



## REVISÃO DOS PARÂMETROS DE ESTIMULAÇÃO NA ESTIMULAÇÃO MAGNÉTICA TRANSCRANIANA (EMT) PARA TRATAMENTO DA ENXAQUECA

Quézia Maria da Silva Nascimento<sup>1</sup>

Antonia Mykaele Cordeiro Brandão<sup>2</sup>

### RESUMO

**INTRODUÇÃO:** A enxaqueca é uma condição neurológica prevalente e debilitante, afetando a qualidade de vida de muitos indivíduos (LLOYD JO et al., 2022; CYSNEIROS et al., 2024). Pode ser episódica ou crônica e é associada a dor intensa e sintomas sensoriais variados. A Estimulação Magnética Transcraniana (EMT) é uma técnica não invasiva que visa modular as vias cerebrais responsáveis pela dor e tem sido utilizada para tratar a enxaqueca (CALABRÒ et al., 2022). No entanto, a eficácia da EMT depende de parâmetros específicos, como frequência, intensidade e duração, e ainda não há consenso sobre os melhores protocolos a serem seguidos (BARROS; BRASIL NETO 2004). **OBJETIVOS:** Revisar a eficácia de diferentes parâmetros de EMT para o tratamento da enxaqueca. **MÉTODOS:** Conduziu-se uma revisão sistemática dos estudos publicados entre janeiro de 2014 e agosto de 2024, utilizando as bases de dados PubMed, Scopus, Scielo e BVS. A análise focou na frequência, intensidade e duração dos tratamentos com EMT. **RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Os resultados mostram que a eficácia da EMT varia conforme os parâmetros utilizados. Frequências mais altas, como as aplicadas ao córtex pré-frontal, foram associadas a um alívio significativo em casos de enxaqueca crônica (Mohamad Safiai et al., 2020; Rapinesi et al., 2016). Em contraste, frequências mais baixas e abordagens multifocais mostraram menor eficácia. Além disso, a intensidade da estimulação e o número de sessões também são fatores críticos. Estudos revelam que um maior número de sessões pode oferecer um alívio mais duradouro (Kumar et al., 2021; Misra et al., 2013). **CONCLUSÃO:** A EMT possui um potencial significativo para o tratamento da enxaqueca, mas sua eficácia está intimamente ligada à personalização dos parâmetros de tratamento. Para otimizar os resultados clínicos, é fundamental ajustar a frequência, intensidade e o número de sessões de EMT. A padronização e personalização dos protocolos de EMT são necessárias para aprimorar a eficácia do tratamento e oferecer opções mais individualizadas para pacientes com enxaqueca.

*Tema : Inteligência artificial: impactos sociais e éticos-legais*

CHRISFAPI – Christus Faculdade do Piauí | [chrisfapi.com.br](http://chrisfapi.com.br)



**Palavras-chave:** Estimulação magnética transcraniana. Enxaqueca. Eficácia clínica.

<sup>1</sup> Graduanda em Fisioterapia – Christus Faculdade do Piauí.

<sup>2</sup> Mestre – Docente - Christus Faculdade do Piauí.

## 1. INTRODUÇÃO

A enxaqueca é uma condição neurológica poligênica com alta incidência que afeta milhões de pessoas no mundo, caracterizada por dores de cabeça debilitantes e duradouras, associadas a sintomas sensoriais pela hipersensibilidade a estímulos auditivos, cutâneos, visuais e olfativos (LLOYD JO *et al.*, 2022; LLOYD JO *et al.*, 2020). Dentre suas classificações, a enxaqueca é segunda principal causa de incapacidade no mundo, podendo ser episódica com ou sem aura, caracterizada pela ocorrência de sintomas neurológicos transitórios, como sintomas oculares e auditivos, além de sintomas sensoriais e motores, e como crônica, com 15 ou mais crises diárias por mês ao longo de três meses (CYSNEIROS *et al.*, 2024).

A fisiopatologia da enxaqueca ainda é pouco compreendida e os seus mecanismos de ação, responsáveis pelo seu surgimento não são totalmente elucidados, de modo que a enxaqueca, é amplamente considerada como um distúrbio cerebral cíclico influenciado por uma combinação complexa de fatores genéticos, comportamentais e ambientais que afeta negativamente a qualidade de vida, gerando um custo significativo para a sociedade (ORNELLO *et al.*, 2021).

A estimulação magnética transcraniana (EMT), é um método de estimulação cerebral não invasivo que vem sendo comumente utilizado como uma estratégia de gerenciamento de enxaqueca para tratamento e prevenção de ataques recorrentes. O tratamento consiste na neuromodulação das vias cerebrais responsáveis pela sensação da dor (CALABRÒ *et al.*, 2022). A primeira técnica, originou-se na década de 1980 a partir do desenvolvimento do procedimento de EMT para investigar a integridade das vias motoras corticoespinhais em humanos através de um campo magnético capaz de carregar eletricamente o córtex subjacente de maneira não invasiva (PULEDDA *et al.*, 2023). Neste método, uma corrente elétrica curta é passada por uma bobina criando um campo magnético capaz de estimular células cerebrais (SAFAI e BOECHAT-BARROS 2004)

Nas últimas décadas, diferentes paradigmas de estimulação usando EMT foram desenvolvidos, permitindo medir funções neurofisiológicas e induzir mudanças transitórias ou duráveis de excitabilidade cortical e circuitos neuronais, no entanto, poucos estudos abordam

**Tema : Inteligência artificial: impactos sociais e éticos-legais**

**CHRISFAPI – Christus Faculdade do Piauí | [chrisfapi.com.br](http://chrisfapi.com.br)**

os parâmetros utilizados e os protocolos mais eficazes no tratamento da enxaqueca (BARROS; BRASIL NETO 2004).

Revisar parâmetros de EMT para tratar a enxaqueca mimetiza protocolos mais eficazes e resultados clínicos mais seguros para o tratamento da enxaqueca. Ao se concentrar na frequência, intensidade e duração, permite uma melhor compreensão tornando o tratamento mais adequado para pessoas que sofrem de enxaqueca crônica ou episódica.

## 2. OBJETIVO

### 1.1 Geral:

- Revisar diferentes parâmetros de estimulação da EMT (frequência, intensidade e duração) para identificar as mais eficazes no tratamento da enxaqueca.

### 1.2 Objetivos Específicos:

- Avaliar o impacto da frequência de estimulação na eficácia do tratamento da enxaqueca crônica e episódica.
- Analisar a relação entre a intensidade da estimulação e a redução da frequência e intensidade das crises de enxaqueca.
- Examinar a influência da duração e número de sessões de EMT na profilaxia e manejo das crises de enxaqueca.
- Comparar diferentes alvos específicos estimulados pela EMT e suas associações com a melhoria clínica.

## 3. METODOLOGIA

Foi realizada uma revisão abrangente para identificar artigos relevantes sobre a aplicação de Estimulação Magnética Transcraniana (EMT) no tratamento da enxaqueca, com foco específico na eficácia da EMT aplicada a diferentes parâmetros de estimulação da EMT (frequência, intensidade e duração) e protocolos mais eficazes no tratamento da enxaqueca. A revisão adotada é uma revisão sistemática, que visa identificar, avaliar e sintetizar de forma rigorosa e estruturada todos os estudos relevantes.

A busca foi conduzida nas bases de dados PubMed, Scopus, Scielo e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), utilizando Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e seus equivalentes em inglês, como “Estimulação Magnética Transcraniana”, “Enxaqueca”, “Cefaleia”.”, “Neuromodulação” e “Tratamento Não Farmacológico”. Foram exploradas alterações e variações desses termos, abrangendo artigos publicados entre janeiro de 2014



e agosto de 2024. Artigos fora desse período também foram incluídos se considerados relevantes, com base em sua importância e impacto na literatura atual, para garantir uma revisão abrangente e atualizada. A seleção dos artigos seguiu um processo estruturado em três etapas: leitura dos títulos, análise dos resumos e leitura completa dos artigos. Os critérios de inclusão foram: estudos em inglês e português, ensaios clínicos randomizados que investigam a eficácia da EMT em diferentes parâmetros para o tratamento da enxaqueca. Foram excluídos artigos que não disponibilizavam o texto completo, resumos, revisões, estudos de caso, coorte, observacionais, pilotos e artigos duplicados.

A revisão sistemática tem como objetivo analisar a eficácia da EMT aplicada a diferentes parâmetros no tratamento da enxaqueca, com foco na frequência, intensidade e duração.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O fluxograma do processo de seleção dos artigos e a extração dos dados estão apresentados na figura 1 e tabela 1, respectivamente.

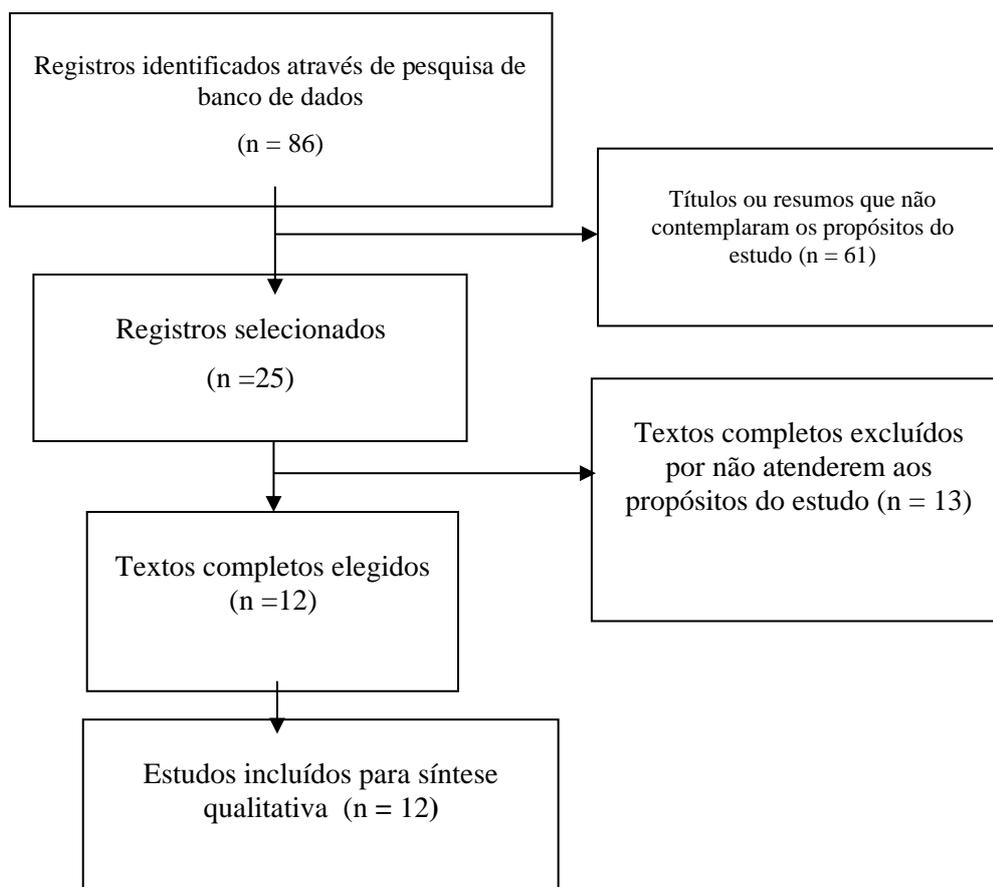


Figura 1. Fluxograma utilizado para identificar e incluir estudos relevantes para revisão

Autor/Data	Desenho do estudo	Sujeitos	Parâmetros da EMT	Resultados
(TEEPKER <i>et al.</i> , 2010)	Randomizado, duplo-cego e controlado	Pelo menos quatro crises de enxaqueca (com ou sem Aura) por mês; 28 Homens e mulheres; diretrizes da International Headache Society (IHS)	Frequência: 1 Hz	A EMT de 1 Hz no vértice não foi eficaz na profilaxia da enxaqueca.
(AURORA <i>et al.</i> , 1998)	Randomizado, duplo-cego e controlado	Onze pacientes com enxaqueca com aura, média de idade de $37 \pm 7$ anos, foram comparados com 11 C, média de idade de $37,7 \pm 7$ anos	Não especificado	A estimulação no córtex occipital correlacionou-se com a hiperexcitabilidade do córtex em pacientes com enxaqueca.
(MOHAMAD SAFIAI <i>et al.</i> , 2020)	Randomizado, duplo-cego e controlado	Homens ou mulheres com idade entre 18 e 60 anos; enxaqueca episódica de acordo com a terceira edição da International Headache Society (ICHD-3) há pelo menos 1 ano	Frequência: Alta frequência Sessões: 3 cumulativas	Três sessões de EMT de alta frequência no córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo (DLPFC) reduziram com sucesso a frequência de crises de enxaqueca.
(LEAHU <i>et al.</i> , 2021)	Estudo experimental, duplo-cego, randomizado e controlado	enxaqueca episódica com ou sem aura e randomizados para receber EMTr multifocal real (n = 37) ou simulada (estimulação	Sessões: 6 sessões em duas semanas	A EMT multifocal não mostrou resultados conclusivos.

# XV SEMANA DE INICIAÇÃO Científica

Inteligência artificial: impactos sociais e ético-legais.

		com bobina simulada, n = 28) por seis sessões durante duas semanas.		
(KUMAR <i>et al.</i> , 2021)	Ensaio clínico	Vinte pacientes destros foram randomizados em grupo de EMTr real e simulada	Sessões: 10 sessões	Dez sessões no córtex motor primário esquerdo (M1) proporcionaram alívio a longo prazo na enxaqueca crônica.
(BRIGHINA <i>et al.</i> , 2004)	Randomizado, duplo-cego e controlado	Onze pacientes foram aleatoriamente designados para o tratamento com EMTr (n = 6) ou placebo (n = 5). Enxaqueca crônica	Frequência: Alta frequência	A EMT de alta frequência no DLPFC esquerdo melhorou a enxaqueca crônica.
(CONFORTO <i>et al.</i> , 2014)	Ensaio clínico randomizado, duplo-cego, de grupos paralelos,	18 pacientes com enxaqueca crônica sem depressão grave	Frequência: Alta frequência	A EMT no DLPFC não foi eficaz, sugerindo o córtex motor como alvo mais promissor.
(KALITA; BHOI; MISRA, 2017)		94 pacientes com enxaqueca, cuja idade média era de 35 (16-65) anos, e 80 (85,1%) dos quais eram mulheres. Cinco pacientes (5,3%) apresentaram enxaqueca com aura e o restante apresentou enxaqueca sem aura. A duração média da enxaqueca foi de oito (1 – 30 ) anos.	Frequência: 10 Hz	A EMT de 10 Hz no córtex frontal esquerdo melhorou a habituação e aliviou a dor de cabeça.
(KALITA <i>et al.</i> , 2016)	Randomizado, duplo-cego e controlado	98 pacientes (Fig. 1). A idade variou entre 18 e 55 (mediana 32) anos e 79	Frequência: 10 Hz	Sessões de 10 Hz no córtex frontal esquerdo converteram cefaleias crônicas em episódicas.

**Tema : Inteligência artificial: impactos sociais e éticos-legais**

		(80,6%) eram mulheres. Enxaqueca crônica (CM) e cefaléia do tipo tensional crônica (CTTH)		
(MISRA; KALITA; BHOI, 2013)	estudo duplo-cego, randomizado, controlado por placebo	100 pacientes cuja idade média era de 35 (variação de 17 a 65) anos, e 88 eram do sexo feminino. Noventa e três pacientes apresentavam enxaqueca sem aura e sete apresentavam enxaqueca com aura.	Frequência: 10 Hz	A EMT de 10 Hz no ponto quente da ADM interrompeu a enxaqueca em 78,7% dos pacientes.
(RAPINESI <i>et al.</i> , 2016)	Estudo duplo-cego, randomizado, controlado	14 pacientes com enxaqueca crônica	Frequência: Alta frequência	A EMT de alta frequência no DLPFC reduziu a frequência e intensidade das crises e o uso de medicamentos.
(CHEN <i>et al.</i> , 2016)		Nove pacientes (1 homem, 8 mulheres) com idade média de 35,8 ± 10,5 (variação de 32 a 51) anos participaram do estudo.	Técnica: cTBS (Estimulação Theta Burst Contínua)	A cTBS no M1 reduziu a frequência das dores de cabeça.

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2024.

Uma análise dos 12 estudos revela que a eficácia da Estimulação Magnética Transcraniana Repetitiva (EMTr) no tratamento da enxaqueca varia conforme os protocolos utilizados, como frequência de estimulação, local de aplicação e número de sessões. Estudos com alta frequência aplicados no córtex pré-frontal dorsolateral (DLPFC), como os de Mohamad Safiai et al. (2020) e Rapinesi et al. (2016), mostraram redução significativa na frequência e intensidade das crises, enquanto outras abordagens, como a estimulação de 1 Hz no vértice (Teepker et al., 2010) ou EMTr multifocal (Leahu et al., 2021), não foram eficazes. Assim, a escolha das configurações é crucial para melhorar os resultados clínicos



A eficácia da Estimulação Magnética Transcraniana Repetitiva (EMTr) no tratamento da enxaqueca foi desenvolvida entre os pesquisadores devido às variações nos parâmetros utilizados, como frequência, intensidade e número de sessões. Chen et al. (2016) descobriram que frequências mais baixas, como 1 Hz, podem reduzir a hiperexcitabilidade cortical em pacientes com enxaqueca, corroborando com estudos anteriores, como os de Teepker et al. (2010), que também afirma que a baixa frequência pode ser benéfica na profilaxia da enxaqueca, embora seus resultados não tenham sido conclusivos. Por outro lado, Brighina et al. (2004) e Kumar et al. (2021) observaram que frequências mais altas, aplicadas ao córtex pré-frontal dorsolateral, proporcionaram melhora prolongada em pacientes com enxaqueca crônica. Esses estudos indicam que a escolha da frequência pode ser crucial e depender da condição específica do paciente, sugerindo que a personalização do tratamento com EMT, ajustando a frequência conforme a natureza da enxaqueca, pode otimizar os resultados e proporcionar um alívio mais eficaz e duradouro.

Além da frequência, a intensidade da EMT também é um parâmetro discutido. Estudos como os de Mohamad Safiai et al. (2020) e Kalita et al. (2017) se concentraram na eficácia das frequências e locais de aplicação, mas também abordaram a intensidade da estimulação. Intensidades mais altas podem atingir camadas mais profundas, como o córtex motor, resultando em uma modulação mais eficaz das vias da dor. Isso é corroborado por Conforto et al., que sugerem que ajustes na intensidade podem melhorar a eficácia do tratamento, destacando a importância de otimizar este parâmetro para potencializar os resultados clínicos da EMT.

A duração e o número de sessões também são fatores cruciais para a eficácia do EMTr. Enquanto Kumar et al. (2021) e Misra et al. (2013) relatando incidente significativo em pacientes que receberam 10 ou mais sessões, Leahu et al. (2021) observaram que protocolos com menos sessões não foram tão eficazes. Isso indica que tratamentos mais extensos, com um maior número de sessões, podem ser necessários para alcançar resultados comprovados, como apontado por outros estudos, como o de Brighina et al. (2004), que destacou a importância da repetição das sessões para sustentar os efeitos benéficos da neuromodulação.

Essa divergência nos resultados dos estudos sugere que a otimização dos parâmetros do EMTr, como frequência, intensidade e número de sessões, ainda requer investigação aprofundada. Outros autores, como Ornello et al. (2021), reforçam a importância de identificar

protocolos individualizados que considerem as características específicas de cada paciente com enxaqueca, incluindo o tipo e a gravidade das crises. Isso pode levar a tratamentos mais eficazes e com menos efeitos colaterais, proporcionando um intervalo mais duradouro e melhor qualidade de vida para os pacientes.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A EMTr apresenta potencial significativo para o tratamento da enxaqueca, mas sua eficácia depende de parâmetros específicos como frequência, intensidade e número de sessões. Os estudos analisados mostram que frequências mais altas no córtex pré-frontal são promissoras para a enxaqueca crônica, enquanto frequências mais baixas no córtex motor podem ser eficazes para a enxaqueca episódica. No entanto, há uma necessidade urgente de padronizar os protocolos e personalizar o tratamento para melhorar os resultados clínicos e reduzir o impacto da enxaqueca. Futuros estudos devem focar na otimização desses parâmetros para aprimorar a eficácia do EMTR e oferecer abordagens mais personalizadas para o manejo da enxaqueca.

## REFERÊNCIAS

AURORA, S. K. Visual aura in migraine. *Journal of Neurology*, v. 244, n. 2, p. 10-13, 1997.  
BOECHAT-BARROS, R. Estimulação magnética transcraniana repetitiva (EMTr) no tratamento de distúrbios neurológicos e psiquiátricos. *Revista Brasileira de Psiquiatria*, v. 26, n. 1, 2004.

BRIGHINA, F. et al. Modulation of visual cortical excitability in migraine with aura: effects of 1 Hz repetitive transcranial magnetic stimulation. *NeuroReport*, v. 15, n. 3, 2004.  
CHEN, H. et al. Effectiveness of cTBS on migraine. *Neuroscience Letters*, v. 623, p. 7–12, 2016.

BARROS, R. B, NETO, J. P. B. Estimulação Magnética Transcraniana na depressão: resultados obtidos com duas aplicações semanais. *Braz. J. Psychiatry* 26 (2) • Jun 2004. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1516-44462004000200006>.

CONFORTO, A. B. et al. High-frequency rTMS for chronic migraine: A randomized, placebo-controlled study. *Clinical Neurophysiology*, v. 125, n. 11, p. 2273-2280, 2014.  
KALITA, J.; BHOI, S. K.; MISRA, U. K. Effect of high rate rTMS on somatosensory evoked potential in migraine. *Cephalalgia*, v. 37, n. 13, p. 1222–1230, 2017.

CALABRÒ RS, BILLERI L, MANULI A, IACONO A, NARO A. Applications of transcranial magnetic stimulation in migraine: evidence from a scoping review. *J Integr Neurosci*. 2022 Jun 7;21(4):110. doi: 10.31083/j.jin2104110. PMID: 35864762.

CYSNEIROS, H. et al. Transcranial direct current stimulation in prophylaxis of chronic migraine: systematic review. *Brazilian Journal of Pain*. DOI: 10.5935/2595-0118.20240041-en

KUMAR, A. et al. Neuronavigation based 10 sessions of repetitive transcranial magnetic stimulation therapy in chronic migraine: an exploratory study. *Neurological Sciences*, v. 42, n. 1, p. 131–139, 2021.

LEAHU, P. et al. Repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) in patients with episodic migraine. *Journal of Headache and Pain*, v. 22, n. 1, 2021.

LIPTON, R. B. et al. Migraine prevalence, disease burden, and the need for preventive therapy. *Neurology*, v. 68, n. 5, p. 343-349, 2007.

LLOYD JO, CHISHOLM KI, OEHLER B, JONES MG, OKINE BN, AL-KAISY A, LAMBRU G, MCMAHON SB, ANDREOU AP. Cortical Mechanisms of Single-Pulse Transcranial Magnetic Stimulation in Migraine. *Neurotherapeutics*. 2020 Oct;17(4):1973-1987. doi: 10.1007/s13311-020-00879-6. PMID: 32632772; PMCID: PMC7851313.

LLOYD JO, HILL B, MURPHY M, AL-KAISY A, ANDREOU AP, LAMBRU G. Single-Pulse Transcranial Magnetic Stimulation for the preventive treatment of difficult-to-treat migraine: a 12-month prospective analysis. *J Headache Pain*. 2022 Jun 6;23(1):63. doi: 10.1186/s10194-022-01428-6. PMID: 35668368; PMCID: PMC9169440

MISRA, U. K.; KALITA, J.; BHOI, S. K. High-frequency rTMS in patients with migraine: A placebo-controlled study. *Neurology India*, v. 61, n. 6, 2013.

MOHAMAD SAFIAI, S. et al. Repetitive transcranial magnetic stimulation for episodic migraine: A randomized, controlled trial. *Cephalalgia*, v. 40, n. 10, 2020.

ORNELLO R, CAPONNETTO V, RATTI S, D'AURIZIO G, ROSIGNOLI C, PISTOIA F, FERRARA M, SACCO S, D'ATRI A. Which is the best transcranial direct current stimulation protocol for migraine prevention? A systematic review and critical appraisal of randomized controlled trials. *J Headache Pain*. 2021 Nov 27;22(1):144. doi: 10.1186/s10194-021-01361-0. PMID: 34837963; PMCID: PMC8903540.

PULEDDA F, VIGANÒ A, SEBASTIANELLI G, et al. Electrophysiological findings in migraine may reflect abnormal synaptic plasticity mechanisms: A narrative review. *Cephalalgia*. 2023;43(8). doi:10.1177/03331024231195780

RAPINESI, C. et al. Add-on deep transcranial magnetic stimulation (dTMS) for treatment of chronic migraine with comorbid depression: a randomized, double-blind trial. *Journal of Affective Disorders*, v. 192, 2016.

ROSSI, S. et al. Safety, ethical considerations, and application guidelines for the use of transcranial magnetic stimulation in clinical practice and research. *Clinical Neurophysiology*, v. 120, n. 12, 2009.

SCHOENEN, J. et al. Migraine prevention with a supraorbital transcutaneous stimulator: a randomized controlled trial. *Neurology*, v. 80, n. 8, p. 697-704, 2013.



XV SEMANA DE INICIAÇÃO

# Científica

Inteligência artificial: impactos sociais e ético-legais.

TEEPKER, M. et al. Low-frequency rTMS of the vertex in the prophylactic treatment of migraine. *Cephalalgia*, v. 30, n. 2, 2010.

THE INTERNATIONAL CLASSIFICATION OF HEADACHE DISORDERS, 3rd edition (ICHD-3). *Cephalalgia*, v. 38, n. 1, p. 1–211, 2018.

***Tema : Inteligência artificial: impactos sociais e éticos-legais***

**CHRISFAPI – Christus Faculdade do Piauí | [chrisfapi.com.br](http://chrisfapi.com.br)**