

NEUROMODULAÇÃO NA RECUPERAÇÃO PÓS- ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL: UMA REVISÃO DE ESCOPO DAS EVIDÊNCIAS SOBRE DESFECHOS FUNCIONAIS, COGNITIVOS E EMOCIONAIS

NEUROMODULATION IN POST-STROKE RECOVERY: A SCOPING REVIEW
OF THE EVIDENCE ON FUNCTIONAL, COGNITIVE, AND EMOTIONAL
OUTCOMES

Ciências da Saúde • 29/10/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/793150712](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/793150712)

Samuel Vladmiro Tembo Pequeno¹

Adriana do Nascimento Sita Gomes²

RESUMO

O acidente vascular cerebral (AVC) pode provocar déficits motores, cognitivos, comunicativos, de deglutição e alterações emocionais, comprometendo a independência funcional e a qualidade de vida. Nesse contexto, a neuromodulação tem sido investigada como estratégia complementar à reabilitação convencional, com diferentes técnicas e aplicações. Este estudo teve como objetivo mapear e caracterizar as evidências científicas sobre os efeitos da neuromodulação na recuperação de pessoas após AVC, considerando desfechos funcionais, cognitivos e emocionais. Trata-se de uma revisão de escopo conduzida segundo as recomendações do Joanna Briggs Institute (JBI), com utilização do framework PCC e do checklist PRISMA-ScR. Foram realizadas buscas nas bases PubMed/MEDLINE, LILACS/BVS, Scopus, e Google Acadêmico, seguidas de triagem e seleção dos estudos. Dos 521 registros identificados, 98 estudos foram incluídos na amostra final. A produção analisada apresentou predominância de estudos envolvendo estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC/tDCS) e estimulação magnética transcraniana repetitiva (EMTr/rTMS), além de estimulação theta burst, estimulação cerebelar, estimulação periférica, estimulação elétrica funcional, interfaces cérebro-computador, realidade virtual e robótica. Os resultados indicaram efeitos favoráveis em determinados contextos, principalmente sobre função motora, marcha, equilíbrio, linguagem, deglutição e alguns aspectos cognitivos. Entretanto, foram observados resultados negativos ou inconclusivos em diferentes estudos, além de baixa ou muito baixa certeza da evidência em algumas análises. A heterogeneidade dos protocolos, parâmetros de estimulação, fases do AVC, características dos participantes e intervenções associadas limita a comparação dos resultados e impede afirmar eficácia universal. Conclui-se que a neuromodulação

apresenta potencial terapêutico como estratégia complementar e individualizada na reabilitação pós-AVC, sendo necessária maior padronização dos protocolos, melhor definição da dose terapêutica e identificação dos pacientes com maior probabilidade de resposta.

Palavras-chave: Neuromodulação; Acidente Vascular Cerebral; Reabilitação; Estimulação Cerebral Não Invasiva; Recuperação Funcional; Neuroplasticidade.

ABSTRACT

A stroke (cerebrovascular accident, CVA) can lead to motor, cognitive, communicative, and swallowing deficits, as well as emotional disturbances, compromising functional independence and quality of life. In this context, neuromodulation has been investigated as a complementary strategy to conventional rehabilitation, encompassing various techniques and applications. This study aimed to map and characterize scientific evidence regarding the effects of neuromodulation on the recovery of individuals following a stroke, considering functional, cognitive, and emotional outcomes. It is a scoping review conducted in accordance with the recommendations of the Joanna Briggs Institute (JBI), utilizing the PCC framework and the PRISMA-ScR checklist. Searches were performed in the PubMed/MEDLINE, LILACS/BVS, Scopus, and Google Scholar databases, followed by a screening and selection process. Out of 521 identified records, 98 studies were included in the final sample. The analyzed literature predominantly featured studies involving transcranial direct current stimulation (tDCS) and repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS), as well as theta-burst stimulation, cerebellar stimulation, peripheral stimulation, functional electrical stimulation, brain-computer interfaces, virtual reality, and robotics. The results indicated favorable effects in specific contexts—primarily regarding motor function, gait, balance,

language, swallowing, and certain cognitive aspects. However, some studies reported negative or inconclusive results, and the certainty of evidence in several analyses was found to be low or very low. The heterogeneity of protocols, stimulation parameters, stages post-stroke, participant characteristics, and associated interventions limits the comparability of findings and precludes any claims of universal efficacy. It is concluded that neuromodulation holds therapeutic potential as a complementary and individualized strategy in post-stroke rehabilitation; however, greater standardization of protocols, a better definition of the therapeutic dose, and the identification of patients most likely to respond are required.

Keywords: Neuromodulation; Stroke; Rehabilitation; Noninvasive Brain Stimulation; Functional Recovery; Neuroplasticity.

1. INTRODUÇÃO

O acidente vascular cerebral (AVC) constitui um importante problema de saúde pública em razão de sua elevada ocorrência, mortalidade e, sobretudo, das limitações funcionais que podem permanecer após o evento agudo. Em 2021, foram estimados 11,9 milhões de novos casos de AVC no mundo e aproximadamente 93,8 milhões de pessoas vivendo com essa condição. Além da mortalidade, o AVC pode resultar em déficits motores, alterações da marcha e do equilíbrio, espasticidade, dificuldades de comunicação e deglutição, comprometimentos cognitivos e alterações emocionais, com repercussões sobre a independência e a participação social (WORLD Health Organization, 2025).

A recuperação após o AVC envolve processos de reorganização cerebral, aprendizagem motora e adaptação funcional, sendo a

reabilitação um componente fundamental do cuidado. A abordagem reabilitadora pode envolver diferentes profissionais e estratégias, de acordo com as necessidades clínicas e funcionais de cada pessoa. Entre seus objetivos estão a recuperação ou compensação de funções comprometidas, a melhora da capacidade para realizar atividades cotidianas e a promoção da independência e da qualidade de vida (WORLD Health Organization, 2025).

Apesar dos avanços na reabilitação, a recuperação funcional após o AVC permanece variável entre os indivíduos. A extensão e a localização da lesão, o tempo transcorrido desde o evento, as condições clínicas e as características individuais podem influenciar esse processo. Nesse contexto, estratégias capazes de modular a atividade do sistema nervoso central têm recebido atenção como possibilidades complementares às intervenções convencionais de reabilitação (Straudi et al., 2025).

Entre essas estratégias, destaca-se a neuromodulação, que compreende diferentes técnicas destinadas a modificar a atividade do sistema nervoso por meio da aplicação controlada de estímulos. Entre as modalidades não invasivas investigadas na recuperação pós-AVC destacam-se a estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC ou tDCS) e a estimulação magnética transcraniana repetitiva (EMTr ou rTMS).

Outras abordagens também vêm sendo estudadas, incluindo a estimulação theta burst, a estimulação cerebelar, a estimulação magnética periférica, a estimulação elétrica funcional e estratégias associadas a interfaces cérebro-computador, realidade virtual e dispositivos robóticos.

O interesse por essas técnicas na reabilitação pós-AVC decorre da possibilidade de influenciar a excitabilidade e a atividade de redes neurais envolvidas na recuperação funcional. Entretanto, a existência de um mecanismo biologicamente plausível não significa, por si só, que uma técnica produza benefícios clínicos. A efetividade deve ser analisada com base nos resultados dos estudos clínicos, considerando a modalidade utilizada, os parâmetros de estimulação, o momento da intervenção, o número de sessões, os desfechos avaliados e a intervenção de reabilitação associada (Straudi et al., 2025).

Apesar do potencial terapêutico dessas abordagens, os resultados clínicos variam conforme a técnica empregada e as características dos protocolos de intervenção. Uma revisão sistemática publicada em 2025, que reuniu meta-análises sobre estimulação cerebral não invasiva para comprometimentos motores e incapacidade após o AVC, identificou resultados mais consistentes para algumas aplicações da EMTr, enquanto os efeitos da tDCS foram geralmente menores e sustentados por evidências de baixa ou muito baixa certeza. Os autores destacaram ainda a diversidade dos protocolos e a variabilidade dos resultados como fatores importantes para a interpretação das evidências (Rithiely et al., 2025).

Para além dos efeitos da estimulação cerebral não invasiva considerada isoladamente, importa compreender os resultados da sua associação com intervenções de reabilitação motora. Revisões recentes indicam que a combinação dessas técnicas com intervenções de reabilitação pode apresentar resultados potencialmente favoráveis em diferentes domínios funcionais. Contudo, a qualidade da evidência e a diversidade dos protocolos

ainda dificultam conclusões firmes sobre a superioridade dessas combinações em relação à reabilitação isolada (Straudi et al., 2025).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O acidente vascular cerebral (AVC) pode produzir diferentes comprometimentos neurológicos, cuja manifestação e intensidade variam de acordo com as características da lesão e com as funções cerebrais afetadas. No processo de recuperação, alterações motoras, cognitivas, comunicativas, de deglutição e emocionais podem coexistir e interferir na independência funcional e na qualidade de vida das pessoas acometidas. A diversidade de desfechos investigados nos estudos selecionados evidencia que a recuperação pós-AVC deve ser compreendida de maneira multidimensional, envolvendo diferentes domínios funcionais e não apenas a recuperação motora (Lima; de Souza Neto; Andrade, 2023; Wang et al., 2023; Blou et al., 2019).

A literatura analisada demonstra que a neuromodulação vem sendo investigada como estratégia complementar para diferentes sequelas decorrentes do AVC. Os estudos selecionados contemplam principalmente recuperação dos membros superiores, membros inferiores, marcha, equilíbrio, função cognitiva, afasia, disfagia, negligência espacial, fadiga, dor e alterações emocionais. Essa diversidade de aplicações demonstra a expansão do campo da neuromodulação dentro da reabilitação neurológica (Safdar et al., 2023; Lin et al., 2022; Yan et al., 2020; Zhang et al., 2024).

2.1. Fundamentos da Neuromodulação na Recuperação Pós-AVC

A neuromodulação tem sido investigada como estratégia complementar à reabilitação pós-AVC devido à possibilidade de

modificar a atividade de regiões e redes neurais relacionadas às funções comprometidas. Entre as técnicas presentes na literatura selecionada estão a estimulação transcraniana por corrente contínua, a estimulação magnética transcraniana repetitiva, a estimulação theta burst e diferentes modalidades de estimulação cerebral não invasiva (Graef et al., 2016; Safdar et al., 2023; Wang et al., 2023).

2.2. Neuroplasticidade e Reorganização Cerebral Após o AVC

A utilização da neuromodulação na recuperação pós-AVC está relacionada à possibilidade de modificar a atividade neural e favorecer processos envolvidos na reorganização funcional. Essa hipótese aparece particularmente nos estudos que investigam excitabilidade cortical, conectividade funcional e biomarcadores associados à plasticidade neural. Assim, a neuroplasticidade constitui importante fundamento para compreender a neuromodulação, mas a relação entre alterações neurofisiológicas e recuperação funcional ainda necessita de maior esclarecimento (Auriat et al., 2015).

2.3. Eficácia, Limitações e Segurança da Neuromodulação

A literatura analisada apresenta resultados promissores para diferentes aplicações da neuromodulação, mas também demonstra importante heterogeneidade. Estudos positivos coexistem com ensaios que não encontraram diferenças significativas entre neuromodulação e condições de controle (da Cunha et al., 2024). Entretanto, a heterogeneidade metodológica constitui uma das principais limitações. Os estudos diferem quanto à técnica, frequência, intensidade, localização da estimulação, número de

sessões, fase do AVC, características dos participantes e intervenção associada (Du et al., 2019; Safdar et al., 2023).

2.4. Efeitos Adversos, Tolerabilidade e Segurança

Todavia, a ausência de eventos adversos relevantes em determinados estudos não deve ser interpretada como demonstração de ausência absoluta de riscos. A segurança precisa ser analisada considerando a modalidade utilizada, os parâmetros de estimulação, a frequência das sessões e as características clínicas da população estudada (Turnbull et al., 2022; Russo et al., 2017).

2.5. Lacunas e Perspectivas da Neuromodulação na Recuperação Pós-AVC

A análise dos estudos selecionados evidencia avanços importantes na utilização da neuromodulação, mas também demonstra limitações que ainda dificultam sua incorporação uniforme aos programas de reabilitação (Edwards et al., 2024).

2.6. Limitações das Evidências Disponíveis

A heterogeneidade dos protocolos constitui uma das principais limitações. Os estudos utilizam diferentes modalidades de estimulação, parâmetros, regiões-alvo, número de sessões e estratégias associadas. Essa diversidade reduz a comparabilidade entre os resultados (Du et al., 2019; Safdar et al., 2023).

2.7. Desafios para a Aplicação Clínica

Dessa forma, a questão clínica não deve ser apenas se a neuromodulação funciona, mas em quais pacientes, para qual

função, em que fase do AVC, com qual protocolo e associada a qual modalidade de reabilitação (Edwards et al., 2024).

2.8. Perspectivas para Futuras Pesquisas

Também são necessários estudos com amostras maiores, maior padronização dos protocolos, acompanhamento prolongado e avaliação sistemática da segurança. As revisões disponíveis demonstram que, apesar do número crescente de estudos, ainda existe heterogeneidade suficiente para limitar conclusões definitivas sobre a magnitude dos benefícios (Lima; de Souza Neto; Andrade, 2023; Miranda de Aquino et al., 2025).

Em síntese, as evidências selecionadas indicam que a neuromodulação apresenta potencial como estratégia complementar na recuperação pós-AVC, especialmente em determinados desfechos motores e funcionais, mas seus efeitos variam conforme a técnica, o protocolo, a função avaliada, as características do paciente e a intervenção associada. O avanço do campo depende da produção de evidências metodologicamente mais robustas e da construção de protocolos individualizados que permitam definir com maior precisão quais pacientes podem obter maior benefício da intervenção.

3. METODOLOGIA

3.1. Tipo de Estudo

Trata-se de uma revisão de escopo reconhecida como adequada para identificar lacunas na literatura, organizar evidências e mapear conceitos importantes. O estudo de escopo visa explorar temas

amplos, nos quais diversos tipos de desenho de pesquisa podem ser aplicáveis (Arksey; O'Malley, 2005).

Para tal, existe uma estrutura originalmente proposta por Arksey e O'Malley (2005) para conduzir revisões de escopo. Essa estrutura foi aprimorada pelo trabalho de Levac e colegas (2010). Levac e colegas (2010) fornecem detalhes mais explícitos sobre o que ocorre em cada etapa do processo de revisão, e esse aprimoramento aumenta tanto a clareza quanto o rigor do processo. Ambas as estruturas fundamentaram o desenvolvimento da abordagem Joanna Briggs Institute (JBI) para a condução de revisões de escopo (Peters et al., 2020), a qual será utilizada como referencial metodológico neste estudo.

Assim, o JBI Manual for Evidence Synthesis (2020) estabelece 6 etapas para a condução de uma Revisão de escopo (scoping review), conforme evidenciado na figura abaixo: Definir a questão de Investigação, desenvolver e alinhar o protocolo com o JBI, Pesquisa da literatura, Seleção dos estudos, extração dos dados, síntese de reporte.

3.2. Etapa 1 - Definir a Questão de Investigação

Para esta revisão de escopo, foi utilizado o framework PCC (População, Conceito e Contexto), recomendado pelo JBI, para orientar a formulação da questão de investigação e a definição dos critérios de elegibilidade. A escolha desse framework está diretamente relacionada ao objetivo da pesquisa, que busca mapear e caracterizar as evidências científicas acerca dos efeitos da neuromodulação na recuperação de pessoas após acidente vascular cerebral (AVC). Nesse sentido, pretende-se compreender de que

maneira as diferentes técnicas de neuromodulação têm sido utilizadas no processo de reabilitação pós-AVC e quais benefícios são descritos na literatura para a recuperação funcional, cognitiva e emocional dessa população. Essa abordagem está alinhada à estrutura PCC adotada no estudo, na qual a população corresponde às pessoas que sofreram AVC, o conceito refere-se às técnicas de neuromodulação e o contexto compreende sua aplicação no processo de recuperação e reabilitação pós-AVC.

- **P — População:** Pessoas adultas após acidente vascular cerebral;
- **C — Conceito:** Neuromodulação;
- **C — Contexto:** Reabilitação e recuperação pós-AVC.

Questão de investigação: Quais são as evidências científicas sobre os efeitos da neuromodulação na recuperação funcional, cognitiva e emocional de pessoas após acidente vascular cerebral?

3.3. Etapa 2 - Desenvolver e Alinhar o Protocolo com o JBI

Para orientar e assegurar a transparência do relato da revisão, foi utilizado o checklist PRISMA-ScR, *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews*. O protocolo desta pesquisa encontra-se registrado e disponível para consulta pública na plataforma *Open Science Framework* (OSF) sob o identificador <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/B24MW>.

Os critérios de elegibilidade foram definidos previamente, considerando a população, o conceito e o contexto de interesse da

revisão. Os critérios de inclusão foram: artigos de pesquisa primária (empíricos), revisões, reflexões teóricas e relatos de experiência publicados em fontes de evidência disponíveis para consulta em texto completo. Não foi estabelecido limite temporal, considerando o objetivo de mapear de forma abrangente a produção científica disponível sobre as evidências científicas sobre os efeitos da neuromodulação na recuperação funcional, cognitiva e emocional de pessoas após acidente vascular cerebral. Também não foram impostas restrições de idiomas (evidências em idiomas diferentes, como português, foram traduzidas pelo Google Tradutor) e que respondessem diretamente à pergunta norteadora e tivessem sido publicadas.

Foram excluídos resumos de congressos e publicações que não respondiam à questão de investigação, não abordavam a neuromodulação na recuperação ou reabilitação pós-AVC, ou não apresentavam informação suficiente para avaliar sua elegibilidade. Os motivos de exclusão dos textos completos devem corresponder aos motivos efetivamente registrados durante a seleção.

A estratégia de busca foi elaborada com base na questão norteadora e nos objetivos previamente estabelecidos. A estratégia de busca foi revisada por profissional especializado em informação e biblioteconomia, com experiência em buscas bibliográficas, sendo realizados ajustes nos descritores, termos livres e operadores booleanos antes da execução definitiva. A seguir, são apresentadas as estratégias de busca utilizadas em cada uma das bases de dados:

Tabela 2. Bases de dados e estratégias de busca

Base de dados	Estratégia de busca
PubMed/MEDLINE	(("Stroke"[Mesh] OR stroke[Title/Abstract] OR poststroke[Title/Abstract] OR post-stroke[Title/Abstract] OR "cerebrovascular accident"[Title/Abstract] OR "cerebral infarction"[Title/Abstract]) AND ("Neuromodulation"[Title/Abstract] OR "Transcranial Magnetic Stimulation"[Mesh] OR "transcranial magnetic stimulation"[Title/Abstract] OR rTMS[Title/Abstract] OR TMS[Title/Abstract] OR "transcranial direct current stimulation"[Title/Abstract] OR tDCS[Title/Abstract] OR "theta burst stimulation"[Title/Abstract] OR "non-invasive brain stimulation"[Title/Abstract] OR "noninvasive brain stimulation"[Title/Abstract] OR "electrical stimulation"[Title/Abstract] OR "functional electrical stimulation"[Title/Abstract] OR "peripheral nerve stimulation"[Title/Abstract]) AND ("Rehabilitation"[Mesh] OR "Stroke Rehabilitation"[Mesh] OR rehabilitation[Title/Abstract] OR recovery[Title/Abstract] OR "functional recovery"[Title/Abstract] OR cognitive[Title/Abstract] OR emotional[Title/Abstract] OR motor[Title/Abstract]))
LILACS/BVS	((tw:("acidente vascular cerebral" OR AVC OR "derrame cerebral" OR stroke OR "cerebrovascular accident" OR "accidente cerebrovascular" OR ictus)) AND (tw: (neuromodulação OR neuromodulación OR neuromodulation OR "estimulação cerebral" OR "estimulación cerebral" OR "brain stimulation" OR "estimulação magnética transcraniana" OR "estimulación magnética transcraneal" OR "transcranial magnetic stimulation" OR EMTr OR rTMS OR ETCC OR tDCS OR "estimulação por corrente contínua" OR "theta burst" OR "estimulação elétrica funcional" OR "functional electrical stimulation")) AND (tw:(reabilitação OR rehabilitación OR rehabilitation OR recuperação OR recuperación OR recovery OR "recuperação funcional" OR "functional recovery" OR cognitivo OR cognitive OR emocional OR emotional OR motor)))
Scopus	TITLE-ABS-KEY ((stroke OR poststroke OR "post-stroke" OR "cerebrovascular accident" OR "cerebral infarction" OR "brain infarction") AND (neuromodulation OR "brain stimulation"

	OR "non-invasive brain stimulation" OR "noninvasive brain stimulation" OR "transcranial magnetic stimulation" OR rTMS OR TMS OR "transcranial direct current stimulation" OR tDCS OR "theta burst stimulation" OR "functional electrical stimulation" OR "peripheral nerve stimulation" OR "electrical stimulation") AND (rehabilitation OR recovery OR "functional recovery" OR "motor recovery" OR cognitive OR cognition OR emotional OR mood OR "quality of life"))
Google Acadêmico	"stroke" OR "post-stroke" "neuromodulation" OR "transcranial magnetic stimulation" OR "transcranial direct current stimulation" and cognitive OR emotional OR motor recovery

Fonte: Elaboração própria (2026), com base nas recomendações do JBI Manual for Evidence Synthesis (2020).

3.4. Etapa 3 - Pesquisa da Literatura (Search Strategy)

A busca bibliográfica foi realizada nas bases de dados PubMed/MEDLINE, LILACS/BVS e Scopus. O Google Acadêmico foi utilizado como fonte suplementar para identificação de estudos potencialmente relevantes e ampliação da sensibilidade da busca. No Google Acadêmico, foram examinados os 100 primeiros resultados recuperados, considerando a ordem de relevância apresentada pela própria plataforma. A estratégia de busca foi desenvolvida a partir dos conceitos que compõem a questão de revisão, utilizando descritores controlados, incluindo os Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e os Medical Subject Headings (MeSH), combinados por meio dos operadores booleanos AND e OR.

As estratégias de busca foram adaptadas às especificidades de cada fonte de informação e estão apresentadas na Tabela 2, com o objetivo de favorecer a transparência e a reprodutibilidade do processo de revisão.

Etapa 4 - Seleção dos estudos (screening)

O processo de seleção dos estudos foi realizado em três etapas. Inicialmente, os estudos identificados nas bases de dados foram transferidos para a plataforma Rayyan™, onde foram identificadas e removidas as duplicatas. Em seguida, procedeu-se à triagem em duas fases: (1) análise dos títulos e resumos e (2) avaliação dos textos completos. A triagem foi realizada por dois revisores independentes, com a participação de um terceiro revisor para resolução de eventuais discordâncias e supervisão do processo, sendo calculada a concordância (percentual de concordância) entre os revisores. Na etapa de avaliação dos textos completos, foram registrados e documentados os motivos para exclusão dos estudos, cujas informações foram posteriormente utilizadas na elaboração do fluxograma PRISMA-Secr.

3.5. Etapa 5 - Extração dos Dados (Charting)

A seleção das fontes de evidência foi descrita conforme as recomendações do PRISMA-ScR. O fluxograma apresenta as etapas de identificação, triagem, avaliação da elegibilidade e inclusão. Os resultados foram organizados em quadros e resumos narrativos, com sumarização descritiva. Como análise complementar, foi utilizado o VOSviewer® para construir mapas de coocorrência das palavras-chave dos estudos incluídos; Os dados foram registados em instrumento adaptado do JBI; numa planilha do Microsoft Excel.

Para a extração dos dados dos estudos selecionados, foi utilizado um formulário padronizado contendo as seguintes variáveis: autores, ano de publicação, país de realização do estudo, nível de atenção à

saúde pesquisado (Primária, Secundária ou Terciária), desenho metodológico, principais resultados, (Pereira et al., 2014).

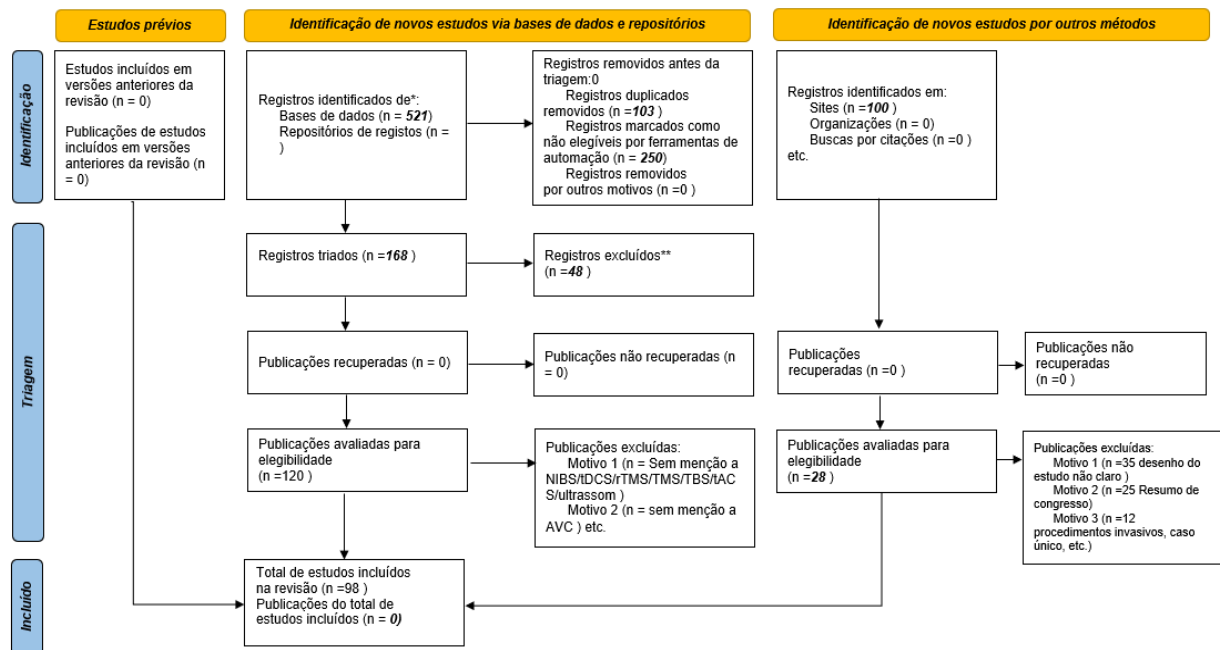
3.6. Etapa 6 - Síntese e Apresentação dos Resultados

Os dados foram organizados e analisados de forma descritiva, mediante categorização dos achados em temas relacionados aos objetivos da revisão (Mozzato & Grzybovski, 2011). Os achados foram sintetizados e categorizados por meio de tabelas e quadros conceituais, estruturados em torno dos núcleos temáticos que respondem diretamente aos objetivos específicos desta pesquisa.

4. RESULTADOS

A busca realizada nas bases de dados resultou em 521 registros. Após a leitura dos títulos e resumos, de acordo com os critérios de elegibilidade estabelecidos, 168 registros foram excluídos, tendo como principais motivos a ausência de menção à técnica de NIBS ou ao AVC, população pediátrica, utilização de modelos animais ou pré-clínicos, estimulação invasiva, relatos de caso único e formatos não elegíveis, como cartas e resumos de congresso. Após essa etapa de triagem, 120 estudos foram considerados potencialmente elegíveis. Posteriormente, após a avaliação do texto completo e a aplicação dos critérios de elegibilidade, 98 estudos foram incluídos na amostra final desta revisão de escopo. O processo de seleção dos estudos está apresentado detalhadamente na Figura 1.

Figura 1 – Modelo de fluxograma PRISMA 2020 para revisões sistemáticas



Como citar: PAGE, M. J.; MCKENZIE, J. E.; BOSSUYT, P. M.; et al. A declaração PRISMA 2020: diretriz atualizada para relatar revisões sistemáticas. Traduzido por: Tais Freire Galvão, Gustavo Magno Baldin Tiguman. Retrotraduzido por: Rafael Sarkis-Onofre. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, Brasília, v. 31, n. 2, e2022107, 2022. Disponível em: http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-49742022000201700.

4.1. Caracterização Geral dos Estudos

A síntese dos 98 estudos incluídos evidenciou uma produção científica diversificada sobre o uso da neuromodulação e de estratégias associadas na recuperação após o acidente vascular cerebral (AVC). Os estudos contemplaram diferentes fases do AVC, modalidades de estimulação, regiões cerebrais e periféricas, além de distintos desfechos clínicos e funcionais.

Entre as modalidades investigadas, destacaram-se a estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC/tDCS) e a estimulação magnética transcraniana repetitiva (EMTr/rTMS). Também foram identificadas abordagens como estimulação theta burst, estimulação cerebelar, estimulação magnética periférica, estimulação elétrica funcional, interfaces cérebro-computador (BCI), realidade virtual, robótica e combinações entre neuromodulação e terapias convencionais.

A predominância de estudos voltados à função motora demonstra que a recuperação dos membros superiores e inferiores, da marcha, do equilíbrio e da mobilidade funcional constitui o principal eixo de investigação da neuromodulação após o AVC. Entretanto, a matriz também revelou expansão das aplicações para linguagem, deglutição, cognição, negligência espacial unilateral, fadiga e sintomas depressivos (Graef et al., 2016; Lima; de Souza Neto; Andrade, 2023; Chai et al., 2024; Miranda de Aquino et al., 2025).

Os estudos apresentaram diferentes desenhos metodológicos, incluindo ensaios clínicos randomizados, revisões sistemáticas e meta-análises. Um aspecto metodológico importante foi a presença de estudos de protocolo, os quais foram considerados para caracterização da produção científica, mas não foram utilizados como evidência de eficácia terapêutica. Nesse sentido, o protocolo de Welsby et al. (2018), por exemplo, tinha como finalidade investigar a conectividade cortical como possível biomarcador preditivo da resposta à ETCC, não apresentando resultados de eficácia clínica. No entanto, a seguir, apresenta-se uma tabela-síntese das evidências identificadas, contemplando seus principais objetivos, achados e resultados:

4.2. Síntese dos Resultados dos Estudos Incluídos

Autor/ano	População	Intervençã o	Principais resultados
Zanão, Tamires (2025)	pacientes com AVC e depressão pós-AVC	ETCC/tDCS	Constatamos que a função executiva piorou ligeiramente no grupo com tDCS ativa e melhorou no grupo placebo nos modelos ajustados. Interações significativas também foram encontradas

			para a Bateria de Avaliação Frontal.
Miranda de Aquino Miranda, Jéssica (2025)	pacientes com AVC	Treinamento/reabilitação associada	Foram identificados 1.685 estudos, dos quais 18 foram incluídos na análise qualitativa. Sete estudos foram incluídos na meta-análise; todos os resultados foram classificados como de "qualidade muito baixa". Apenas a melhora na velocidade da marcha foi associada à tDCS combinada com treinamento específico da tarefa (diferença média [DM], 0,06; intervalo de confiança [IC] de 95%: 0,04, 0,07; $p < 0,001$; $I^2 = 0\%$). Não houve diferenças em outros parâmetros espaço-temporais da marcha ou na mobilidade funcional.
Lima, Eloísa de Oliveira (2024)	Pessoas/pacientes com AVC	Sem associação explícita / técnica isolada	Nove estudos foram incluídos na síntese qualitativa e na meta-análise. Os resultados das análises realizadas indicaram que não há evidências suficientes para sugerir que a estimulação transcraniana por corrente contínua ativa associada à interface cérebro-computador seja mais eficiente no desempenho motor e na independência funcional quando comparada à estimulação transcraniana por corrente contínua simulada associada à interface cérebro-computador ou à interface cérebro-computador isoladamente. Além disso, a qualidade da evidência foi classificada como muito baixa. Uma análise de subgrupo foi

			realizada para o desfecho de desempenho motor, considerando o nível de gravidade da lesão.
da Cunha, Maira Jaqueline (2024)	Pessoas/pacientes com AVC	ETCC/tDCS + Treinamento/reabilitação associada	Ambos os grupos apresentaram melhora na deficiência motora e na mobilidade funcional, além de aumento nos níveis de BDNF. Ambos os grupos também apresentaram aumento nos níveis de IL-10 e redução nos níveis de cortisol, IL-6 e TNF- α . Não foram observadas diferenças entre os grupos.
LIMA, Eloise (2023)	Pessoas/pacientes com AVC	Sem associação explícita / técnica isolada	Dezenove estudos foram incluídos. O tratamento com tDCS ativa não melhorou a função motora ($\chi^2 = 32,87$, $I^2 = 76\%$, SMD = 0,36 e IC 95% -0,18-0,90). Análises de subgrupos mostraram um efeito significativo favorável à tDCS, em relação à função motora, nas fases aguda e subaguda pós-AVC. No entanto, a qualidade da evidência para esse desfecho foi muito baixa. Em relação ao desfecho de equilíbrio, uma metanálise mostrou uma diferença significativa em favor da tDCS ativa, mas a qualidade da evidência foi considerada muito baixa. Quanto ao desfecho de qualidade de vida, nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada em favor da tDCS.

da Cunha, Maira Jaqueline (2022)	Pessoas/pacientes com AVC	Sem associação explícita / técnica isolada	Não foram observadas diferenças entre os grupos durante a execução do TUG ou em outros desfechos. O desempenho no TUG melhorou tanto no grupo tDCS + FDS (antes do tratamento = 24,29 [IC 95% = 17,72-33,28]; após o tratamento = 21,75 [IC 95% = 15,75-30,08]) quanto no grupo tDCS simulado + FDS (antes do tratamento = 19,63 [IC 95% = 16,06-23,0]; após o tratamento = 18,45 [IC 95% = 15,26-22,3]). Essa melhora persistiu na avaliação de acompanhamento. Ambos os grupos também apresentaram redução da espasticidade dos flexores plantares e extensores do joelho, aumento da qualidade de vida e aumento da distância total percorrida.
de Freitas Zanona, Aristela (2022)	Pessoas/pacientes com AVC	EMTr/rTMS	Trinta e seis participantes foram divididos igualmente em grupos (nove participantes por grupo). Sete pacientes foram excluídos da análise de MEP devido à falha em produzir MEP consistente. Um participante foi excluído da análise de SSEP porque nenhum SSEP foi detectado. Todos os grupos de estimulação somatossensorial apresentaram diminuição da ASY em S1, exceto o grupo rTMS simulado/SS simulado. Quando comparada com a linha de base, a excitabilidade de M1 aumentou apenas no grupo rTMS/SS.

Reis, Suzana Bleckmann (2021)	Pessoas/pacientes com AVC	robótica/exoesqueleto + Robótica/exoesqueleto	Não foi encontrado um tamanho de efeito homogêneo significativo tanto para o domínio da função da estrutura corporal (diferença média [DM] = 0,15; IC 95% = -3,10 a 3,40; P = 0,93; I ² = 0%) quanto para o domínio da limitação da atividade (DM padrão = 0,03; IC 95% = -0,28 a 0,33; P = 0,87; I ² = 0%).
VAZ, Patricia Graef (2019)	Pessoas/pacientes com AVC	Sem associação explícita / técnica isolada	Dez estudos (226 participantes) foram incluídos na meta-análise. A estimulação cerebral não invasiva (ECNI) combinada com outras terapias foi eficaz para melhorar a velocidade da marcha (DM 0,09 m/s [IC 95%, 0,05 a 0,13; I ² 0%, p < 0,0001]). A velocidade da marcha melhorou tanto na fase aguda/subaguda (DM 0,08 m/s [IC 95%, 0,02 a 0,14]) quanto na fase crônica (DM 0,08 m/s [IC 95%, 0,03 a 0,13]). Além disso, protocolos inibitórios (DM 0,09 m/s [IC 95%, 0,04 a 0,14]) e excitatórios (DM 0,07 m/s [IC 95%, 0,02 a 0,12]) foram eficazes para melhorar a velocidade da marcha. A NIBS também foi eficaz para melhorar a cadência da marcha, mas não conseguiu modificar outros resultados (FAC e MI-LE).
Graef, Patrícia (2016)	Pessoas/pacientes com AVC	Treinamento/reabilitação associada	Foram identificadas 3234 citações, e 11 estudos foram incluídos. A meta-análise incluiu oito estudos com 199 participantes e não mostrou nenhuma diferença entre os

			grupos, nem para a função do membro superior nem para a espasticidade (função do membro superior [0,03 (IC 95%: -0,25 a 0,32; I ² 0%)] e Escala de Ashworth Modificada [-0,31 (IC 95%: -0,78 a 0,17; I ² 43%)]).
Rocha, Sérgio (2016)	Pessoas/pacientes com AVC	ETCC/tDCS + Treinamento/reabilitação associada	Observou-se um aumento nos escores da FMA entre o período basal e o pós-intervenção e acompanhamento no grupo de tDCS ativa, enquanto nenhuma diferença foi observada no grupo placebo. No pós-intervenção e acompanhamento, em comparação com o grupo placebo, apenas o grupo de tDCS anódica apresentou melhora nos escores da FMA. A ANOVA mostrou que todos os grupos demonstraram melhora semelhante ao longo do tempo para a MAL e a força de preensão manual. Nos grupos de tDCS ativa, 7/7 (tDCS anódica) e 5/7 (tDCS catódica) dos pacientes apresentaram mCID, contra 3/7 no grupo placebo.
Singh, Neha (2021)	Pessoas/pacientes com AVC	robótica/exoesqueleto + Robótica/exoesqueleto	Nenhum efeito colateral foi observado em nenhum dos pacientes. Tanto o grupo de ressecção (GR) quanto o grupo controle (GC) apresentaram melhora significativa ($p < 0,05$) em todos os desfechos motores clínicos, exceto na Escala de Ashworth Modificada no GC. O GR apresentou melhora significativamente

			maior ($p < 0,05$) em comparação ao GC na Escala de Ashworth Modificada, na Amplitude de Movimento Ativa, na Escala de Fugl-Meyer e no componente Punho/Mão da Escala de Fugl-Meyer. Observou-se um aumento na excitabilidade cortical no hemisfério ipsilateral à lesão, estatisticamente significativo ($p < 0,05$) no GR em relação ao GC, conforme indicado pela diminuição do Limiar Motor de Repouso e pelo aumento na amplitude do Potencial Evocado Motor. Não foram observadas alterações significativas no hemisfério contralateral à lesão. A assimetria inter-hemisférica do Limiar Motor de Repouso evidenciou alterações significativas ($p < 0,05$) no GR em relação ao GC, indicando aumento da excitabilidade cortical no hemisfério ipsilateral à lesão, juntamente com alterações inter-hemisféricas.
Safdar, Afifa (2023)	Pessoas/pacientes com AVC	Sem associação explícita / técnica isolada	Dos 492 estudos identificados, 70 foram incluídos nesta revisão. Apenas 2 estudos não se conformaram ao modelo de competição inter-hemisférica e favoreceram o hemisfério contralateral. Somente 21 dos 70 estudos (30%) relataram o status do potencial evocado motor (PEM) como um biomarcador da função corticomotora ipsilateral. Cerca

			de metade dos estudos (37/70, 53%) verificou se a rTMS teve o efeito esperado, medindo a excitabilidade corticomotora (ECM) após a aplicação.
Garrido M, Maricel (2023)	Pessoas/pacientes com AVC	Treinamento/reabilitação associada	grupo ativo apresentou uma diferença estatisticamente significativa em comparação com o grupo simulado ao longo da tendência dos escores da FMA (função motora e dor articular) e da WMFT (capacidade funcional e peso para caixa) ($p < 0,05$) e mostrou uma diferença mínima clinicamente importante (FMA: diferença entre os grupos de 4,9 pontos [IC: 0,007-9,799]; WMFT: diferença entre os grupos de 6,54 pontos [IC: 1,10-14,15]). Nos desfechos secundários, houve diferença significativa entre os grupos na independência nas AVDs (Medida de Independência Funcional: diferença de 8,63 [IC: 1,37-18,64]) e na recuperação percebida da qualidade de vida avaliada aos 90 dias ($p = 0,0176$).

Fonte: Elaboração própria (2026), com base nos estudos incluídos na revisão de escopo

4.3. Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua

A ETCC foi uma das modalidades mais recorrentes na matriz, sendo investigada isoladamente ou associada a treinamento motor,

fisioterapia, realidade virtual, interfaces cérebro-computador, estimulação elétrica periférica e outras estratégias de reabilitação.

Os resultados, entretanto, não foram uniformes. Miranda de Aquino et al. (2025), ao analisarem a combinação entre ETCC e treinamento específico da tarefa para marcha, identificaram efeito significativo exclusivamente sobre a velocidade da marcha, com diferença média de 0,06 m/s (IC95%: 0,04–0,07; $p < 0,001$), sem diferenças significativas nos demais parâmetros espaço-temporais da marcha ou na mobilidade funcional. Os autores também classificaram a qualidade da evidência como muito baixa.

Resultados semelhantes quanto à necessidade de cautela na interpretação da superioridade da ETCC foram observados por Lima, de Souza Neto e Andrade (2023). Na análise da função motora dos membros inferiores, a ETCC ativa não apresentou benefício global estatisticamente significativo, embora análises por subgrupos tenham indicado resultados favoráveis em participantes nas fases aguda e subaguda. O mesmo estudo identificou benefício sobre o equilíbrio, mas classificou a certeza da evidência como muito baixa.

A combinação da ETCC com outras tecnologias também não produziu resultados consistentemente superiores. Lima et al. (2024), ao avaliarem ETCC associada à interface cérebro-computador, concluíram que as evidências eram insuficientes para demonstrar superioridade da combinação em relação à ETCC simulada associada à BCI ou à BCI isoladamente, tanto para desempenho motor quanto para independência funcional.

Em pacientes com AVC crônico submetidos à combinação entre ETCC e treinamento com estimulador para pé caído, da Cunha et al.

(2024) observaram melhora em diferentes indicadores nos grupos estudados, incluindo comprometimento motor e mobilidade funcional, além de alterações em BDNF, IL-10, cortisol, IL-6 e TNF- α . Contudo, não foram identificadas diferenças entre os grupos, indicando que as melhorias observadas não podem ser atribuídas exclusivamente à adição da ETCC.

4.4. Estimulação Magnética Transcraniana Repetitiva

A EMTr apresentou resultados promissores em diferentes contextos, especialmente quando considerados parâmetros específicos de estimulação, localização dos alvos e fase do AVC. Contudo, assim como observado para a ETCC, os resultados não foram uniformes entre os estudos.

Graef et al. (2016), em revisão sistemática e meta-análise sobre EMTr associada ao treinamento do membro superior, não encontraram diferença significativa entre os grupos para função do membro superior ou espasticidade. Esse resultado demonstra que a associação da neuromodulação ao treinamento convencional não produz necessariamente efeito adicional em todos os contextos clínicos.

Por outro lado, estudos que utilizaram protocolos específicos apresentaram resultados favoráveis. Qian et al. (2024), por exemplo, observaram que pacientes submetidos à EMTr de 1 Hz selecionados segundo a presença de potenciais evocados motores apresentaram maiores mudanças na função motora e na escala de acidente vascular cerebral. Os resultados também indicaram alterações na excitabilidade cortical bilateral, sugerindo relação entre os efeitos clínicos e a modulação da excitabilidade cortical.

Uma estratégia ainda mais específica foi investigada por Qin et al. (2025), que analisaram a EMTr aplicada em dois locais. A meta-análise de 14 ensaios clínicos randomizados, envolvendo 724 participantes, mostrou superioridade da estimulação em dois locais em relação à estimulação em um único local para função motora do membro superior (DM=7,07; IC95%: 1,46–12,68; $p<0,001$) e para atividades da vida diária (DM=9,90; IC95%: 7,82–11,98; $p<0,001$). Também foram observadas diferenças favoráveis quando comparada à estimulação simulada. As análises de subgrupos sugeriram maiores benefícios na fase subaguda e em protocolos com mais de 20 sessões (Qin et al., 2025).

A estimulação theta burst também apresentou resultados relevantes. Lu et al. (2024), em revisão de nove ensaios envolvendo 224 pacientes, identificaram efeitos favoráveis da estimulação theta burst intermitente sobre a função do membro superior, avaliada pela Fugl-Meyer, com SMD=0,88 (IC95%: 0,11–1,66; $p=0,03$), e pelo Action Research Arm Test, com SMD=0,83 (IC95%: 0,16–1,50; $p=0,02$). Também foi identificado efeito sobre a capacidade funcional medida pelo índice de Barthel, com SMD=0,93 (IC95%: 0,53–1,32; $p<0,0001$). Entretanto, a heterogeneidade foi elevada em alguns desfechos, particularmente para a Fugl-Meyer, na qual I^2 alcançou 84% (Lu et al., 2024).

4.5. Membro Superior, Membro Inferior, Marcha e Equilíbrio

A recuperação motora dos membros superiores constituiu um dos principais focos dos estudos. Entretanto, os resultados indicam que o efeito da neuromodulação depende da modalidade utilizada, do protocolo de estimulação, da intervenção associada e das características dos participantes.

A combinação entre neuromodulação e treinamento motor mostrou resultados positivos em alguns estudos. Rocha et al. (2016), por exemplo, identificaram aumento dos escores da Fugl-Meyer no grupo submetido à ETCC associada à terapia de movimento induzido por restrição modificada, enquanto não foram observadas mudanças equivalentes no grupo placebo. Garrido et al. (2023) também identificaram diferenças ao longo do tempo entre os grupos submetidos à ETCC associada à terapia de movimento induzido por restrição modificada, considerando medidas de função motora.

Entretanto, nem todas as combinações apresentaram superioridade. Reis et al. (2021), ao analisarem intervenções robóticas associadas à neuromodulação não invasiva, não identificaram efeito homogêneo significativo sobre função corporal ou estrutural, com $DM=0,15$ (IC95%: $-3,10-3,40$; $p=0,93$), nem sobre limitação de atividade, com $DMP=0,03$ (IC95%: $-0,28-0,33$; $p=0,87$).

Na recuperação da marcha, os resultados foram igualmente heterogêneos. Miranda de Aquino et al. (2025) encontraram benefício da ETCC associada ao treinamento específico apenas para velocidade da marcha. Wong et al. (2023), por sua vez, observaram melhora significativamente maior da velocidade da marcha cognitiva em dupla tarefa no grupo submetido à ETCC catódica associada à esteira.

No equilíbrio, Qurat-UI-Ain et al. (2022) encontraram diferenças significativas entre grupos para BBS, TUG e BESTest. Na comparação com placebo, a estimulação cerebelar apresentou resultados significativos para BBS ($p\leq 0,001$), TUG ($p=0,001$) e BESTest ($p=0,007$), enquanto a estimulação cerebral também apresentou diferenças

para BBS ($p=0,011$), TUG ($p=0,041$) e BESTest ($p=0,003$). Entretanto, os resultados para capacidade de marcha não foram consistentemente significativos, demonstrando que ganhos no equilíbrio não necessariamente se traduzem em melhora equivalente de todos os parâmetros da marcha (Qurat-UI-Ain et al., 2022).

4.6. Neuromodulação Associada a Tecnologias e Outras Intervenções

A associação da neuromodulação com tecnologias de reabilitação constituiu uma tendência importante nos 98 estudos. Foram identificadas combinações com realidade virtual, robótica, BCI, estimulação elétrica funcional e estimulação periférica.

Na combinação entre realidade virtual e neuromodulação, Zhang et al. (2024) analisaram 11 estudos, envolvendo 493 participantes, e encontraram melhora significativa da função do membro superior avaliada pela Fugl-Meyer, com $SMD=0,85$. De forma semelhante, Abdullahi, Wong e Ng (2025) identificaram superioridade da combinação entre ETCC e realidade virtual em relação aos controles para função motora, com $SMD=0,44$ ($IC95\%: 0,09-0,79$; $p=0,01$). Entretanto, a superioridade não foi demonstrada de maneira consistente para todos os demais desfechos avaliados.

As interfaces cérebro-computador associadas à estimulação elétrica funcional apresentaram resultados particularmente relevantes. Zhang et al. (2025), em 13 estudos com 777 participantes, identificaram superioridade da BCI-FES em relação à terapia convencional, à FES isoladamente e à ETCC para a função motora avaliada pela Fugl-Meyer. A BCI-FES apresentou diferença média de 6,01 pontos em relação à terapia convencional, 3,85 pontos em

relação à FES e 6,53 pontos em relação à ETCC. Entretanto, a combinação BCI-FES+ETCC não apresentou diferença estatisticamente significativa em comparação com BCI-FES isoladamente ou ETCC isoladamente, indicando que adicionar uma segunda modalidade de estimulação não garante necessariamente benefício adicional (Zhang et al., 2025).

A integração entre neuromodulação e estimulação elétrica periférica também apresentou resultados variáveis. Cheng, Usman e Ng (2026) observaram que algumas combinações produziram benefícios em medidas específicas, como função da mão, atividades de vida diária e força de preensão, mas várias comparações não demonstraram diferenças significativas. Os autores destacaram ainda que algumas estimativas apresentavam baixa ou muito baixa certeza da evidência.

4.7. Linguagem, Deglutição e Negligência Espacial

A aplicação da neuromodulação não se restringiu à recuperação motora. Estudos da matriz investigaram afasia, deglutição e negligência espacial unilateral.

Na afasia, Chai et al. (2024) analisaram estudos envolvendo terapia da fala associada à neuromodulação e identificaram efeitos de pequena a média magnitude para diferentes modalidades de estimulação, com manutenção dos efeitos em avaliações posteriores. Low et al. (2025), por outro lado, observaram melhora da pontuação do WAB-AQ ao longo do acompanhamento em pacientes com afasia crônica, mas a melhora ocorreu independentemente da alocação dos participantes, não permitindo atribuir o resultado exclusivamente à EMTr.

Na disfagia, Li et al. (2021) encontraram melhora da função de deglutição em sua síntese de 18 estudos envolvendo 738 pacientes. Lin et al. (2022), em análise de 10 estudos e 343 participantes, também identificaram efeito global significativo da neuromodulação sobre a função de deglutição. Entretanto, Cosentino et al. (2026), em estudo sobre ETCC associada à estimulação vagal, encontraram melhora significativa em ambos os grupos, sem diferença significativa entre a intervenção ativa e o placebo. Esses resultados reforçam a necessidade de distinguir melhora clínica ao longo do tempo de efeito adicional específico da neuromodulação.

Na negligência espacial unilateral, Zhao et al. (2026) identificaram redução significativa do desempenho alterado no teste de bissecção de linhas entre os pacientes submetidos à EMTr, com $SMD=-1,82$ e $p<0,00001$, indicando potencial terapêutico da estimulação nesse domínio específico.

4.8. Cognição e Aspectos Emocionais

Os estudos sobre cognição apresentaram resultados promissores, mas também evidenciaram importante variabilidade entre modalidades e protocolos.

Khan et al. (2022), em revisão de 19 estudos sobre estimulação elétrica transcraniana na reabilitação cognitiva pós-AVC, encontraram melhora significativa para afasia na fase aguda, com $SMD=0,34$ (IC95%: 0,02–0,67; $p=0,04$). Entretanto, o efeito sobre atenção não alcançou significância estatística, com $SMD=0,59$ (IC95%: -0,05–1,22; $p=0,07$), e não foram identificadas melhorias consistentes nos demais domínios cognitivos analisados.

Em contrapartida, Wang et al. (2025) encontraram resultados favoráveis para estimulação não invasiva em múltiplos locais no comprometimento cognitivo pós-AVC. A meta-análise mostrou melhora do MoCA, com $DM=1,84$ (IC95%: 1,21–2,48; $p<0,00001$), do teste do relógio, com $DM=1,65$ (IC95%: 0,77–2,53; $p=0,0003$), e do Trail Making Test, com $DM=4,20$ (IC95%: 2,71–5,69; $p<0,00001$). Contudo, não foram observadas diferenças significativas em todas as medidas cognitivas ou nas atividades de vida diária.

Os resultados relacionados à depressão pós-AVC demonstram que a neuromodulação não deve ser interpretada automaticamente como promotora de melhora cognitiva. Zanão et al. (2025), ao investigarem pacientes com depressão pós-AVC submetidos à ETCC, observaram que a função executiva apresentou discreta piora no grupo de ETCC ativa e melhora no placebo nos modelos ajustados, além de interações significativas na Bateria de Avaliação Frontal. Portanto, esses resultados não sustentam uma conclusão geral de benefício cognitivo da ETCC nesse contexto.

Quanto à fadiga pós-AVC, Tang et al. (2026) não encontraram mudanças significativas na escala de impacto da fadiga durante o acompanhamento, indicando ausência de evidência suficiente para afirmar benefício da ETCC sobre esse desfecho específico.

4.9. Biomarcadores e Mecanismos Relacionados à Recuperação

Alguns estudos procuraram compreender não apenas os efeitos clínicos, mas também os mecanismos associados à recuperação. Chen et al. (2023) analisaram biomarcadores relacionados à reabilitação pós-AVC e identificaram evidência de qualidade moderada para aumento do BDNF sérico após reabilitação. Também

foram observadas evidências de menor qualidade para alterações em outros marcadores, incluindo noradrenalina, superóxido dismutase, albumina, hemoglobina, catalase, endotelina e glutamato.

Esses resultados são relevantes porque indicam que a recuperação após o AVC pode envolver modificações neurobiológicas mensuráveis. Entretanto, a identificação de alterações em biomarcadores não significa, isoladamente, que determinado biomarcador seja responsável pelo efeito clínico ou que possa ser utilizado rotineiramente como marcador prognóstico. Chen et al. (2023) apontaram o BDNF sérico como possível biomarcador relacionado à recuperação, mas essa possibilidade deve ser interpretada considerando a qualidade e a heterogeneidade das evidências disponíveis.

5. DISCUSSÃO

5.1. Predominância dos Desfechos Motores

A principal característica da produção científica analisada foi a predominância de estudos direcionados à recuperação motora. Esse padrão é coerente com a necessidade de restaurar funções diretamente relacionadas à independência após o AVC, sobretudo mobilidade, marcha, equilíbrio e uso funcional dos membros superiores.

Entretanto, os resultados dos 98 estudos demonstram que a neuromodulação não produz um efeito universal sobre a recuperação motora. Alguns estudos identificaram benefícios significativos, enquanto outros encontraram apenas melhora intragrupo ou ausência de diferença entre intervenção ativa e

controle (Graef et al., 2016; Reis et al., 2021; Miranda de Aquino et al., 2025).

Essa inconsistência sugere que a efetividade da neuromodulação depende da interação entre modalidade de estimulação, local de aplicação, parâmetros utilizados, número de sessões, fase do AVC, gravidade do comprometimento e intervenção de reabilitação associada. Os resultados de Qin et al. (2025), por exemplo, sugerem maior benefício da EMTr em dois locais na fase subaguda e em protocolos com mais de 20 sessões.

5.2. A Combinação com a Reabilitação Convencional Parece Ser Central

Um dos achados mais importantes da matriz é a frequência com que a neuromodulação foi utilizada como complemento, e não como intervenção isolada. ETCC e EMTr foram associadas a treinamento motor, fisioterapia, terapia da fala, realidade virtual, robótica, BCI, FES e outras modalidades.

Contudo, a simples associação de duas tecnologias não garante efeito adicional. Lima et al. (2024) não encontraram evidência suficiente de superioridade da ETCC associada à BCI em relação às estratégias de comparação. Da mesma forma, Reis et al. (2021) não identificaram efeito homogêneo da combinação entre robótica e neuromodulação.

Por outro lado, algumas combinações apresentaram resultados favoráveis, especialmente quando existe uma relação funcional direta entre o alvo da neuromodulação e a atividade treinada. Os resultados encontrados para BCI-FES, ETCC associada à realidade virtual e determinadas estratégias de treinamento motor sugerem

que a integração entre estimulação e prática funcional pode constituir uma estratégia relevante, embora ainda seja necessário estabelecer quais combinações apresentam maior benefício e para quais perfis de pacientes (Abdullahi; Wong; Ng, 2025; Zhang et al., 2024; Zhang et al., 2025).

5.3. A Heterogeneidade dos Protocolos Limita a Comparação dos Resultados

A heterogeneidade constitui uma das principais limitações evidenciadas pela matriz. Os estudos diferiram quanto à modalidade de estimulação, intensidade, frequência, duração, número de sessões, local de aplicação, fase do AVC, gravidade clínica, intervenção associada e instrumentos de avaliação.

Essa heterogeneidade pode explicar parte das divergências encontradas entre os estudos. A revisão de Amat et al. (2026), por exemplo, identificou diferentes modalidades de eletroterapia não invasiva, incluindo NMES, TENS, FES, NMES associada à EMTr, ETCC e estimulação elétrica aferente. Embora tenham sido observadas melhorias intragrupo em função motora e espasticidade, as comparações entre grupos não demonstraram superioridade consistente em relação à reabilitação convencional.

Portanto, os resultados disponíveis não permitem afirmar que exista um único protocolo ideal de neuromodulação aplicável a todos os pacientes pós-AVC. A padronização dos parâmetros de intervenção e a definição mais precisa dos perfis de pacientes potencialmente responsivos permanecem necessárias.

5.4. A Qualidade da Evidência Exige Cautela

Outro aspecto fundamental é a qualidade da evidência. Algumas meta-análises identificaram efeitos estatisticamente significativos, mas classificaram a certeza da evidência como baixa ou muito baixa. Isso ocorreu, por exemplo, nas análises da ETCC para função dos membros inferiores e marcha (Lima; de Souza Neto; Andrade, 2023; Miranda de Aquino et al., 2025).

Assim, significância estatística não deve ser confundida com evidência clínica definitiva. Um resultado estatisticamente significativo pode coexistir com elevada heterogeneidade, pequeno número de estudos, amostras reduzidas ou limitações metodológicas.

Essa questão é particularmente importante para a interpretação das intervenções combinadas. Quando diferentes tecnologias são agrupadas em uma mesma meta-análise, a diversidade dos protocolos pode produzir uma estimativa global que não representa adequadamente nenhuma intervenção específica.

5.5. A Neuromodulação Apresenta Potencial Multidimensional

Embora a função motora seja predominante, os 98 estudos demonstram expansão da investigação para diferentes dimensões da recuperação pós-AVC. Linguagem, deglutição, cognição, negligência espacial, fadiga e sintomas emocionais passaram a integrar o campo de investigação.

Esse movimento é relevante porque a recuperação pós-AVC não se limita ao desempenho motor. A independência funcional depende também da capacidade de comunicação, alimentação segura, orientação espacial, funcionamento cognitivo e participação nas atividades cotidianas.

Entretanto, os resultados também demonstram que cada domínio responde de maneira distinta. Enquanto determinados protocolos apresentaram efeitos favoráveis sobre afasia, deglutição ou negligência espacial, outros não demonstraram benefício adicional sobre fadiga ou cognição. Dessa forma, não é metodologicamente adequado generalizar resultados obtidos em um domínio para outros desfechos clínicos.

5.6. Integração Entre Neuromodulação e Tecnologias Digitais

A presença de BCI, realidade virtual e robótica evidencia uma mudança progressiva de um modelo baseado exclusivamente na estimulação cerebral para estratégias multimodais de reabilitação.

A BCI-FES apresentou resultados particularmente expressivos para função motora quando comparada a algumas intervenções convencionais, enquanto a combinação entre ETCC e realidade virtual também apresentou efeito favorável sobre função motora (Abdullahi; Wong; Ng, 2025; Zhang et al., 2025).

Apesar disso, os resultados não justificam afirmar que as tecnologias combinadas sejam universalmente superiores. O benefício observado pode depender da intensidade do treinamento, da seleção dos pacientes, do tipo de dispositivo, da dose terapêutica e da integração entre estimulação e tarefa funcional.

5.7. Implicações para a Prática e para a Pesquisa

Em conjunto, os resultados sugerem que a neuromodulação deve ser compreendida como uma ferramenta complementar à reabilitação, e não como substituta das intervenções convencionais. Os maiores sinais de benefício aparecem sobretudo quando a

estimulação é integrada a atividades direcionadas a um déficit específico.

Para a prática clínica, isso significa que a escolha da modalidade deve considerar o objetivo terapêutico, a fase do AVC, o comprometimento funcional e a intervenção de reabilitação associada. Para a pesquisa, torna-se necessário desenvolver ensaios clínicos com maior padronização dos parâmetros, amostras adequadas, acompanhamento de médio e longo prazo e definição clara dos desfechos clinicamente relevantes.

A heterogeneidade encontrada também reforça a necessidade de estudos que investiguem não apenas se a neuromodulação funciona, mas para quem, em qual fase do AVC, com qual modalidade, qual dose, qual alvo cerebral e associada a qual estratégia de reabilitação.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente revisão teve como propósito analisar as evidências disponíveis acerca da utilização da neuromodulação na recuperação de pessoas após o acidente vascular cerebral (AVC), considerando diferentes modalidades de estimulação, aplicações terapêuticas e desfechos relacionados à recuperação funcional. A análise dos estudos selecionados demonstrou que a neuromodulação constitui um campo de investigação em expansão na reabilitação pós-AVC, abrangendo não apenas a recuperação motora, mas também marcha, equilíbrio, linguagem, deglutição, cognição, negligência espacial, fadiga e outros aspectos relacionados à funcionalidade.

Dessa forma, os resultados desta revisão indicam que a neuromodulação apresenta potencial terapêutico, mas não

sustentam a afirmação de que seja uma intervenção universalmente eficaz na recuperação pós-AVC. A evidência disponível aponta para benefícios específicos em determinados protocolos e desfechos, ao mesmo tempo em que demonstra resultados negativos ou inconclusivos em outras situações. Essa interpretação é particularmente importante para evitar que resultados estatisticamente significativos de estudos isolados sejam extrapolados para toda a população de pessoas com AVC.

Para futuras pesquisas, torna-se necessário ampliar a qualidade metodológica dos ensaios clínicos, padronizar parâmetros de estimulação, definir melhor a dose terapêutica, estabelecer desfechos clinicamente relevantes e realizar acompanhamentos mais prolongados. Também são necessários estudos que permitam identificar quais pacientes apresentam maior probabilidade de responder a determinada modalidade de neuromodulação.

Conclui-se, portanto, que a neuromodulação representa uma estratégia promissora e em desenvolvimento para a reabilitação após o AVC. A literatura analisada demonstra resultados favoráveis em determinados contextos, especialmente quando a estimulação é integrada a intervenções de reabilitação direcionadas a déficits específicos. Entretanto, a heterogeneidade dos protocolos, a variabilidade dos resultados e a presença de evidências de baixa ou muito baixa certeza impedem, neste momento, uma conclusão de eficácia universal.

Assim, a principal contribuição dos estudos analisados está em demonstrar que a neuromodulação possui potencial para ampliar as possibilidades de reabilitação pós-AVC, mas sua aplicação deve ser orientada por evidências específicas para cada modalidade,

desfecho e perfil clínico. A consolidação dessa abordagem na prática clínica dependerá da produção de evidências mais robustas, da padronização dos protocolos e da identificação de estratégias capazes de direcionar a neuromodulação para os pacientes que apresentam maior probabilidade de benefício.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDULLAHI, Auwal; WONG, Thomson WL; NG, Shamay SM. Efeitos da combinação da estimulação transcraniana por corrente contínua com a realidade virtual na função do membro superior em pacientes com acidente vascular cerebral: uma revisão sistemática e meta-análise.. 2025. DOI: 10.3390/bioengenharia12111205. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/bioengenharia12111205>. Acesso em: 8 set. 2026.

AMAT, Mariola Lledò et al. Eletroterapia não invasiva na reabilitação de sequelas motoras e espasticidade após acidente vascular cerebral: uma revisão sistemática. 2026. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/jcm15083085>. Acesso em: 8 set. 2026.

ARKSEY, Hilary; O'MALLEY, Lisa. Scoping studies: towards a methodological framework. International Journal of Social Research Methodology, v. 8, n. 1, p. 19–32, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1080/1364557032000119616>.

AURIAT, Angela M. et al. A review of transcranial magnetic stimulation and multimodal neuroimaging to characterize post-stroke neuroplasticity. Frontiers in Neurology, v. 6, art. 226, 2015. DOI: <https://doi.org/10.3389/fneur.2015.00226>

BIOU, Elisa et al. Estimulação transcraniana por corrente contínua na reabilitação da afasia pós-AVC: uma revisão sistemática.. 2019.

Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2019.01.003>. Acesso em: 8 set. 2026.

CHAI, Linsong et al. A terapia da fala combinada com estimulação cerebral não invasiva melhora a recuperação da nomeação na afasia pós-AVC? Uma metanálise e revisão sistemática. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3233/NRE-240065>. Acesso em: 8 set. 2026.

CHEN, Geng Bin et al. Biomarcadores associados à melhora funcional após reabilitação pós-AVC: uma revisão sistemática e meta-análise de ensaios clínicos randomizados. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fneur.2023.1241521>. Acesso em: 8 set. 2026.

CHEN, Songbin et al. Eficácia da estimulação intermitente por rajadas theta na recuperação motora do membro superior após acidente vascular cerebral: uma revisão sistemática e meta-análise de ensaios clínicos randomizados. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fnins.2023.1272003>. Acesso em: 8 set. 2026.

CHENG, Ian Hoyin; USMAN, Jibrin Sammani; NG, Shamay Sheung Mei. Efeitos da estimulação transcraniana por corrente contínua combinada com estimulação elétrica periférica na recuperação da função do membro superior em pacientes com AVC: uma revisão sistemática e meta-análise. 2026. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/brainsci16080791>. Acesso em: 8 set. 2026.

COSENTINO, Giuseppe et al. Reabilitação intensiva com estimulação transcraniana por corrente contínua (tDCS) anódica bilateral adjuvante na disfagia pós-AVC: um ensaio clínico randomizado multicêntrico. 2026. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/ene.70686>. Acesso em: 8 set. 2026.

DA CUNHA, Maira Jaqueline et al. Estimulação transcraniana por corrente contínua (tDCS) não adiciona efeito ao estimulador de pé caído e ao treinamento de marcha na melhoria dos parâmetros clínicos e biomarcadores de neuroplasticidade em pacientes com AVC crônico: ensaio clínico randomizado controlado. 2024. Disponível em:

<https://doi.org/10.1080/00207454.2023.2272041>. Acesso em: 8 set. 2026.

DU, João et al. Efeitos da estimulação magnética transcraniana repetitiva de alta e baixa frequência na recuperação motora em pacientes com AVC precoce: Evidências de um ensaio clínico randomizado controlado com avaliações clínicas, neurofisiológicas e de imagem funcional. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2018.101620>. Acesso em: 8 set. 2026.

EDWARDS, Jodi D. et al. A translational roadmap for transcranial magnetic and direct current stimulation in stroke rehabilitation: consensus-based core recommendations from the third Stroke Recovery and Rehabilitation Roundtable. *International Journal of Stroke*, v. 19, n. 2, p. 145–157, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1177/17474930231203982>.

GRAEF, Patrícia et al. Estimulação magnética transcraniana combinada com treinamento dos membros superiores para melhorar a função após acidente vascular cerebral: uma revisão sistemática e meta-análise. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jns.2016.08.016>. Acesso em: 8 set. 2026.

KHAN, Ahsan et al. estimulação elétrica transcraniana pode facilitar a reabilitação cognitiva pós-AVC? Uma revisão sistemática e meta-

análise. 2022. Disponível em:
<https://doi.org/10.3389/fresc.2022.795737>. Acesso em: 8 set. 2026.

LEVAC, Danielle; COLQUHOUN, Heather; O'BRIEN, Kelly K. Scoping studies: advancing the methodology. *Implementation Science*, v. 5, art. 69, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1186/1748-5908-5-69>

LI, Lingling et al. Revisão sistemática e metanálise em rede da estimulação cerebral não invasiva na disfagia pós-AVC. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2021/3831472>. Acesso em: 8 set. 2026.

LIMA, Eloísa de Oliveira et al. Estimulação transcraniana por corrente contínua e interfaces cérebro-computador para melhorar a recuperação pós-AVC: uma revisão sistemática e meta-análise. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/02692155231200086>. Acesso em: 8 set. 2026.

LIMA, Eloise; DE SOUZA NETO, José Maurício Ramos; ANDRADE, Suellen Marinho. Efeitos da estimulação transcraniana por corrente contínua na função dos membros inferiores, equilíbrio e qualidade de vida após acidente vascular cerebral: uma revisão sistemática e meta-análise. 2023. Disponível em:
<https://doi.org/10.1080/01616412.2023.2211457>. Acesso em: 8 set. 2026.

LIN, Qian et al. Revisão sistemática e meta-análise sobre a eficácia da estimulação transcraniana por corrente contínua na função de deglutição de pacientes pós-AVC. 2022. DOI: 10.1097/PHM.0000000000001845. Disponível em:
<https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000001845>. Acesso em: 8 set. 2026.

LOW, Trevor A. et al. Estimulação magnética transcraniana combinada com terapia multimodal para afasia crônica pós-AVC: um ensaio clínico randomizado. 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1212/WNL.000000000000213424>. Acesso em: 8 set. 2026.

LU, Junyue et al. Efeito da estimulação intermitente por rajadas theta na função do membro superior em pacientes com AVC: uma revisão sistemática e meta-análise. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fneur.2024.1450435>. Acesso em: 8 set. 2026.

MOZZATO, Anelise Rebelato; GRZYBOVSKI, Denize. Análise de conteúdo como técnica de análise de dados qualitativos no campo da administração: potencial e desafios. Revista de Administração Contemporânea, v. 15, n. 4, p. 731–747, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-65552011000400010>

PAGE, Matthew J. et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ, v. 372, n71, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>

PEREIRA, Leonardo Peixoto et al. Produção do conhecimento acerca da atenção à saúde do homem no Brasil. Revista de Atenção à Saúde, São Caetano do Sul, v. 12, n. 41, 2014. DOI: <https://doi.org/10.13037/rbcs.vol12n41.2321>

PETERS, Micah D. J. et al. Chapter 11: Scoping Reviews (2020 version). In: AROMATARIS, Edoardo; MUNN, Zachary (ed.). JBI Manual for Evidence Synthesis. Adelaide: JBI, 2020. DOI: <https://doi.org/10.46658/JBIMES-20-12>

PETERS, Micah D. J. et al. Updated methodological guidance for the conduct of scoping reviews. JBI Evidence Synthesis, v. 18, n. 10, p. 2119–2126, 2020. DOI: <https://doi.org/10.11124/JBIES-20-00167>

QIAN, Wenjun et al. Efeitos da estimulação magnética transcraniana repetitiva de baixa frequência na recuperação motora em pacientes com AVC subagudo com diferentes níveis de potencial evocado motor: um ensaio clínico randomizado controlado. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fneur.2024.1460925>. Acesso em: 8 set. 2026.

QIN, Jiawei et al. Eficácia da estimulação magnética transcraniana em dois locais na função motora e nas atividades da vida diária em pacientes com AVC: uma revisão sistemática e meta-análise de ensaios clínicos randomizados. 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fneur.2025.1630876>. Acesso em: 8 set. 2026.

Qurat-UI-Ain et al. Efeitos a curto prazo da estimulação transcraniana por corrente contínua anódica cerebelar versus anódica cerebral em pacientes com AVC: um ensaio clínico randomizado controlado. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fnins.2022.1035558>. Acesso em: 8 set. 2026.

REIS, Suzana Bleckmann et al. Efeitos da terapia robótica associada à estimulação cerebral não invasiva na reabilitação do membro superior após acidente vascular cerebral: revisão sistemática e meta-análise de ensaios clínicos randomizados. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/1545968321989353>. Acesso em: 8 set. 2026.

RITHIELY, Beatriz; SHIRAHIGE, Livia; LIMA, Patrícia; SOUZA, Maíra; MARQUES, Déborah; BRITO, Rodrigo; BALTAR, Adriana; DUARTE-MOREIRA, Rafael J.; BARRETO, Gabriel; ANDRADE, Rodrigo; NUNES-SÁ, Kátia; BAPTISTA, Abrahão Fontes; PISCITELLI, Daniele; MONTE-SILVA, Kátia. Non-invasive brain stimulation for stroke-related motor impairment and disability: an umbrella review of systematic reviews and meta-analyses. *Frontiers in Neuroscience*, v. 19, p. 1633986, 2025. DOI: 10.3389/fnins.2025.1633986. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fnins.2025.1633986>. Acesso em: 8 set. 2026.

ROCHA, Sérgio et al. Impacto da estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC) combinada com terapia de movimento induzido por restrição modificada (TMIRm) na função do membro superior em acidente vascular cerebral crônico: um ensaio clínico randomizado duplo-cego. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.3109/09638288.2015.1055382>. Acesso em: 8 set. 2026.

SAFDAR, Afifa et al. Aplicações da Estimulação Magnética Transcraniana Repetitiva para Melhorar o Desempenho Motor dos Membros Superiores Após Acidente Vascular Cerebral: Uma Revisão Sistemática. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/15459683231209722>. Acesso em: 8 set. 2026.

STRAUDI, Sofia et al. The effectiveness of noninvasive brain stimulation techniques combined with motor interventions in adult patients after stroke: an overview of systematic reviews. *Neuromodulation: Technology at the Neural Interface*, v. 28, n. 7, p. 1104-1117, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neurom.2025.05.004>.

TANG, Wai Kwong et al. Um ensaio clínico randomizado duplo-cego sobre a estimulação transcraniana por corrente contínua na fadiga

pós-AVC. 2026. DOI: 10.3389/fneur.2026.1658764. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fneur.2026.1658764>. Acesso em: 8 set. 2026.

TURNBULL, Clare et al. Safety and adverse events following non-invasive electrical brain stimulation in stroke: a systematic review. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 2022. DOI: [10.1080/10749357.2022.2058294](https://doi.org/10.1080/10749357.2022.2058294)

WANG, Heling et al. Efeitos da estimulação cerebral não invasiva em múltiplos locais sobre o comprometimento cognitivo após acidente vascular cerebral: uma revisão sistemática e meta-análise. 2025. DOI: 10.3389/fnhum.2025.1583566. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fnhum.2025.1583566>. Acesso em: 8 set. 2026.

WANG, Yao et al. Eficácia comparativa de diferentes terapias não invasivas de estimulação cerebral para a recuperação da função cognitiva global, atenção, memória e função executiva após acidente vascular cerebral: uma metanálise em rede de ensaios clínicos randomizados. 2023. DOI: 10.1177/20406223231168754. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/20406223231168754>. Acesso em: 8 set. 2026.

WELSBY, Elana et al. Conectividade como preditor de resposta à estimulação transcraniana por corrente contínua em pacientes com AVC: protocolo para um ensaio clínico randomizado duplo-cego.. 2018. DOI: 10.2196/10848. Disponível em: <https://doi.org/10.2196/10848>. Acesso em: 8 set. 2026.

WONG, Pei-Ling et al. Efeitos da estimulação transcraniana por corrente contínua seguida de treinamento em esteira sobre a marcha em dupla tarefa e a atividade cortical em pacientes com acidente vascular cerebral crônico: um ensaio clínico randomizado

duplo-cego. 2023. DOI: 10.2340/jrm.v55.5258. Disponível em: <https://doi.org/10.2340/jrm.v55.5258>. Acesso em: 8 set. 2026.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Stroke. Geneva: World Health Organization, 19 Dec. 2025. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/stroke>. Acesso em: 8 set. 2026.

YAN, Ru-Bing et al. Efeito da estimulação transcraniana por corrente contínua na função cognitiva em pacientes com AVC: uma revisão sistemática e meta-análise. 2020. DOI: 10.1371/journal.pone.0233903. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0233903>. Acesso em: 8 set. 2026.

YAN, Zhijie et al. Estudo clínico da terapia de entonação melódica combinada com estimulação transcraniana por corrente contínua para afasia pós-AVC: um ensaio clínico randomizado, simples-cego e controlado. 2023. DOI: 10.3389/fnins.2023.1088218. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fnins.2023.1088218>. Acesso em: 8 set. 2026.

ZANÃO, Tamires et al. Alterações cognitivas em pacientes com depressão pós-AVC submetidos a tratamento com estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC): uma análise exploratória complementar de um ensaio clínico randomizado controlado por placebo. 2025. DOI: 10.47626/1516-4446-2024-3847. Disponível em: <https://doi.org/10.47626/1516-4446-2024-3847>. Acesso em: 8 set. 2026.

ZHANG, Haiquan et al. A estimulação bilateral do cerebelo com rajadas teta intermitentes melhora a função de deglutição e a reorganização cortical em pacientes com acidente vascular cerebral subagudo: um ensaio clínico randomizado, simples-cego e

controlado. 2025. DOI: 10.1016/j.neurom.2025.06.015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.neurom.2025.06.015>. Acesso em: 8 set. 2026.

ZHANG, Li et al. Eficácia da interface cérebro-computador com estimulação elétrica funcional, estimulação transcraniana por corrente contínua e terapia convencional na recuperação do membro superior após acidente vascular cerebral: uma revisão sistemática e metanálise em rede. 2025. DOI: 10.3389/fneur.2025.1643536. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fneur.2025.1643536>. Acesso em: 8 set. 2026.

ZHANG, Nuo et al. Impacto da combinação de realidade virtual e estimulação cerebral não invasiva na função motora do membro superior em pacientes com AVC: uma revisão sistemática e meta-análise. 2024. DOI: 10.1186/s12984-024-01474-y. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12984-024-01474-y>. Acesso em: 8 set. 2026.

ZHANG, Yanbin et al. Progressão da estimulação cerebral não invasiva no tratamento da depressão pós-AVC: uma revisão sistemática. 2024. DOI: 10.5152/alphapsychiatry.2024.241646. Disponível em: <https://doi.org/10.5152/alphapsychiatry.2024.241646>. Acesso em: 8 set. 2026.

ZHAO, Ruoxuan et al. Efeito da estimulação cerebral não invasiva na negligência espacial unilateral após acidente vascular cerebral: uma revisão sistemática e meta-análise. 2026. DOI: 10.1007/s00415-026-13690-8. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00415-026-13690-8>. Acesso em: 8 set. 2026.

¹ Doutorando do Curso Superior de Enfermagem Fundamental da Escola de Enfermagem do Campus de Ribeirão Preto da

Universidade de São Paulo. Mestre em Recursos Humano na Universidade Alberto Hurtado de Santiago Chile. Licenciado em Psicologia Clínica no Instituto Superior Politécnico de Cabinda da Universidade 11 de Novembro. Pós graduando em Neurociências aplicadas a tecnologias pela Neurowork Brasil. Docente de Psicologia Médica na Faculdade de Medicina da Universidade 11 de Novembro. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

² Doutoranda em Psicologia da Universidade do Porto. Mestre em Educação, Cultura e Organizações Sociais pela Universidade do Estado de Minas Gerais. Graduação formação de Psicólogo pelo Centro Universitário Newton Paiva. Docente do curso de Psicologia do Instituto Ciências da Saúde da Universidade Agostinho Neto. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)