesmo sem estímulos periféricos. A neuromodulação e neuroimagem revelam o aumento de atividade no córtex somatossensorial e no sistema límbico, destacando a participação de várias áreas do SNC na manutenção da dor. (Filho *et al.*, 2022).

Associação Internacional para o Estudo da Dor (IASP) era conceituada como “dor iniciada ou causada por uma lesão primária ou disfunção no sistema nervoso”. A dor neuropática normalmente inicia imediatamente ou nas primeiras semanas após a lesão, ela pode tanto afetar o sistema somatossensorial central ou periférico. A forma do diagnóstico vai

dependem bastante da história clínica, onde os sinais e sintomas do paciente e a localização da lesão são descritos e os exames neurológicos vão ser observados (Treede *et al.*, 2008).

A DNC surge após lesão ou doença do sistema nervoso central, pode ocorrer conforme o grau de envolvimento das vias lemniscais e espinotalâmicas, que fazem parte do sistema somatossensorial. Ou seja, quando a via é lesionada por Acidente Vascular Cerebral (AVC), traumas, infecções ou condições inflamatórias, pode gerar dor neuropática central espontânea ou provocada. É comum em pacientes com AVC ou lesão medular que pode causar limitações significativas, comprometendo a reabilitação e a qualidade de vida. As características clínicas da dor neuropática central e periférica são semelhantes, onde os sintomas e sinais incluem queimaduras, choques elétricos, apertos, pressões, facadas, formigamento, alfinetes e agulhas, frio doloroso e coceira, e estão relacionados com outros sintomas como dormência, parestesia e disestesia (Barbosa, 2022).

A lesão nervosa gera descargas elétricas rápidas e prolongadas, mesmo sem estímulos externos, resultando em sensações típicas como formigamento, queimadura e choques elétricos em pacientes com dor neuropática. Essas alterações neuronais promovem hipersensibilidade, manifestada por hiperalgesia (aumento da resposta à dor) e alodínia (dor gerada por estímulos normalmente não dolorosos). A avaliação clínica destas condições envolve testes de sensibilidade para delimitar a área e intensidade da disfunção. Além dos sintomas físicos, a dor neuropática frequentemente se associa a impactos emocionais, como depressão e pensamentos catastróficos, diferenciando-se dos quadros agudos pela maior carga psicológica. Essas alterações geram um grande impacto na qualidade de vida, com dificuldade para as atividades diárias e sem contar que por conta da dor que é intensa poderá atrapalhar o padrão do sono (Filho *et al.*, 2022).

A dor é de difícil tratamento, devido os desafios que são encontrados dependem de vários andamentos como a dor e sinais, sintomas por vezes torna a terapia ineficaz. O manejo da dor neuropática central é frequentemente marcado por dificuldades que geram frustrações tanto no paciente quanto no médico. Por isso, é essencial que, desde o início, se estabeleçam metas terapêuticas claras, priorizando a recuperação funcional em vez do controle absoluto da intensidade da dor. Uma combinação de abordagens farmacológicas multimodais com terapias não medicamentosas favorecendo a melhoria da qualidade de vida e a obtenção de ganhos benéficos. Já os procedimentos invasivos, embora possam ser indicados em casos refratários, apresentam desafios consideráveis, como riscos associados e eficácia variável, exigindo cuidadosa avaliação para uso criterioso e seguro (Garcia *et al.*, 2016).

3.2 NEUROTECNOLOGIA APLICADA À SAÚDE:

As neurotecnologias envolvem métodos e ferramentas que interagem com o cérebro e o sistema nervoso, tanto para monitoramento passivo quanto para modulação ativa da atividade neural (Andorno, 2023). Conforme ICO (2023), engloba dispositivos invasivos e não invasivos usados em áreas como saúde, consumo e negócios, com a função de captar dados neurais, controlar dispositivos ou influenciar a atividade cerebral. Desde meados da década de 2010, essas tecnologias têm experimentado um crescimento significativo, especialmente pela integração com tecnologias digitais e inteligência artificial. No meio acadêmico, o progresso é seu papel transformador, que não só impulsiona a pesquisa em neurociência, mas também amplia e beneficia as possibilidades clínicas (ANPD, 2025).

A neuromodulação não invasiva (NmNI) compreende um conjunto de técnicas específicas para a atividade modular do sistema nervoso central sem a necessidade de intervenção cirúrgica ou a implantação de dispositivos no organismo. Essas técnicas empregam diferentes formas de estimulação externa, incluindo métodos magnéticos, elétricos, e outras fontes como laser e ultrassom. Entre as modalidades mais amplamente utilizadas na prática clínica e pesquisadora destacam-se a estimulação magnética transcraniana repetitiva (rTMS), a estimulação transcraniana por corrente contínua (tDCS) e a estimulação transcutânea auricular vagal (tEAV) (Dias, *et al.*, 2024).

As neurotecnologias, incluindo Interfaces Cérebro-Computador (BCI), estimulação não invasiva (rTMS e tDCS) e sistemas robóticos, promoveram uma mudança significativa na reabilitação neurológica, ao substituir exercícios passivos por abordagens ativas e baseadas na neuroplasticidade. Evidências indicam que aulas combinando BCI com treino de imagética motora ou estimulação elétrica funcional obtiveram melhores ganhos motores do que as terapias inovadoras. A participação do enfermeiro é fundamental para o sucesso dessas intervenções, garantindo a integralidade e segurança dos cuidados, desde o rastreamento e preparação até a monitorização e orientação sobre efeitos adversos, garantindo a adesão e correta aplicação dos protocolos emergentes (Liu, *et al.*, 2025).

3.3 ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA: FUNDAMENTOS E APLICAÇÕES

As técnicas de neuromodulação utilizadas no tratamento da dor incluem a estimulação da medula espinhal, a estimulação dos nervos periféricos e a estimulação cerebral profunda. Os dispositivos funcionam para essa classificação especificamente, predominantemente, em

sistemas de estimulação em circuito aberto ou em circuito fechado. Nos sistemas de circuito aberto, a estimulação é aplicada continuamente ou em ciclos pré-definidos, podendo ser ativada, desativada ou ajustada manualmente pelo paciente ou operador, porém sem adaptações automáticas em resposta a variações fisiológicas. Em contraste, os sistemas de circuito fechado ajustam automaticamente a estimulação em tempo real, com base em dados fisiológicos relevantes, tais como variações posturais que influenciam a distância entre os eletrodos epidurais e a medula espinhal, monitoradas por meio de potenciais de ação composta evocados (Deer *et al.*, 2024).

Conforme Yang *et al.*, (2022), a literatura recente aponta avanços na Estimulação Transcraniana Não Invasiva (NIBS) no tratamento da dor neuropática central, destacando-se a rTMS e a tDCS. Essas técnicas exercem efeito analgésico ao modular a excitabilidade cortical, a plasticidade sináptica e neurotransmissores ligados à dor. A rTMS apresenta resultados mais consistentes em dor central pós-AVC e associada a lesão medular, embora seus efeitos sejam frequentemente transitórios. A tDCS, ainda com parâmetros de aplicação a definir, mostra-se promissora em dor refratária, com maior acessibilidade e segurança. Limitam-se, entretanto, por amostras pequenas e dificuldade em controlar efeito placebo, sendo necessários estudos multicêntricos para validar seus efeitos clínicos. Na Figura 2 abaixo uma imagem de reabilitação neurológica utilizando a estimulação elétrica transcraniana.

Figura 2. Reabilitação Neurológica de Alta Tecnologia.



Fonte: Prosense, 2025.

Segundo Hosomi *et al.*, (2020) A estimulação transcraniana, especialmente a estimulação rTMS, é uma técnica não invasiva capaz de modular áreas cerebrais relacionadas à dor, mostrando-se uma alternativa no tratamento da dor neuropática central. Observaram que o protocolo de cinco sessões diárias não reduziu significativamente a dor em curto prazo, mas

pacientes respondedores apresentaram melhora sustentada com sessões semanais de manutenção. Na Figura 3 abaixo uma imagem de reabilitação neurológica utilizando a estimulação magnética transcraniana.

Figura 3. Estimulação Magnética Transcraniana.



Fonte: Integrative, 2023

Segundo os autores supracitados evidenciou ainda a segurança do método, sem eventos adversos graves e apenas efeitos leves e transitórios, como cefaleia e tontura, semelhantes ao grupo placebo. Apesar das limitações metodológicas, os achados sugerem que a rTMS pode ser uma estratégia promissora para dores neuropáticas centrais refratárias, desde que os protocolos sejam otimizados e os pacientes adequadamente selecionados (Hosomi, *et al.*,2020)

3.4 ATUAÇÃO DO ENFERMEIRO NAS NEUROTECNOLOGIAS FRENTE A DORES NEUROPÁTICAS:

O manejo eficaz da dor representa, de fato, um indicador crucial e multifacetado da qualidade dos serviços prestados tanto pela enfermagem quanto pelo sistema de saúde como um todo. A dor, uma experiência sensorial e emocional complexa, possui impacto profundo, o que reforça a necessidade de sua abordagem cuidadosa e sistematizada, contudo, cabe ressaltar que o papel singular dos enfermeiros, com responsabilidade, ética e moral associada a esse

cuidado implica o persistente alívio da dor e sofrimento. Os enfermeiros exercem também uma função educativa fundamental, orientando a pacientes e familiares sobre a natureza do sofrimento, tratamentos disponíveis, autocuidado e prevenção de complicações, promoção de autonomia. É um processo que exige atenção contínua, comunicação e colaboração para que haja um cuidado ágil e adequado (Brandão, 2024).

A agência americana de pesquisa e qualidade em saúde pública e a sociedade americana de dor definem que a dor é o quinto sinal vital, deve ser avaliada com a mesma importância que os demais sinais clássicos, como a temperatura, pulso, respiração e pressão arterial. Essa avaliação deve ocorrer em ambiente clínico para garantir que o tratamento e a conduta terapêutica adequada sejam iniciados de forma precisa. Para isso, existem escalas de avaliação da dor que podem ser unidimensionais, focadas na intensidade, ou tridimensional, que consiste no aspecto sensoriais e afetivas da dor. Dentre esses instrumentos o mais usados estão a escala de descritores verbais, os questionários de avaliação de dor, a teoria da detecção do sinal, e as escalas numéricas, verbais e visuais. Esses métodos são valorizados pela facilidade e rapidez de aplicação no contexto clínico, facilitando o registro sistematizado da dor e a tomada de decisões clínicas (Bottega; Fontana, 2010).

A enfermagem é uma profissão comprometida com a promoção da saúde, prevenção de doenças e alívio do sofrimento, atuando junto à pessoa, família e comunidade. O enfermeiro pode participar de práticas como a EMT, desde que esteja tecnicamente capacitado, atue em equipe multiprofissional, respeite os limites legais da profissão e siga protocolos institucionais e procedimentos operacionais padrão que inclui a Sistematização da Assistência de Enfermagem (SAE). O profissional também tem o direito de recusar atividades para as quais não tenha preparo técnico ou que comprometam a segurança do paciente ou da equipe. Os profissionais de enfermagem são treinados para realizar o procedimento, incluindo a preparação do ambiente, manuseio dos equipamentos, identificação de efeitos adversos, monitoramento e registro da evolução do paciente (COREN-PE, 2019).

Antes da estimulação transcraniana, recomenda-se avaliação clínica minuciosa para identificar contraindicações, como epilepsia e implantes metálicos, bem como ajuste individual do limiar motor. O paciente deve receber orientações sobre o procedimento, riscos e necessidade de proteção auditiva, com localização cerebral guiada por métodos probabilísticos ou neuro navegação. Após a aplicação, realiza-se monitoramento imediato para detectar efeitos adversos, geralmente leves e transitórios, como cefaleia ou fraqueza, sendo indicadas medidas simples de manejo. Os pacientes podem retomar suas atividades habituais, mas em protocolos

prolongados recomenda-se reavaliação contínua da resposta e da segurança terapêutica (Montenegro; Cantilino, 2016).

A neuromodulação não invasiva, como rTMS e tDCS, exige rigor ético e técnico, com consentimento informado claro e triagem prévia para contraindicações, como implantes metálicos, epilepsia e uso de fármacos pró-convulsivantes. A segurança envolve inspeção dos equipamentos e aplicação de parâmetros reconhecidos, enquanto o cuidado humanizado, com orientação pré e pós-sessão, fortalece adesão e expectativas realistas. Dessa forma, garante-se a efetividade e a segurança do procedimento em ambiente clínico (Rossi *et al.*, 2021; Lefaucheur *et al.*, 2020).

4 METODOLOGIA

4.1 TIPO DE PESQUISA

O presente estudo, trata-se de uma Revisão Integrativa da Literatura (RIL), com abordagem qualitativa, com o objetivo explicativo que permite reunir e sintetizar sobre o tema de forma integradora, assim contribuindo para a compreensão aprofundada da atuação do enfermeiro na estimulação elétrica e magnética transcraniana em pacientes com dores neuropáticas centrais.

A RIL é um método de pesquisa que permite reunir e analisar estudos relevantes sobre um determinado tema, oferecendo suporte à tomada de decisões e contribuindo para a melhoria da prática clínica. Por meio da síntese de diferentes investigações já publicadas, essa abordagem possibilita a obtenção de uma visão ampla sobre o estado atual do conhecimento na área em foco. Além disso, ela ajuda a identificar lacunas que ainda precisam ser exploradas por novas pesquisas. Para a elaboração da mesma é seguido seis etapas, tais como: identificação do tema e questão norteadora, estabelecer os critérios de inclusão e exclusão, categorização dos estudos, análise dos estudos selecionados para a pesquisa, interpretação dos resultados e apresentação da revisão (Mendes; Silveira; Galvão, 2008).

Segundo Prodanov e Freitas (2013), a pesquisa qualitativa refere-se a um tipo de estudo que avalia tanto a relação entre o mundo real e o objeto de estudo, interpretando fenômenos e atribuição de significados. Ou seja, o ambiente natural, o local onde os fenômenos ocorrem de forma espontânea, representa uma fonte primária e essencial para a coleta de dados em diversas abordagens de pesquisa (Prodanov; Freitas, 2013).

De acordo com Gil (2017, p. 26), o objetivo explicativo busca identificar as causas ou fatores que influenciam determinados fenômenos. Enquanto nas Ciências Naturais se utiliza o método experimental, nas Ciências Sociais predominam métodos observacionais. Já em áreas como a Psicologia, adotam-se estudos quase-experimentais, devido ao maior controle possível sobre as variáveis (Marconi; Lakatos, 2022).

Quadro 1. Etapas Fundamentais da RIL. Juazeiro do Norte - Ceará, Brasil. 2025.

ETAPA	CONDUTA
1º - Identificação do tema e pergunta norteadora	Definir o assunto que será abordado ao longo da RIL de modo compreensível e relevante; delimitar a questão norteadora para facilitar a busca dos estudos.
2º - Critérios de Exclusão e Inclusão	Buscar estudos nas bases de dados; selecionar estudos de forma criteriosa durante a busca, com atenção para não fugir da temática proposta.
3º - Categorização dos Estudos	Organizar as informações selecionadas.
4º - Avaliação dos Estudos	Aplicar uma análise crítica sobre o material selecionado.
5º - Interpretação dos Resultados	Discutir os resultados; localizar as lacunas na literatura sobre o assunto.
6º - Apresentação da RIL	Registrar no documento cada etapa da RIL.

Fonte: Mendes; Silveira; Galvão, 2008

4.2 IDENTIFICAÇÃO DA QUESTÃO NORTEADORA

Correspondendo à etapa inicial da pesquisa, a formulação da questão norteadora é de suma importância nessa primeira fase da RIL. A partir de sua elaboração, Souza (2010) identifica os documentos relevantes a serem utilizados e o norteia para que permaneça dentro da temática, pois uma vez formulada, possui o encargo de orientar o rumo que o estudo irá seguir.

Consoante ao Manual de revisão bibliográfica sistemática integrativa (2014), a identificação do tema, definição da problemática e formulação da pergunta norteadora podem ser feitas através da aplicação do acrônimo PICO, que significa: P - População alvo; I - Interesse de intervenção; Co - Contexto. O sistema foi acolhido para traçar com mais precisão a questão norteadora deste trabalho.

No presente estudo, a aplicação do acrônimo se dá de forma que a população: são os enfermeiros; o interesse é os impactos do uso nas estimulações; e o contexto: dores neuropáticas centrais. Por esse motivo questiona-se: Quais são os impactos do uso da estimulação transcraniana nas dores neuropáticas centrais?

4.3 PERÍODO DE COLETA

Os estudos foram selecionados através de bases de dados entre o período de julho a outubro de 2025, posteriormente a qualificação e avaliação deste projeto de pesquisa em

conjunto a uma banca examinadora de enfermagem da instituição Centro Universitário Doutor Leão Sampaio (UNILEÃO).

4.4 BASE DE DADOS PARA A BUSCA

Para a realização da busca, foram utilizados os Descritores em Ciência da Saúde (DeCS) e os *Medical Subject Headings* (MeSH), garantindo a seleção de estudos relevantes sobre a aplicação da estimulação transcraniana no manejo da dor neuropática central.

A busca ocorreu de forma pareada, associando os descritores DeCS e seus equivalentes MeSH, utilizando o operador booleano AND para refinar os resultados e garantir maior precisão na recuperação dos estudos.

A seleção dos artigos foi realizada por meio do cruzamento dos descritores: “Dor Neuropática” (*Neuropathic Pain*) AND “Estimulação Magnética Transcraniana” (*Transcranial Magnetic Stimulation*); “Dor Central” (*Central Pain*) AND “Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua” (*Transcranial Direct Current Stimulation*); e “Neuralgia” (*Neuralgia*) AND “Estimulação Magnética Transcraniana” (*Transcranial Magnetic Stimulation*).

A estratégia de busca, os cruzamentos realizados nas bases de dados e a quantidade de artigos encontrados em cada uma delas serão apresentados no Quadro 2. Os estudos foram identificados nas bases Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS) e Base de Dados em Enfermagem (BDENF), acessadas por meio da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), e na plataforma Banco de Dados da Literatura Médica Pública/Editora (PUBMED), por meio da qual foi consultada a base *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online* (MEDLINE).

Quadro 2. Estratégia de Busca dos Artigos por meio do Cruzamento dos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS). Juazeiro do Norte - Ceará, Brasil. 2025.

ESTRATÉGIA DE BUSCA		BASES DE DADOS		
		MEDLINE	BDENF	LILACS
DeCS	(Dor Neuropática) AND (Estimulação magnética Transcraniana).	0	0	6
	(Dor Central) AND (Estimulação transcraniana por corrente contínua).	160	0	7
	(Neuralgia) AND (Estimulação Magnética Transcraniana).	190	0	1
MeSH	(Neuropathic Pain) AND (Transcranial Magnetic Stimulation).	403	0	0
	(Central Pain) AND (Transcranial direct current stimulation).	212	0	0
	(Neuralgia) AND (Transcranial Magnetic Stimulation).	238	0	1
TOTAL		1.203	0	15

Fonte: Dados Extraídos do Estudo (Criação Original), 2025.

4.5 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO DA AMOSTRA

Os critérios de inclusão e exclusão desempenham um papel fundamental na condução da RIL, pois garantiram a seleção de estudos alinhados ao objetivo da pesquisa, promovendo maior rigor metodológico e relevância dos resultados. Nesta revisão, foram incluídos artigos completos, publicados nos idiomas português, espanhol e inglês, disponíveis na íntegra e publicados entre janeiro de 2020 a julho de 2025. Por outro lado, foram excluídos artigos de revisão, duplicados, dissertações, por não atenderem aos parâmetros estabelecidos para a análise crítica e aprofundada dos dados.

4.6 ANÁLISE, ORGANIZAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Ao aplicar os critérios de inclusão e exclusão, para a seleção dos artigos foi empregado um instrumento de coleta, possibilitando assim uma maior precisão nas informações dispostas e prevenir erros (URSI, 2005).

A análise de conteúdo é uma técnica utilizada para examinar comunicações, com o objetivo de identificar indicadores que permitam interpretações sobre as condições em que essas mensagens foram produzidas e recebidas. Trata-se de um método que busca descrever o conteúdo de forma sistemática e objetiva, possibilitando tanto análises quantitativas quanto

qualitativas. Conforme apresentado por Bardin (2004), essa abordagem é composta por um conjunto de procedimentos metodológicos em constante aprimoramento, voltado à análise de diferentes tipos de conteúdo, sejam eles verbais ou não verbais. A análise de conteúdo descrita por Bardin se baseia em três fases: 1) pré - análise, 2) exploração do material e 3) tratamento dos resultados e interpretações (Sousa; Santos, 2020).

A pré-análise corresponde à etapa inicial em que o(a) pesquisador(a) organiza o material coletado e seleciona as informações mais relevantes, de acordo com os objetivos do estudo. Em seguida, a fase de exploração do material envolve a categorização dos dados, buscando representar de forma estruturada o conteúdo analisado e possibilitar a identificação de padrões e características essenciais do texto. Por fim, na etapa de tratamento dos resultados e interpretação, realiza-se uma análise crítica e reflexiva das categorias estabelecidas, permitindo compreender os significados e implicações dos dados no contexto da pesquisa (Cardoso; Oliveira; Ghelli, 2021).

Nesta fase, desenvolve-se a discussão dos resultados obtidos nos estudos incluídos na revisão, relacionando-os com teorias consolidadas e outras fontes relevantes da literatura que não foram necessariamente analisadas diretamente. O objetivo é interpretar os achados à luz do conhecimento já existente, evidenciando suas implicações para a prática profissional. Ao final da revisão, é essencial apresentar possíveis limitações do estudo, assim como destacar as contribuições dos resultados, apontando novas questões que emergem da análise e indicando caminhos para futuras pesquisas que possam aprofundar o tema ou qualificar a atuação na área da saúde (Costa, *et al*, 2021).

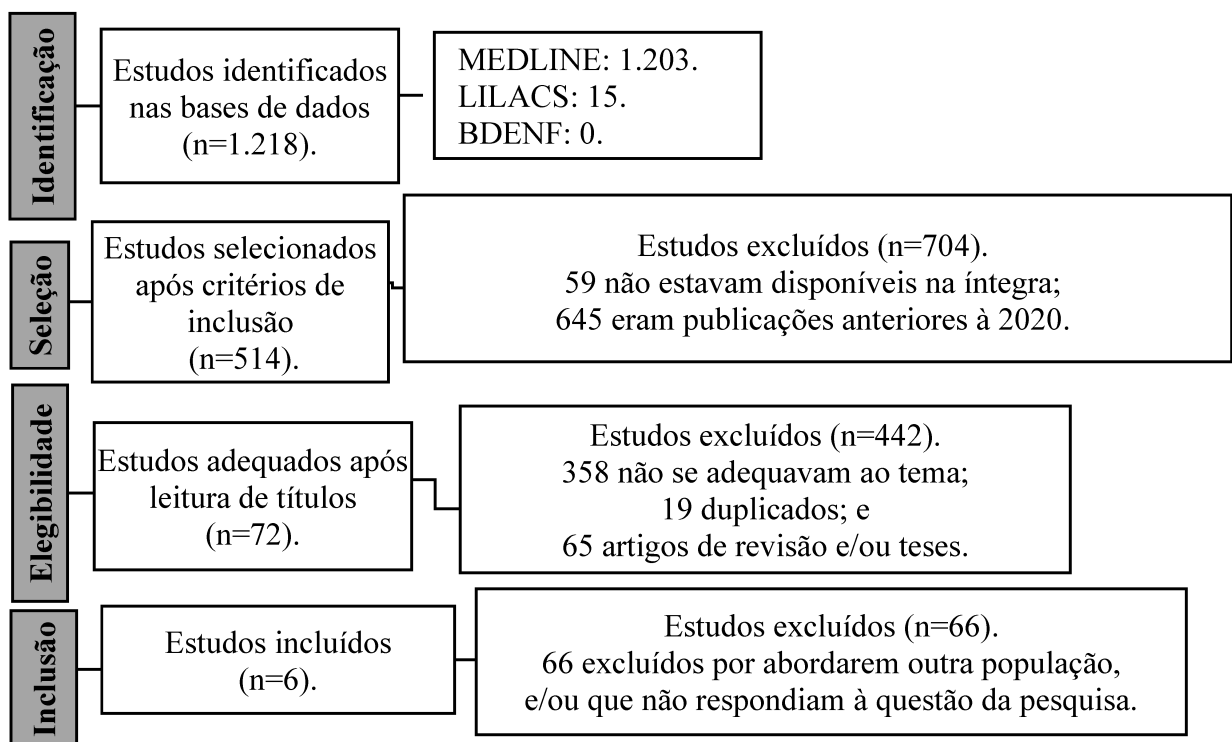
4.7 ASPECTOS ÉTICOS E LEGAIS DA PESQUISA

Considerando que esta revisão integrativa se baseou exclusivamente em dados secundários, obtidos por meio de artigos científicos disponíveis em bases de dados, não foi necessária a submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa, conforme prevê a Resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde. Foram observados os princípios éticos da honestidade intelectual, com rigor na citação dos autores originais e respeito à produção científica dos pesquisadores consultados (Brasil, 2016).

5 RESULTADOS

Para apresentar a etapa de busca e seleção dos artigos, optou-se por utilizar o fluxograma adaptado do PRISMA, que ilustra o processo de identificação, seleção e inclusão dos estudos, de acordo com as bases de dados consultadas, conforme apresentado na Figura 4.

Figura 4. Fluxograma do processo de seleção dos estudos com base nos critérios de inclusão e exclusão. Juazeiro do Norte, Ceará, Brasil. 2025.



Fonte: Elaboração própria. (2025).

O PRISMA constitui uma diretriz metodológica de elevada robustez, destinada a assegurar a transparência e o rigor científico na elaboração de revisões sistemáticas. Tal instrumento promove a clareza na descrição dos procedimentos adotados nas buscas realizadas em distintas bases de dados, possibilitando a reprodutibilidade e a fidedignidade dos resultados apresentados. Dessa forma, reforça-se a consistência e a relevância dos estudos incluídos na presente análise (Page et al., 2021).

Esses artigos apresentam, de forma sucinta, os principais achados relacionados à Neurotecnologia, abordando sobre o uso da estimulação transcraniana em Dores Neuropáticas

Centrais (DNC). Para facilitar a visualização das informações essenciais de cada pesquisa, as publicações selecionadas foram organizadas em um quadro, conforme demonstrado no Quadro 3. O referido quadro detalha a caracterização dos artigos incluídos nesta revisão integrativa, contemplando a codificação, título, autores e ano de publicação e origem, a revista periódica e base de dados, tipo de estudo.

Quadro 3. Caracterização dos artigos incluídos na Revisão Integrativa da Literatura. Juazeiro do Norte, Ceará, Brasil. 2025.

A	Título do artigo	Autores, ano e origem	Revista / Periódico e base de dados	Tipo de estudo
A1	Better Fields or Currents? A Head-to-Head Comparison of Transcranial Magnetic (rTMS) Versus Direct Current Stimulation (tDCS) for Neuropathic Pain.	Nathalie André-Obadia <i>et al.</i> , 2022, França.	Neurotherapeutics / Medline.	Ensaio clínico randomizado, cruzado, simples-cego.
A2	Transcranial Direct Current Stimulation and Visual Illusion Effect According to Sensory Phenotypes in Patients With Spinal Cord Injury and Neuropathic Pain.	Dolors Soler <i>et al.</i> , 2021, Espanha.	The Journal of Pain / Medline.	Ensaio clínico aberto controlado.

A3	Effects of multiple transcranial magnetic stimulation sessions on pain relief in patients with chronic neuropathic pain: A French cohort study in real-world clinical practice.	THOMAS, J. <i>et al.</i> , 2025, França.	European Journal of Pain – Wiley / Medline.	Coorte retrospectiva (12 anos de prática clínica).
A4	Comparison of the analgesic effects of superficial and deep repetitive transcranial magnetic stimulation in patients with central neuropathic pain.	Didier Bouhassira <i>et al.</i> , 2023, França.	Pain / Medline.	Ensaio clínico randomizado, multicêntrico, crossover.
A5	Evidence-Based Guidelines and Secondary Meta-Analysis for the Use of Transcranial Direct Current Stimulation in Neurological and Psychiatric Disorders.	Fregni <i>et al.</i> , 2020, multicêntrico internacional, Brasil.	Int J Neuropsicofarmacologia, indexado / Medline.	Revisão sistemática e meta-análise de ensaios clínicos controlados.
A6	Repetitive transcranial magnetic stimulation for neuropathic pain: a randomized multicentre sham-controlled trial.	Nadine Attal <i>et al.</i> , 2021, França.	Brain / Medline.	Ensaio clínico randomizado, multicêntrico, duplo-cego.

A: Codificação do artigo.

Fonte: Dados extraídos do estudo (2025).

No que diz respeito à caracterização cronológica dos estudos incluídos, os artigos analisados abrangem o período de 2020 a julho de 2025, foram 6 artigos, com maior concentração nos anos de 2021, que juntos correspondem a 2 estudos, representando (33,3%) do total.

Quanto à origem dos estudos percebe-se que em menor proporção estão os estudos nacionais, representando 01 artigo (16,7%), enquanto os demais foram publicados em outros países: França 04 (66,7%), Espanha 01 (16,6%).

O Quadro 4, sintetiza de forma clara as informações essenciais de cada estudo, destacando a codificação do artigo, autores, ano de publicação, objetivo e principais resultados. Essa organização facilita a análise dos achados relevantes para esta revisão integrativa.

Quadro 4. Síntese dos objetivos/método e dos principais resultados dos estudos incluídos na Revisão Integrativa da Literatura. Juazeiro do Norte, Ceará, Brasil. 2025.

A	Objetivo	Método/Atuação	Principais resultados
A1	Comparar diretamente a eficácia analgésica de rTMS versus tDCS em dor neuropática.	rTMS de alta frequência e tDCS no córtex motor, 5 sessões cada.	Tanto a rTMS quanto a tDCS reduziram os níveis de dor nos indivíduos com dor neuropática fármaco-resistente. A análise mostrou que 42% dos pacientes alcançaram um nível significativo de redução da dor. Cinco sessões diárias de tDCS ou rTMS sobre o córtex motor mostraram eficácia.

A2	Avaliar se tDCS tem efeito analgésico diferenciado em pacientes com lesão medular e dor neuropática.	tDCS combinada à ilusão visual, 20 min/dia por 2 semanas.	Redução significativa da dor e melhora do humor, sono e qualidade de vida. Confirmando o efeito analgésico de uma terapia neuromoduladora, a estimulação transcraniana por corrente contínua.
A3	Avaliar eficácia do rTMS em prática clínica real.	Para cada sessão de rTMS, uma enfermeira avaliou sistematicamente os resultados da dor por meio de um questionário padronizado. Foi perguntado se eles haviam notado algum sintoma incomum após a estimulação.	O tratamento indica boa aceitabilidade, segurança e efeitos estáveis, mesmo em longos períodos, com potenciais efeitos cumulativos de transferência em uma população altamente inclusiva. Após múltiplas sessões de rTMS os resultados demonstram eficácia e segurança a longo prazo no tratamento da dor neuropática resistente a medicamentos. A dor neuropática central apresenta taxas de sucesso maiores do que a periférica.
A4	Comparamos diretamente os efeitos analgésicos da estimulação magnética transcraniana repetitiva (rTMS)	Utilizaram 5 sessões diárias de estimulação, 2 visitas de acompanhamento em 1 e 3 semanas após a última sessão de estimulação.	Ambas as técnicas obtiveram um resultado eficaz. A rTMS “profunda” e “superficial” induz analgesia efeitos de magnitude semelhante em pacientes com dor neuropática central.

	“superficial” e “profunda” do córtex motor primário em pacientes com dor neuropática central.		
A5	Avaliar a eficácia clínica da tDCS em múltiplas condições neurológicas e psiquiátricas.	Aplicação de tDCS em diferentes montagens e protocolos para dor, Parkinson, AVC, epilepsia e outras condições clínicas.	Os resultados mostram que a técnica utilizada tem eficácia clínica e traz benefícios na maioria dos transtornos.
A6	Avaliar a eficácia e a segurança da rTMS na dor neuropática.	O protocolo rTMS consistiu em cinco sessões ao longo de cinco dias úteis consecutivos (período de indução), seguidas de um período de manutenção período que consistiu em uma sessão por semana durante as três semanas seguintes.	Um protocolo de 15 sessões de rTMS de alta frequência no córtex motor, induziu alívio da dor neuropática, mais de 25 semanas com excelente perfil de segurança. Isso sugere que a rTMS pode ser uma nova opção terapêutica valiosa nesta condição de dor crônica considerada uma das mais difíceis de tratar.

Fonte: Dados extraídos do estudo (2025).

A pesquisa consolidou resultados essenciais no campo da neurotecnologia, com abordagem específica no uso da estimulação transcraniana para o tratamento da dor neuropática central. Destacamos, de maneira especial, as evidências relacionadas à eficácia, segurança e às implicações clínicas da estimulação elétrica e magnética transcraniana no manejo da dor neuropática central. Com o objetivo de garantir a segurança na aplicação da técnica e atenuar

os sintomas dolorosos, ressaltou-se a importância do monitoramento clínico antes e após o procedimento. Além disso, são empregados questionários padronizados para avaliação sistemática dos efeitos pós-estimulação, garantindo resultados e uniformidade dos resultados clínicos.

Uma literatura recente reforça a eficácia clínica das técnicas de neuromodulação na dor neuropática farmacorresistente. No trabalho de André-Obadia et al. (2022) ficou claro que tanto a rTMS quanto a tDCS reduziram significativamente em cerca de 42% dos pacientes após cinco sessões. De forma semelhante, Soler et al. (2021) trouxe que a tDCS combinada à ilusão visual (um monitor ou TV, onde o paciente podia experimentar a realidade virtual gerada por um software) promoveu não só redução da dor, mas também melhorou no sono, humor e bem-estar, trazendo um efeito neuromodulador além do rompimento sintomático. Em estudos de longo prazo, Bouhassira (2024) mostrou que a rTMS mantém eficácia e segurança por até 12 anos, com melhor resposta para dores centrais, e que estimulações superficiais ou profundas do córtex motor apresentam analgesia semelhante, ampliando a flexibilidade clínica.

Esses achados convergem com a de Fregni et al. (2020), que destacou o excelente perfil de segurança do tDCS e a importância da personalização dos parâmetros de estímulo para resultados específicos. A combinação entre segurança, aplicabilidade e potencial reabilitador tem justificado a incorporação crescente de rTMS e tDCS em protocolos clínicos multiprofissionais. Além disso, Attal et al. (2021) confirmaram que a rTMS aplicada no córtex motor proporciona benefícios analgésicos duradouros, mantidos por mais de 25 semanas após 15 sessões, reforçando essa técnica como base terapêutica eficaz para o manejo da dor neuropática central.

Por fim, os achados de André-Obadia et al. (2022) e Soler et al. (2021) evidenciam que tanto a rTMS quanto a tDCS apresentam potenciais clínicos significativos e benefícios que ultrapassaram o mero controle da dor, influenciando aspectos integrados do funcionamento neural. A robustez dos dados de Bouhassira (2024, 2023) confirma a eficácia e segurança sustentadas da rTMS, especialmente na dor neuropática central, ampliando a flexibilidade dos protocolos terapêuticos. Além disso, o estudo de Attal et al. (2021) destaca a durabilidade dos efeitos analgésicos após protocolos intensivos. Apesar dos desafios metodológicos apontados por Fregni et al. (2020) relacionado à heterogeneidade dos protocolos, a personalização da estimulação permanência como fator chave para melhorar os resultados terapêuticos, fortalecendo a relevância clínica da neuromodulação no tratamento da dor neuropática central. Ou seja, os estudos reuniram amplamente a eficácia, a segurança e às implicações clínicas da estimulação elétrica e magnética transcraniana no manejo da dor neuropática central.

6 DISCUSSÃO

A seção de discussão está dividida em dois subtópicos para facilitar a análise do objetivo geral, assim pontuando a temática principal. O primeiro, “Aplicação da Neuroestimulação nos Casos de Dores Centrais”, apresenta as principais modalidades utilizadas no tratamento clínico dessas dores. O segundo, “Eficácia Clínica da Neuromodulação nos Casos de Dores Neuropáticas Centrais”, analisa as evidências sobre os resultados terapêuticos, destacando benefícios, limitações e implicações para a prática. Essa estrutura torna a discussão mais clara, objetiva e desenvolvida trazendo assim os aspectos clínicos de forma detalhada.

6.1 APLICAÇÃO DA NEUROESTIMULAÇÃO NOS CASOS DE DORES CENTRAIS

A aplicação das técnicas de neuroestimulação não invasiva, particularmente a Estimulação Magnética Transcraniana Repetitiva (rTMS) e a Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (tDCS), tem se consolidado como uma alternativa terapêutica de relevância crescente no manejo das dores neuropáticas centrais. Segundo Kesikburun (2022), essas modalidades vêm sendo progressivamente incorporadas como terapias adjuvantes em programas de reabilitação neurológica, devido ao seu perfil de segurança favorável e capacidade de modular circuitos corticais envolvidos na percepção e processamento da dor. Embora a variabilidade dos resultados ainda seja observada entre diferentes ensaios clínicos o que pode refletir divergências quanto à intensidade, frequência e alvos corticais da estimulação, a técnica é considerada segura e bem tolerada, com efeitos adversos geralmente leves e transitórios, como cefaleia e desconforto local.

O estudo de Barbosa *et al.*, (2023) aprofunda o entendimento dos mecanismos neurofisiológicos da dor neuropática central ao evidenciar alterações na excitabilidade corticomotora, expressas por potenciais motores evocados reduzidos e disfunção intracortical inibitória. Tais achados reforçam que o córtex motor primário (M1) é um alvo estratégico para neuromodulação, pois a estimulação dessa área por meio da rTMS de alta frequência favorece a reorganização adaptativa da plasticidade cortical, restaurando padrões de excitabilidade e reduzindo a desinibição cortical associada à dor.

De modo complementar, André-Obadia *et al.*, (2014) avaliaram a aplicação da rTMS em pacientes com dor central pós-AVC, verificando que a estimulação do córtex pré-motor e do pré-frontal dorsolateral esquerdo não produziu efeitos analgésicos sustentados. Ainda que tenha ocorrido redução aguda e transitória da dor após algumas sessões, o protocolo foi

interrompido devido à ausência de benefício clínico significativo após dez sessões. Esses resultados sinalizam que a eficácia da técnica depende criticamente da seleção do alvo cortical e da adequação dos parâmetros de estimulação, o que destaca a importância de protocolos personalizados.

A aplicação da neuroestimulação no tratamento da dor central, conforme demonstrado por Betancur *et al.* (2021), representa um avanço expressivo na reabilitação neurológica moderna. Baseia-se nos princípios da neurofisiologia da dor para justificar o emprego de técnicas de neuromodulação elétrica e magnética. Entre essas, destacam-se a estimulação magnética transcraniana repetitiva (rTMS) e a estimulação transcraniana por corrente contínua (tDCS), que visam restabelecer o equilíbrio entre as vias neuronais envolvidas na modulação da dor.

De acordo com o estudo conduzido por Wu *et al.* (2023) demonstrou que tanto a rTMS quanto a tDCS figuram entre as modalidades não invasivas mais eficazes na redução da dor pós-AVC, superando intervenções convencionais e apresentando perfil de segurança favorável, com efeitos adversos leves e transitórios. Esses achados corroboram o potencial clínico dessas técnicas como intervenções adjuvantes na reabilitação de pacientes com dor central.

De modo convergente, o artigo de Rosner *et al.* (2023) publicado na *Nature Reviews Disease Primers* reforça que a DNC resulta de mecanismos complexos de desinibição e hiperexcitabilidade neuronal em circuitos tálamo-corticais e espinotalâmicos, nos quais há perda do controle inibitório e plasticidade mal adaptativa. Tais mecanismos justificam o uso de estratégias de neuromodulação direcionadas ao córtex motor primário (M1), visando restaurar a excitabilidade normal e reequilibrar os circuitos nociceptivos e antinociceptivos. A neuroestimulação, portanto, atua não apenas como moduladora periférica, mas como reorganizadora funcional da rede neural da dor, corroborando o que Barbosa *et al.* (2023) descrevem sobre a restauração da excitabilidade corticomotora e da conectividade tálamo-cortical.

De acordo com Ojala *et al.* (2022), a rTMS direcionada ao córtex motor primário (M1) ou ao córtex somatossensorial secundário (S2) apresentou resultados relevantes na modulação da dor central pós-AVC, com redução significativa da intensidade dolorosa e melhora da qualidade de vida em alguns pacientes. Esses achados reforçam a hipótese de que a modulação cortical pode influenciar vias descendentes inibitórias de dor, promovendo reequilíbrio na excitabilidade neuronal comprometida. Dessa forma, a neuroestimulação emerge como uma estratégia terapêutica multifatorial, capaz de integrar-se a abordagens multidisciplinares que

combinam farmacologia, reabilitação e suporte psicológico, visando o controle mais abrangente da dor neuropática central.

A neuroestimulação transcraniana, em especial a rTMS e tDCS, consolidou-se como uma das estratégias terapêuticas não farmacológicas mais promissoras no manejo das dores neuropáticas centrais (Yang & Chang, 2020). Os estudos de revisão sistemática analisados confirmam que essas modalidades exercem efeitos moduladores sobre a excitabilidade cortical e sobre as redes tálamo-corticais envolvidas na gênese e manutenção da dor central (Xu *et al.*, 2020).

De acordo com Yang e Chang (2020), a rTMS aplicada sobre o córtex motor primário (M1), em protocolos de alta frequência, mostrou-se capaz de reduzir a intensidade da dor em condições de origem central e periférica, evidenciando a plasticidade neural induzida pela estimulação repetitiva. Esses efeitos são sustentados por mecanismos de facilitação das vias inibitórias descendentes e pela reorganização sináptica de áreas como o tálamo e o córtex pré-frontal.

Em consonância, Xu *et al.* (2020) destacam que, no contexto específico da dor central pós-AVC, a tDCS e a rTMS foram as terapias não farmacológicas com maior evidência clínica de eficácia, promovendo alívio significativo da dor e melhora do humor e do sono, quando comparadas ao tratamento farmacológico isolado. Ademais, a segurança das intervenções foi amplamente confirmada, com efeitos adversos leves e autolimitados, como cefaleia transitória e desconforto local.

Assim, a literatura converge ao reconhecer que a neuroestimulação é amplamente aplicada no manejo da dor neuropática central, sendo uma intervenção segura, adaptável e com potencial cumulativo de efeito analgésico. Entretanto, como salientam Kesikburun (2022) e Wu *et al.* (2023), a eficácia depende fortemente da escolha do alvo cortical, dos parâmetros de estimulação e do fenótipo clínico do paciente, o que reforça a necessidade de personalização e avaliação multiprofissional. A neuroestimulação, portanto, se consolida não apenas como uma técnica aplicada, mas como instrumento clínico e científico de modulação da plasticidade neural em dores centrais.

O avanço na aplicação de técnicas de neuroestimulação não invasiva, especialmente rTMS e tDCS, evidencia um cenário promissor para o tratamento da dor neuropática central, principalmente em casos farmacorresistentes ou científicos. A evolução do conhecimento sobre os mecanismos neurofisiológicos da dor e da plasticidade cortical reforça a importância da personalização dos protocolos terapêuticos, garantindo maior eficácia e segurança para os pacientes. O papel estratégico do córtex motor primário como alvo da neuromodulação destaca

o potencial da neuroestimulação não apenas para controlar sintomas, mas também para promover a reorganização funcional e restaurar o equilíbrio neurofisiológico.

Considerando esses avanços, é fundamental que a implementação clínica da neuroestimulação seja realizada em um contexto multiprofissional, integrando avaliação contínua e estratégias individualizadas conforme o perfil clínico do paciente. Dessarte, a neuroestimulação se consolida como um importante recurso terapêutico na reabilitação neurológica, capaz de ampliar as possibilidades de manejo da dor neuropática central, com efeitos analgésicos duradouros e suporte à qualidade de vida dos pacientes. A pesquisa contínua e o refinamento dos protocolos contribuirão para melhorar os resultados e ampliar a aplicabilidade dessas técnicas.

Dessa forma, observa-se que a neuroestimulação transcraniana é amplamente aplicada no tratamento da dor neuropática central, demonstrando efetividade clínica variável, porém consistente quando há rigor metodológico e seleção adequada do paciente e dos parâmetros de estimulação. O conjunto de evidências disponíveis consolida seu papel como recurso terapêutico promissor, seguro e tecnicamente acessível, especialmente em contextos multidisciplinares de reabilitação e controle da dor.

6.2 EFICÁCIA CLÍNICA DA NEUROMODULAÇÃO NOS CASOS DE DORES NEUROPÁTICAS CENTRAIS

A eficácia clínica das técnicas de neuromodulação no manejo das dores neuropáticas centrais tem sido amplamente demonstrada em estudos contemporâneos, os quais evidenciam que tanto a rTMS quanto a tDCS são capazes de induzir plasticidade sináptica adaptativa e modular a excitabilidade cortical associada à percepção dolorosa. Kesikburun (2022) e Barbosa *et al.* (2023) reforçam que essas técnicas configuram uma estratégia terapêutica segura e promissora, com impacto clínico relevante e crescente aceitação em contextos de dor.

Sob a perspectiva neurofisiológica, Rosner *et al.*, (2023) elucidam que a melhora clínica resulta da normalização da excitabilidade neuronal e da restauração da conectividade funcional das redes tálamo-corticais. Esses processos são diretamente modulados por técnicas como a rTMS e a tDCS. Tais achados evidenciam que a eficácia da neuromodulação transcende a simples analgesia, abrangendo também a recuperação das funções cognitivas, emocionais e autonômicas.

Em termos de resultados clínicos, as evidências apontam para uma eficácia consistente e sustentada das técnicas de neuromodulação no alívio da dor neuropática central. A meta-

análise de Wu *et al.* (2023) demonstrou que, entre diversas terapias não invasivas, a tDCS e a rTMS se destacam por reduzir significativamente os escores de dor, com eficácia comparável entre si e superior às terapias convencionais. A rTMS, em especial, apresentou taxa de resposta clínica maior que o tratamento padrão, além de manter excelente tolerabilidade.

A literatura contemporânea confirma que a neuromodulação é efetivamente aplicada em cenários clínicos de dor neuropática central. Betancur *et al.* (2021) salientam que a compreensão dos mecanismos neurofisiológicos da dor central pós-AVC tem orientado a implementação de estratégias de estimulação cortical para modular a excitabilidade neuronal. A rTMS de baixa frequência aplicada em hemisférios afetados tem mostrado reduzir hiperexcitabilidade cortical e, conseqüentemente, atenuar a percepção dolorosa. Por sua vez, a tDCS oferece vantagens logísticas custo reduzido e facilidade de aplicação sendo utilizada em protocolos clínicos e domiciliares com resultados promissores em dor e funcionalidade.

Em concordância, Betancur *et al.* (2021) ressaltam que a neuroestimulação atua diretamente na reversão da hiperexcitabilidade talâmica e cortical, sendo capaz de promover reorganização sináptica e restauração de padrões de conectividade funcional. Isso se traduz clinicamente em redução da intensidade da dor, melhora do controle motor e atenuação de sintomas afetivos associados, como ansiedade e depressão, aspectos frequentemente subestimados, mas intrinsecamente relacionados à dor central. Ainda que os resultados variem conforme parâmetros de estimulação, frequência e localização cortical, há consenso de que a rTMS e a tDCS oferecem benefícios clínicos sustentáveis, especialmente em protocolos repetidos de curto prazo.

A análise integrada dos estudos de Betancur *et al.* (2021) e Wu *et al.* (2023) demonstra que a neuroestimulação e a neuromodulação representam intervenções de alto potencial terapêutico para dores neuropáticas centrais. Suas aplicações clínicas baseiam-se em sólidos fundamentos neurofisiológicos e os resultados apontam para uma melhora significativa da dor, da funcionalidade e da qualidade de vida. Apesar das lacunas metodológicas ainda existentes, os achados convergem para a consolidação dessas técnicas como instrumentos terapêuticos seguros, eficazes e progressivamente incorporados às práticas de reabilitação neurológica contemporânea.

Em contraponto, André-Obadia *et al.* (2014) evidenciaram ausência de efeito analgésico sustentado da rTMS aplicada ao córtex pré-motor e pré-frontal dorsolateral em pacientes com dor central pós-AVC, ressaltando que a eficácia depende intrinsecamente da escolha adequada do alvo cortical e da frequência de estimulação. Tal achado demonstra que a padronização de

protocolos e a identificação de fenótipos de dor e perfis de resposta neural são passos essenciais para o aprimoramento clínico da neuromodulação.

A literatura contemporânea confirma que a neuromodulação cerebral vem sendo aplicada de forma crescente na prática clínica, ainda que majoritariamente em contextos experimentais e de pesquisa controlada. O estudo de Ojala *et al.* (2022) evidenciou que a rTMS direcionada ao S2 produziu redução de até 15% na intensidade dolorosa de longo prazo em pacientes com dor central pós-AVC, sugerindo um efeito clínico modesto, porém significativo, considerando o caráter refratário dessas condições. Em contraste, a estimulação do M1 mostrou respostas variáveis, possivelmente influenciadas por fatores genéticos.

Os resultados clínicos da neuromodulação nos casos de dor neuropática central são promissores, embora heterogêneos. No estudo de Ojala *et al.*, (2022), a estimulação do S2 se destacou como alvo cortical alternativo ao M1, com resposta analgésica sustentada em parte dos pacientes e efeitos adversos mínimos, o que reforça sua segurança e potencial terapêutico. Contudo, a eficácia ainda depende da padronização de parâmetros como frequência, intensidade, localização do estímulo e número de sessões, fatores que variam amplamente entre os estudos e dificultam a consolidação de protocolos universais.

As evidências compiladas nos estudos indicam que a neuromodulação, por meio da rTMS e da tDCS, é efetivamente aplicada em contextos clínicos e experimentais para o tratamento da dor neuropática central, com resultados consistentes em populações heterogêneas (Yang & Chang, 2020; Xu *et al.*, 2020). Os ensaios analisados por Yang & Chang incluíram mais de 100 estudos com pacientes portadores de dores neuropáticas de diversas etiologias, confirmando que a rTMS é uma técnica segura, viável e amplamente aplicável na prática clínica.

Xu *et al.* (2020) complementam que, entre as intervenções não farmacológicas revisadas, a estimulação do giro pré-central (M1) e a tDCS demonstraram benefícios significativos na modulação da dor pós-AVC, sendo consideradas intervenções de primeira linha dentro das abordagens não invasivas. No entanto, os autores alertam para a necessidade de padronização dos parâmetros de estimulação (intensidade, número de sessões e localização cortical) e de seleção criteriosa dos pacientes, fatores que impactam diretamente a resposta clínica.

Assim, observa-se que os estudos de Yang & Chang, 2020; Xu *et al.*, 2020 demonstram que a aplicação dessas técnicas não se limita ao âmbito experimental, mas já integra protocolos clínicos de centros de reabilitação e dor, sendo adotada como tratamento adjuvante em casos de dor neuropática central refratária a medicamentos. Essa expansão de uso reflete o

amadurecimento científico e tecnológico da área, bem como a crescente capacitação de equipes multiprofissionais, incluindo a enfermagem, para condução segura desses procedimentos.

Os resultados das pesquisas analisadas convergem para a eficácia clínica significativa da neuromodulação em reduzir a dor neuropática central, melhorar aspectos funcionais e promover qualidade de vida. Yang & Chang (2020) relatam que cerca de 60% dos pacientes submetidos à rTMS apresentaram redução clinicamente relevante da dor, com efeitos sustentados por até quatro semanas após o término do protocolo. Em ensaios com tDCS, os ganhos envolveram não apenas a analgesia, mas também melhoras em parâmetros de humor, sono e funcionalidade, sugerindo um impacto neuromodulatório global. Xu *et al.* (2020), em sua meta-análise, confirmam que a estimulação do córtex motor é a mais eficaz entre as abordagens não farmacológicas para o tratamento da dor central pós-AVC, superando intervenções invasivas como a estimulação talâmica ou a estimulação profunda do cérebro, com risco reduzido de eventos adversos.

Portanto, a eficácia clínica da neuromodulação nas dores neuropáticas centrais estar solidamente respaldada por evidências científicas contemporâneas, que convergem na demonstração de melhora significativa e sustentada da dor, boa tolerabilidade, e impacto positivo em aspectos funcionais e psicossociais. Apesar disso, permanece o desafio de refinar parâmetros e individualizar protocolos, garantindo resultados mais previsíveis e maior reprodutibilidade. A consolidação dessas técnicas como ferramentas de rotina depende da integração entre evidência científica, prática clínica e capacitação multiprofissional, abrindo caminho para um novo paradigma terapêutico no cuidado da dor.

Contudo, os autores alertam para a necessidade de ensaios clínicos multicêntricos e de longo prazo, que validem parâmetros ideais de dose, duração e frequência. Apesar dessas limitações, a convergência dos achados sugere que a neuromodulação é não apenas eficaz, mas também segura e promissora na modulação da dor central, representando um paradigma emergente de reabilitação neurofuncional.

Diante das evidências apresentadas, torna-se claro que a neuroestimulação, especialmente nas modalidades de rTMS e tDCS, representa uma ferramenta terapêutica robusta e promissora no manejo das dores neuropáticas centrais, com respaldo científico consistente em termos de eficácia, segurança e aplicabilidade clínica. Os estudos analisados convergem para a consolidação da neuromodulação como um novo paradigma terapêutico. Em síntese, os resultados clínicos consolidam a neuromodulação como ferramenta eficaz, segura e duradoura no manejo da dor neuropática central, proporcionando alívio significativo da dor,

melhora funcional e impacto positivo na qualidade de vida, constituindo, assim, um novo paradigma terapêutico neurocientífico e multiprofissional.

O avanço das técnicas de neuromodulação, rTMS e a tDCS, representa uma evolução promissora para o cuidado em saúde, podendo ser desenvolvidas por profissionais capacitados, incluindo o enfermeiro.

A enfermagem, comprometida com a promoção da saúde, prevenção de doenças e alívio do sofrimento, tem seu papel assegurado na participação dessas práticas, desde que respeitados os limites legais da profissão, a atuação em equipe multiprofissional, e a observância de protocolos institucionais e da Sistematização da Assistência de Enfermagem (SAE). Conforme o Decreto nº 94.406/1987 e a Lei nº 7.498/1986, é função do enfermeiro contribuir no desenvolvimento de tecnologias assistenciais e atuar com autonomia, sempre pautado pelo aprimoramento técnico-científico contínuo e pelos princípios do Código de Ética profissional (Resolução Cofen nº 564/2017).

Ademais, a Resolução Cofen nº 358/2009 reforça a obrigatoriedade da Sistematização da Assistência de Enfermagem (SAE) e do processo de enfermagem em todos os ambientes de cuidado. Pareceres técnicos dos Conselhos Regionais de Enfermagem (COREN) de diversos estados reconhecem a legalidade da atuação do enfermeiro na realização dessas técnicas neuromoduladoras, desde que haja capacitação específica e respaldo institucional, garantindo a segurança do paciente e da equipe. Dessa forma, a enfermagem se posiciona como protagonista no uso ético e técnico dessas tecnologias inovadoras no contexto clínico.

Diante do conjunto das evidências, confirma-se que a neuroestimulação não invasiva é uma abordagem consolidada, eficaz e segura no manejo das dores neuropáticas centrais. A literatura aponta para um paradigma terapêutico em expansão, no qual a intervenção tecnológica e o cuidado multiprofissional se complementam. Assim, a integração entre ciência, tecnologia e cuidado reforça o papel do cuidado multiprofissional como agente ativo no avanço da prática clínica baseada em evidências, consolidando a neuromodulação como uma ferramenta promissora para a reabilitação e alívio do sofrimento em pacientes com dor neuropática central.

Com base no Parecer Técnico COREN-DF nº 09/2022, a assistência de enfermagem em terapias neuromodulares não invasivas reconhece que o enfermeiro possui autonomia e competência técnico-profissional para atuar no contexto multiprofissional, interdisciplinar e transdisciplinar. Assim, não há impedimentos legais para que o enfermeiro participe do manejo ou da execução de terapias como rTMS e tDCS, desde que esteja devidamente habilitado, siga protocolos institucionais, fundamenta suas ações no Processo de Enfermagem e assegure o

consentimento prévio do paciente ou responsável. Dessa forma, reafirma-se que o enfermeiro, enquanto membro da equipe de saúde, pode executar práticas de eletroestimulação, desde que respaldado por qualificação técnica e pela descrição clara de suas atribuições (COREN-CE,2023).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo permitiu identificar e evidenciar a complexidade, relevância e potencial terapêutico das técnicas de neuromodulação não invasiva no manejo das dores neuropáticas centrais. As evidências reunidas demonstram que, por meio de poucas sessões, é possível observar redução significativa da dor e melhora substancial na qualidade de vida de pacientes acometidos por essas condições, representando um avanço expressivo no campo da reabilitação neurológica e no alívio do sofrimento humano.

Foram abordadas as duas principais modalidades de estimulação cerebral: a Estimulação Magnética Transcraniana repetitiva (rTMS) e a Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (tDCS). Ambas se configuram como técnicas neuromoduladoras não invasivas capazes de induzir estímulos elétricos ou magnéticos ao Sistema Nervoso Central (SNC), promovendo a modulação da excitabilidade cortical, o reequilíbrio de circuitos neuronais e a restauração de funções afetadas pela dor. Essas abordagens, ao atuarem na plasticidade neuronal, oferecem novas perspectivas terapêuticas que ampliam as possibilidades de tratamento para pacientes refratários às terapias farmacológicas tradicionais.

Nos últimos anos, observa-se uma ascensão relevante científica e clínica dessas terapias, consolidando-as como um importante campo de investigação e aplicação no cuidado interdisciplinar. Ainda que esta pesquisa tenha enfrentado desafios significativos como a escassez de estudos específicos e a dificuldade de obtenção de artigos com alto rigor metodológico nas bases de dados, os resultados alcançados evidenciam a consistência e o potencial transformador da neuroestimulação. Tais técnicas mostram-se promissoras para definir protocolos de cuidado e ampliando a via terapêutica voltada à dor neuropática central.

Dessa forma, esta revisão integrativa oferece uma contribuição científica e profissional relevante, ao reunir e discutir as evidências atuais sobre a eficácia, segurança e implicações clínicas da estimulação elétrica e magnética transcraniana. O estudo reforça que a adoção dessas terapias exige capacitação técnica, acompanhamento multiprofissional e padronização de protocolos, assegurando a efetividade e a segurança dos procedimentos.

O trabalho teve bastante barreiras e uma das maiores foi procurar em bases de dados artigos que compunham relacionados a temática, objetivo e a pergunta norteadora. Mas mesmo com bastante dificuldade e escassez de artigos, a pesquisa foi realizada com êxito, e mostrando que as terapias poderão ganhar um espaço maior na ciência ao longo dos próximos anos.

Por fim, recomenda-se que pesquisas futuras aprofundem a investigação sobre a aplicação clínica da neuromodulação em diferentes tipos de dor neuropática central, com

amostras mais amplas e acompanhamento em longo prazo. Tais estudos poderão fortalecer a base de evidências e contribuir de forma significativa para o avanço da ciência, da prática profissional da enfermagem e da qualidade de vida dos pacientes.

REFERÊNCIAS

- ANDRÉ-OBADIA, D. *et al.* **Estimulação transcraniana em dores neuropáticas.** Arquivos de Neuro-Psiquiatria, v. 72, n. 3, pág. 219-226, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/anp/a/hctXbmJ6HFg9C4wYb6dy4W/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 22 de outubro, 2025.
- ANDRÉ-OBADIA, N. *et al.*, **Better fields or currents? A head-to-head comparison of transcranial magnetic (rTMS) versus direct current stimulation (tDCS) for neuropathic pain.** Neurotherapeutics, v. 20, p. 207–219, 2023. DOI: 10.1007/s13311-022-01303-x. Acesso: 13 de setembro, 2025.
- ATTAL, N. *et al.*, **Repetitive transcranial magnetic stimulation for neuropathic pain: a randomized multicentre sham-controlled trial.** Brain, v. 144, p. 3328–3339, 2021. DOI: 10.1093/brain/awab208. Acesso: 13 de setembro, 2025.
- AUTORIDADE NACIONAL DE PROTEÇÃO DE DADOS (ANPD). **Radar tecnológico: neurotecnologias.** Brasília, DF: ANPD, 2025. (Radar Tecnológico, n. 4). Disponível em: <https://www.gov.br/anpd>. Acesso em: 23 de julho, 2025.
- BARBOSA, L. M. **Dor neuropática central: caracterização clínica, psicofísica e neurofisiológica.** 2022. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/5/5138/tde-09052023-161449/pt-br.php>. Acesso em: 7 de maio, 2025.
- BETANCUR, E. *et al.*, Non-invasive brain stimulation and central neuropathic pain: mechanisms, clinical evidence, and perspectives. **Frontiers in Neurology**, v. 12, p. 678198, 2021. DOI: 10.3389/fneur.2021.678198. Acesso: 14 de setembro, 2025.
- BOTTEGA, F. H.; FONTANA, R. T. A dor como quinto sinal vital: utilização da escala de avaliação por enfermeiros de um hospital geral. **Texto & Contexto Enfermagem**, Florianópolis, v. 19, n. 2, p. 283–290, abr./jun. 2010. DOI: 10.1590/S0104-07072010000200009. Acesso: 26 de julho, 2025.
- BOUHASSIRA, D. *et al.*, **Comparison of the analgesic effects of “superficial” and “deep” repetitive transcranial magnetic stimulation in patients with central neuropathic pain: a randomized sham-controlled multicenter international crossover study.** Pain, v. 165, p. 884–892, 2024. DOI: 10.1097/j.pain.0000000000003082. Acesso: 14 de setembro, 2025.
- BRANDÃO, B. F. S; LEÃO, E. R. GerenciaDOR™: desenvolvimento de tecnologia digital por enfermeiras para avaliação de pacientes com dores crônicas. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 77, n. 6, e20240050, 2024. DOI: 10.1590/0034-7167-2024-0050. Acesso: 27 de julho, 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016. Dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais envolvendo seres humanos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 24 maio de 2016. Disponível em: <https://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2016/Reso510.pdf>. Acesso em: 27 de maio, 2025.

CARDOSO, M. R. G; OLIVEIRA, G. S; GHELLI, K. G. M. Análise de Conteúdo: uma metodologia de pesquisa qualitativa. **Revista Fucamp**, v. 20, n. 4, p. 98-111, 2021. Disponível em: <https://www.revistas.fucamp.edu.br/index.php/cadernos/article/view/2347/1443>. Acesso em: 26 de maio, 2025.

CARDOSO, S. I. V. **Importância terapêutica do exercício na neuroplasticidade em adultos com patologia neurológica: revisão sistemática**. 2022. Dissertação (Mestrado em Fisioterapia – Ramo de especialização em Fisioterapia Neurológica) – Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa, Instituto Politécnico de Lisboa, Lisboa, 2022. Acesso: 15 de setembro, 2025

CONSELHO REGIONAL DE ENFERMAGEM DE PERNAMBUCO (COREN-PE). **Parecer Técnico nº 001/2019: Estimulação Magnética Transcraniana pelo enfermeiro**. Recife: COREN-PE, 2019. Disponível em: <https://www.coren-pe.gov.br/2019/01/10/parecer-tecnico-coren-pe-no-001-2019-estimulacao-magnetica-transcraniana-pelo-enfermeiro/>. Acesso em: 13 de maio. 2025.

CONSELHO REGIONAL DE ENFERMAGEM DE SÃO PAULO (COREN-SP). Parecer nº 025/2019: **Aplicação por enfermeiro de Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC) e Estimulação Magnética Transcraniana (EMT)**. São Paulo: COREN-SP, 2019. Disponível em: <https://portal.coren-sp.gov.br/wp-content/uploads/2019/11/Parecer-025.2019-Aplica%C3%A7%C3%A3o-por-enfermeiro-de-ETCC-e-EMT.pdf> Acesso em: 20 de abril. 2025

CONSELHO REGIONAL DE ENFERMAGEM DO CEARÁ. Parecer nº 552/2023 sobre **técnica de eletroestimulação transcraniana**. Fortaleza: COREN-CE, 2023. Disponível em: <https://www.coren-ce.org.br/wp-content/uploads/2023/12/PARECER-N%C2%B0-552.2023-sobre-t%C3%A9cnica-de-eletroestimula%C3%A7%C3%A3o-transcraniana.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2025.

COSTA, A.F. *et al.*, **Metodologia da pesquisa científica: fundamentos e técnicas**. 2. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2021. Acesso: 05 de maio, 2025.

DEER, T. R. *et al.*, **Closed-Loop Systems in Neuromodulation**. **Neurosurgical Clinics of North America**, v. 33, n. 3, p. 435-442, 2024. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35718399/>. Acesso em: 25 de julho. 2025.

DESANTANA, JM *et al.*, Definição de dor revisada após quatro décadas. **Revista Brasileira de Dor**, v. 3, n. 3, 2020. Acesso: 10 de abril, 2025.

DIAS, *et al.*, Neuromodulação não-invasiva: uma revisão narrativa sobre aplicabilidade clínica, acesso ao tratamento e direções futuras. **Revista Brasileira de Pesquisa em Saúde**, v. 26, n. 1, p. 1-13, 2024. DOI: <https://doi.org/10.47456/rbps.v26i1.46477>. Acesso: 16 de setembro, 2025.

OPRETZKA, L. C. F. **Epidemiologia da Dor Neuropática**, dezembro de 2021. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://mevex.fiocruz.br/wp-content/uploads/2022/09/BOLETIM-EPIDEMIOL%CC%81GICO-DOR-NEUROPATICA-V2.pdf>. Acesso em: 3 de abril. 2025.

FILHO, D. G. *et al.*, Dor neuropática na prática clínica: ênfase nos instrumentos diagnósticos. **Revista Medicina Minas Gerais**, v. 32, p. e-32211, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.5935/2238-3182.2022e32211> . Acesso: 22 de julho, 2025.

FREGNI, F. *et al.* Evidence-based guidelines and secondary meta-analysis for the use of transcranial direct current stimulation in neurological and psychiatric disorders. **International Journal of Neuropsychopharmacology**, v. 24, n. 4, p. 256–313, 2021. DOI: 10.1093/ijnp/pyaa051. Acesso: 20 de setembro, 2025.

FREITAS, G. B. L, *et al.* **Neurologia: Diagnósticos, Tratamentos e Cirurgias**. Irati: Editora Pasteur, 2024. 57 p. Edição V. DOI: 10.59290/978-65-6029-171-3. Acesso: 28 de julho, 2025.

GARCIA, *et al.*, Dores neuropáticas centrais. **Revista Dor**, São Paulo, v. 17, supl. 1, p. S67–S71, 2016. DOI: 10.5935/1806-0013.20160052. Acesso: 28 de julho, 2025.

Hosomi K, *et al.* **Repetitive transcranial magnetic stimulation for central neuropathic pain: a randomized, sham-controlled trial**. Published 2020. Acesso: 16 de setembro, 2025.

INTEGRATIVE Núcleo Brasil de Saúde Integrativa & Funcional. **Estimulação Magnética Transcraniana – EMT**. Ipatinga, MG. 2023 Disponível em: <https://integrative.med.br/tratamentos/estimulacao-magnetica-transcraniana/>. Acesso: 18 de setembro, 2025.

KESIKBURUN, S. Estimulação cerebral não invasiva na reabilitação. **Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation**, [sl], v. 68, p. 11-18, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.5606/tftrd.2022.10608> . Acesso: 19 de outubro. 2025.

Lefaucheur, JP, *et al.*, (2020). Diretrizes baseadas em evidências sobre o uso terapêutico da estimulação magnética transcraniana repetitiva (EMTr). **Neurofisiologia Clínica**. Acesso: 20 de setembro, 2025.

LIU, *et al.*, **Papel crescente das neurotecnologias na reabilitação de pacientes com distúrbios neurológicos**. Beijing: Science Press, 2025. Acesso: 01 de agosto, 2025.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia Científica**. 8. ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2022. E-book. pág.304. ISBN 9786559770670. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786559770670/>. Acesso: 26 mai. 2025.

MENDES, K. D. S; SILVEIRA, R. C. P; GALVÃO, C. M. **Manual de revisão bibliográfica sistemática integrativa: a pesquisa baseada em evidências**. Brasília: Cofen, 2014. Disponível em: https://biblioteca.cofen.gov.br/wp-content/uploads/2019/06/manual_revisao_bibliografica-sistematica-integrativa.pdf. Acesso: 28 maio 2025.

MONTENEGRO, M. C; CANTILINO, A. Estimulação magnética transcraniana: o que o psiquiatra deve saber? **Revista Debates em Psiquiatria**, v. 6, n. 3, p. 23–36, mai./jun. 2016. Acesso: 20 de setembro, 2025.

OJALA, J. *et al.* Um ensaio randomizado, controlado por placebo, de estimulação magnética transcraniana repetitiva direcionada a M1 e S2 na dor central pós-AVC: um estudo piloto. **Neuromodulation**, [s.l], v. 25, n. 5, p. 829-837, jun. 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35670063/> . Acesso: 22 de setembro. 2025.

PRODANOV, C. C; FREITAS, E. C. **Metodologia do Trabalho Científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2º ed. Rio Grande do Sul: editora Feevale, 2013. Acesso: 28 de maio, 2025

PROSENSE, **Reabilitação Neurológica de Alta Tecnologia. Estimulação Elétrica Transcraniana – tDCS**. São Paulo; Belo Horizonte: Prosense, 2025. Disponível em: <https://prosense.com.br/portfolio/estimulacao-eletrica-transcraniana/>. Acesso em: 22 de setembro, 2025.

ROSNER, J. *et al.* Central neuropathic pain. **Nature Reviews. Disease Primers**, v. 9, n. 1, p. 73, 21 dez. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41572-023-00484-9>. Acesso: 15 de abril, 2025.

Rossi, S, *et al.*, (2021). Segurança, considerações éticas e diretrizes de aplicação para o uso de estimulação magnética transcraniana na prática clínica e na pesquisa. **Neurofisiologia Clínica**. Acesso: 20 de setembro, 2025.

Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. H. (2010). **Motor Control: Translating Research into Clinical Practice**. 4ª edição. Lippincott Williams & Wilkins. Acesso: 28 de julho, 2025.

SILVERTHORN, D. U. **Fisiologia humana: uma abordagem integrada**. 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. Acesso: 18 de julho, 2025.

SOLER, Dolors *et al.*, Transcranial direct current stimulation and visual illusion effect according to sensory phenotypes in patients with spinal cord injury and neuropathic pain. **The Journal of Pain**, v. 22, n. 1, p. 86–96, 2021. DOI: 10.1016/j.jpain.2020.06.004. Acesso: 22 de setembro, 2025.

SOUSA, J. R; SANTOS, S. C. M. Análise de conteúdo em pesquisa qualitativa: modo de pensar e de fazer. **Pesquisa e Debate em Educação**, v. 10, n. 2, p. 1396-1416, dezembro, 2020.

Disponível em: <https://periodicos.ufjf.br/index.php/RPDE/article/view/31559>. Acesso em: 26 de maio, 2025.

SOUZA, T.M; SILVA, D. M; CARVALHO, R. Revisão Integrativa: o que é e como fazer. **Rev.Einstein**. São Paulo, v.8, n.1, 2010. Acesso: 26 de maio, 2025

THOMAS, Joy *et al.*, Effects of multiple transcranial magnetic stimulation sessions on pain relief in patients with chronic neuropathic pain: a French cohort study in real-world clinical practice. **European Journal of Pain**, v. 29, e4763, 2025. DOI: 10.1002/ejp.4763. Acesso: 22 de setembro, 2025.

TREEDE, R.-D. *et al.*, **Neuropathic pain: redefinition and a grading system for clinical and research purposes**. *Neurology*, v. 70, n. 18, p. 1630–1635, 2008. DOI: 10.1212/01.wnl.0000282763.29778.59. Acesso: 22 de setembro, 2025.

URSI, Elizabeth S. **Prevenção de lesões de pele no perioperatório: revisão integrativa da literatura**. 2005. 128 f. Dissertação (Mestrado em Enfermagem) – Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2005. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/22/22132/tde-18072005-095456/>. Acesso em: 28 maio 2025

WU, L.-N. *et al.* The efficacy and safety of different noninvasive therapies in the treatment of central poststroke pain (CPSP): a network meta-analysis and systematic review. **Journal of Integrative Neuroscience**, v. 22, n. 4, p. 102, 2023. DOI: 10.31083/j.jin2204102. Acesso: 25 de setembro, 2025.

XU, Y. *et al.* Nonpharmacological therapies for central poststroke pain: a systematic review and network meta-analysis. **Medicine**, v. 99, n. 29, p. e21266, 2020. DOI: 10.1097/MD.00000000000021266. Acesso: 25 de setembro, 2025.

YANG, O. *et al.*, Estimulação elétrica e magnética na reabilitação neurológica. **Beijing: Science Press**, 2024. Acesso: 25 de setembro, 2025.

YANG, S.; CHANG, M. Non-invasive brain stimulation for neuropathic pain: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **Clinical Neurophysiology**, v. 131, n. 8, p. 1863–1875, 2020. DOI: 10.1016/j.clinph.2020.03.011. Acesso: 20 de setembro, 2025.