

# Neuromodulação Não Invasiva Aplicada em Indivíduos com Doença de Parkinson Promovendo a Melhora do Equilíbrio: Revisão Sistemática

**Autores:** <sup>1</sup>Maria Eduarda Moura Gonçalves, <sup>2</sup>Robson Ricardo Lopes, <sup>3</sup>Carolina Giorgetto

<sup>1,3</sup>Centro Universitário Barão de Mauá

<sup>2</sup>Faculdade Inspirar

<sup>1</sup>maria.m.eduarda.g@gmail.com – curso de fisioterapia, <sup>2</sup>robsonrlopes@hotmail.com,

<sup>3</sup>carolina.giorgetto@baraodemaua.br

## RESUMO

A Doença de Parkinson se dá pela perda progressiva de neurônios dopaminérgicos nigroestriatais, levando a manifestação de importantes sinais e sintomas motores que podem interferir na qualidade de vida do paciente. Assim, após realizada revisão de literatura, notamos que essas alterações, principalmente as relacionadas ao equilíbrio, podem ser melhoradas com o uso de técnicas de neuromodulação não invasiva.

## INTRODUÇÃO

A Doença de Parkinson (DP) é a segunda doença neurodegenerativa mais comum no mundo, sendo superada apenas pela doença de Alzheimer (CABREIRA; MASSANO, 2019). Geralmente surge entre 50 e 80 anos de idade em ambos os sexos, sendo caracterizada pela perda de neurônios dopaminérgicos da via nigroestriatal associada ao acúmulo da proteína  $\alpha$ -sinucleína na forma de agregados filamentosos intracelulares nos corpos de Lewy. Com sua progressão, a DP se propaga para diferentes áreas do sistema nervoso, causando os principais sinais e sintomas apresentados pelo paciente, tais como: rigidez, instabilidade postural, bradicinesia progressiva e tremor. (CABREIRA; MASSANO, 2019). Neste cenário, as complicações motoras unidas ainda a alterações cognitivas, fazem com que desequilíbrios e quedas sejam comuns nessa população, os quais contribuem enormemente com a redução da independência funcional do indivíduo com a doença (LATTARI *et al.*, 2016).

A neuromodulação não invasiva é uma técnica indolor, sem cortes e nem perfusões, que tem mostrado estudos com resultados promissores na melhora de habilidades funcionais dos indivíduos com doenças e disfunções neurológicas. As técnicas de neuromodulação não invasiva mais comuns para serem aplicadas são a Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC) e a Estimulação Magnética Transcraniana (EMT).

A ETCC consiste na aplicação de uma corrente elétrica de baixa intensidade (1mA a 2mA) por meio de eletrodos (ânodo e cátodo) posicionados

no escalpo com esponjas embebidas em soro fisiológico para conduzir a corrente e criar um circuito elétrico que atravessa o cérebro. (NITSCHKE, PAULUS, 2000; BOGGIO, 2007). A estimulação ânodica geralmente resulta no aumento do disparo neuronal e a cátodica geralmente resulta na diminuição do disparo neuronal, dificultando a transmissão de sinais entre as células. Esta estimulação depende da direção do fluxo de corrente que modula o potencial da membrana de repouso dos neurônios estimulados atuando na plasticidade sináptica (GHOSH, 2019; RICCI *et al.*, 2019).

A ETM, por sua vez, consiste na aplicação de uma breve corrente de alta intensidade que pode gerar potenciais de ação e ativar redes cerebrais de forma segura. A aplicabilidade dessa técnica consiste no uso de uma bobina de fio de cobre que se conecta a um capacitor através de um circuito elétrico que produz um campo magnético que pode gerar cerca de 1,5-2,2 Tesla nas proximidades das bobinas e dura cerca de 100 $\mu$ s na sua capacidade máxima. Sendo uma corrente pulsátil, ou seja, em momentos desligada e outros momentos, ligada, ocasiona mudança de sua intensidade rapidamente para promover a indução do campo magnético. O pulso do campo magnético entregue por uma bobina estimulante aplicada no couro cabeludo é capaz de passar através do osso do crânio sem ser atenuado e gerar um campo elétrico de cerca de 100 mV/mm ao entrar no cérebro. Sendo assim, para causar uma despolarização de membranas celulares e, conseqüentemente, aumentar a área de ativação neuronal, é preciso que a estimulação chegue na sua capacidade máxima para ter uma eficiência maior, de modo que quanto mais alta sua intensidade dentro do limite, maior a atividade neural. (LEFAUCHEUR, 2019; CONFORTO *et al.*, 2003).

A partir de 2014 foi estabelecido pelo Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional (COFFITO), através do acórdão nº 378, a normatização para exercício da fisioterapia nas técnicas de Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC) e Estimulação Magnética Transcraniana (EMT) a fim de se obter

melhora em patologias neurológicas irreversíveis como a DP.

A neuromodulação não invasiva promete agir na melhora motora relacionada à DP, melhorando o equilíbrio do paciente e seu reduzindo o risco de quedas, porém estudos com esta técnica ainda são escassos (CABREIRA; MASSANO, 2019).

## OBJETIVO

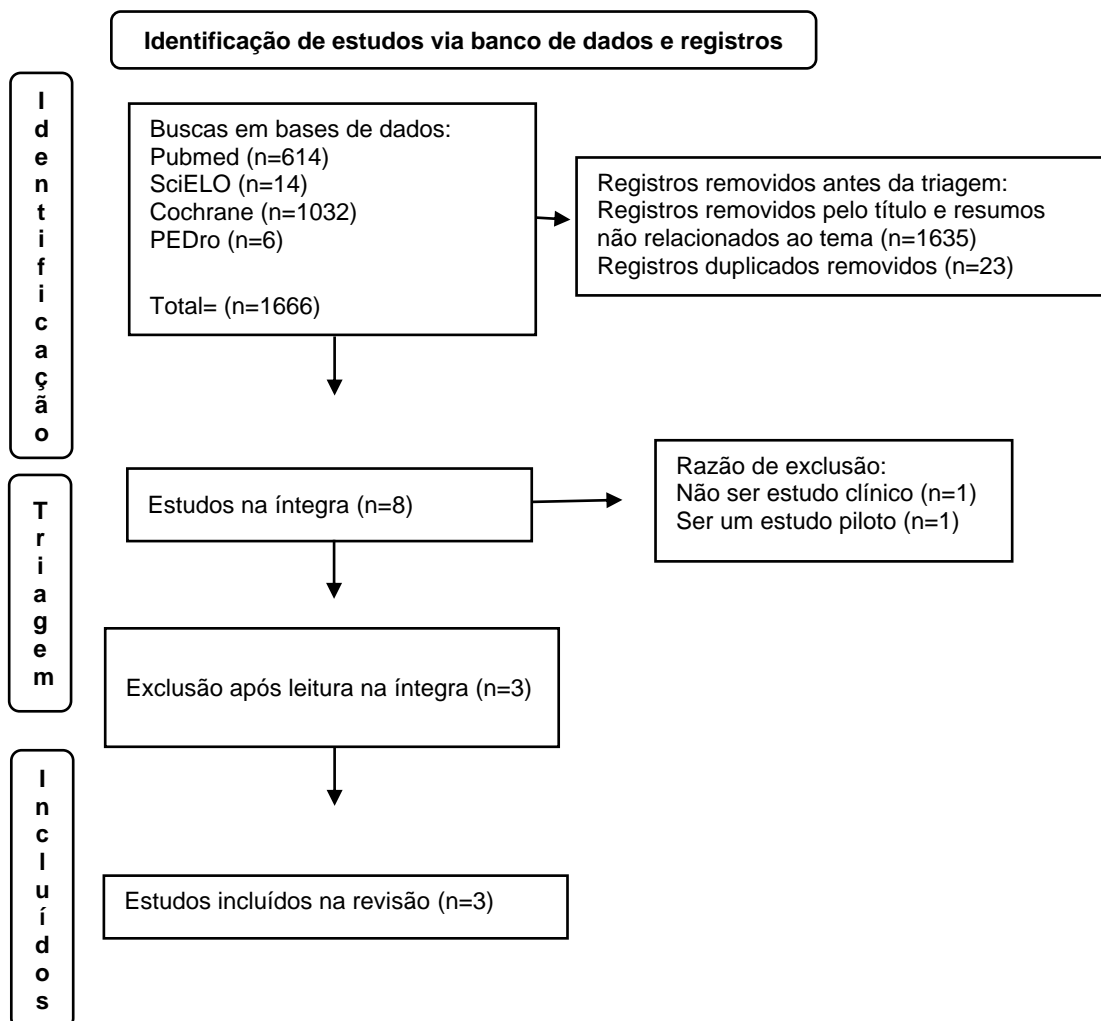
Analisar, através de revisão de literatura, a influência dos tratamentos fisioterapêuticos com base na ETCC e na EMT sobre a qualidade do equilíbrio nos indivíduos com DP.

## MÉTODOS

Trata-se de uma revisão bibliográfica onde usou-se a estratégia PICOT para construção da questão que norteou toda pesquisa: P (população), I (intervenção), C (comparação), O (desfecho) e T (tipo de estudo). Aplicado a estratégia, chegou-se à seguinte questão: “A estimulação magnética transcraniana (EMT) e a estimulação

transcraniana por corrente contínua (ETCC) promovem melhora do equilíbrio em indivíduos com Doença de Parkinson?” As pesquisas foram realizadas de março a agosto de 2021 nas bases de dados: *Cochrane Library*, *Physiotherapy Evidence Database* (PEDro), *US National Library of Medicine National Institutes of Health* (Pubmed) e *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) sob a aplicação dos descritores: Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC) AND equilíbrio AND Doença de Parkinson, Estimulação Transcraniana Magnética (ETM) AND equilíbrio AND Doença de Parkinson, ETCC AND Parkinson, ETCC AND equilíbrio, ETM Doença de Parkinson, ETM AND equilíbrio. Foram incluídos na presente pesquisa apenas trabalhos publicados entre 2016 e 2021, sendo que revisões de literatura, metanálises e estudos com outra intervenção associada foram excluídos. O fluxograma abaixo quantifica os artigos encontrados, excluídos e selecionados para estes estudos.

**Fluxograma 1 – Resultado da busca realizada nos bancos de dados:**



Fonte: próprio autor.

## RESULTADOS

Em síntese, foram utilizados três estudos que atenderam os critérios de elegibilidade para constituir a presente revisão bibliográfica. De maneira geral, os estudos selecionados

discorreram sobre a efetividade da ETCC em relação à viabilidade, satisfação e melhora do equilíbrio no indivíduo com DP. Estes são apresentados na tabela a seguir.

**Tabela 1 – Resultados obtidos após a revisão dos artigos selecionados**

<b>Ano/Autor</b>	<b>Título</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Métodos</b>	<b>Resultados</b>
2018 Hadoush H. <i>et al.</i>	Bilateral anodal transcranial direct current stimulation effect on balance and fearing of fall in patient with Parkinson's disease	Examinar os possíveis efeitos terapêuticos da ETCC bilateral sobre o equilíbrio e o medo de cair em pacientes com DP.	Ensaio clínico randomizado aleatorizado (N=18). Os resultados foram mensurados antes e após o uso da ETCC através da escala de equilíbrio de Berg, escala de eficácia de queda e teste de caminhada de 10 metros.	Houve melhora no equilíbrio e na preocupação com quedas. Não houve melhora significativa na velocidade da marcha.
2017 Lattari E. <i>et al.</i>	Can transcranial direct current stimulation on the dorsolateral prefrontal cortex improves balance and functional mobility in Parkinson's disease?	Analisar os efeitos da ETCC no córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo, quanto a melhora do equilíbrio e mobilidade funcional do indivíduo com Doença de Parkinson.	Ensaio controlado randomizado duplo-cego (N=17). As ferramentas escolhidas para mensurar os resultados pré e pós-intervenção foram: escala de equilíbrio de Berg, Dynamic Gait Index e Timed Up and Go.	O grupo intervenção teve resultados positivos nos três testes aplicados antes e após a técnica, constando sua eficácia na melhora do equilíbrio.
2018 Ricci A. <i>et al.</i>	Wearable Electronics Assess the Effectiveness of Transcranial Direct Current Stimulation on Balance and Gait in Parkinson's Disease Patients	Quantificar as melhorias do desempenho motor relacionadas ao tratamento com ETCC em pacientes com DP e distúrbios da marcha.	Estudo experimental quali-quantitativo longitudinal (N=10). Foram usados como testes motores pré e pós-intervenção: <i>Stance Feet Together</i> , <i>Tandem Stance</i> , <i>Pull Test</i> , <i>Time Up and Go</i> , <i>Stop and Go</i> e <i>Narrow Walking</i> .	Houve melhora do equilíbrio e o aumento da velocidade da marcha mesmo após 1 mês da intervenção. Porém os testes usados para avaliar o equilíbrio dinâmico e estático mostraram leve decréscimo desta função.

Fonte: próprio autor

## DISCUSSÃO

Esta revisão bibliográfica investigou os efeitos da neuromodulação não invasiva na melhora do equilíbrio em indivíduos com DP.

Hadoush *et al.* (2018), aleatorizaram 18 participantes do DP que, durante 2 semanas, receberam ETCC com corrente contínua de 1mA por eletrodo durante 20 minutos por sessão, de forma que o córtex motor primário e o córtex pré-frontal dorsolateral de ambos os hemisférios cerebrais fossem estimulados simultaneamente. Os resultados de cada sessão foram mensurados antes da intervenção e após 24 semanas da mesma, através da escala de equilíbrio de Berg, que avalia o equilíbrio estático e dinâmico, da *Falls Efficacy Scale-International* (FES-I), que mede o nível de preocupação em relação a queda durante as atividades de vida diárias e do teste de caminhada de 10 metros, avaliando velocidade da deambulação do indivíduo.

Lattari *et al.* (2017), buscaram avaliar os efeitos da ETCC no córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo para promoção da melhora do equilíbrio e da mobilidade funcional do indivíduo com DP. Para isso, realizaram um ensaio randomizado aleatorizado com 17 participantes alocados em dois grupos experimentais, de modo que um grupo recebeu a ETCC e outro recebeu tratamento placebo. Em ambos os grupos o posicionamento do eletrodo ânodo se deu na região do córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo e o eletrodo cátodo se deu no córtex orbitofrontal direito. A primeira condução da ETCC ânodica foi performeda por 20 minutos com a intensidade da corrente em 2mA. Já a condução da ETCC placebo foi performeda com o estimulador sendo desligado 30 segundos após a ativação do mesmo. Antes e após a intervenção foram utilizados instrumentos de avaliação para mostrar se houve efeitos positivos nos indivíduos que receberam a técnica. Estes instrumentos foram: a escala de equilíbrio de Berg, que avalia o equilíbrio estático e dinâmico, pelo Dynamic Gait Index (DGI), na versão do De Castro *et al.* (2006), que avalia mobilidade funcional para a capacidade dos pacientes de ajustar a marcha e pelo *Timed Up and Go* (TUG), também utilizado para avaliar a mobilidade funcional

Ricci *et al.* (2018), buscaram quantificar as melhorias do desempenho motor relacionadas ao tratamento com ETCC em pacientes com DP e distúrbios da marcha. Para isso, realizaram um estudo experimental quali-quantitativo longitudinal com 10 pacientes com DP. A intervenção foi aplicada durante cinco dias consecutivos, com repouso de dois dias, mantendo esse padrão durante um mês, atingindo um total de 12 dias de aplicação da ETCC. Os posicionamentos dos eletrodos no escalpo foram no córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo para excitar essa região que, intencionalmente, iria promover a melhora no

equilíbrio e na marcha dos sujeitos da pesquisa. A intensidade da corrente utilizada durante os 20 minutos de sessão foi de 2mA. Este estudo utilizou ainda eletrônicos vestíveis colocadas nos segmentos do corpo, principalmente no tronco e membros inferiores, para detectar exatamente os movimentos realizados nos testes. O resultado foi mensurado após 43 dias do início do tratamento. Foram aplicados seis testes motores, sendo eles: *Stance Feet Together* (SFT), que avalia o equilíbrio estático, *Tandem Stance* (TS), que avalia equilíbrio estático dificultado pela posição dos pés, *Pull Test* (PT), que avalia as respostas posturais frente a uma perturbação inesperada, *Time Up and Go* (TUG), que avalia velocidade, movimentos dos membros superiores, etapas de embaralhamento e dificuldade de girar, *Stop and Go* (S&G) e *Narrow Walking* (NW), úteis para avaliar a velocidade e variabilidade dos passos quando submetidos a dificuldades de iniciar e parar a marcha ou passar por estruturas estreitas. Todos os testes foram realizados de acordo com os padrões clínicos de cada indivíduo, sendo relevantes para uma avaliação abrangente das melhorias no desempenho motor devido a ETCC. Evidências revelam que pacientes com DP podem apresentar déficit de equilíbrio, congelamento da marcha, comprometimento da marcha, entre outras limitações biomecânicas dos membros inferiores que acabam limitando tarefas realizadas por esses indivíduos durante suas atividades de vida diárias (LATTARI *et al.*, 2017). De acordo com os três estudos inseridos neste trabalho, além da tentativa de melhorar o equilíbrio, foram estimulados efeitos para reduzir o risco de quedas, melhorar mobilidade funcional e a marcha (HADOUSH *et al.*, 2018; LATTARI *et al.*, 2017; RICCI *et al.*, 2018). Um dos estudos incluído nesta revisão, o de Hadoush *et al.* (2018), relata o posicionamento dos eletrodos em ambos os hemisférios cerebrais estimulando o córtex motor primário e o córtex pré-frontal dorsolateral de acordo com o sistema internacional de eletromiografia 10-10. Referindo-se a estudos anteriores, os autores entenderam que, os posicionamentos dos eletrodos excitavam somente um dos hemisférios, variando do direito para o esquerdo, porém nenhum deles investigou a estimulação de ambos os hemisférios, já que, segundo Hadoush *et al.* (2018), estão todos envolvidos na piora do equilíbrio e do desempenho da marcha nos casos crônicos dos indivíduos com DP. Nesse sentido, o trabalho de Hadoush *et al.* (2018) estimulou os hemisférios direito e esquerdo simultaneamente, pois os autores acreditam que, para haver um melhor efeito da técnica, o melhor método de aplicação seria em ambos os hemisférios na região do córtex que representa a área motora de movimentos complexos.

Dois dos estudos aqui inseridos, o de Lattari *et al.* (2017) e o de Ricci *et al.* (2018), estimularam o córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo com o posicionamento dos eletrodos no escalpo de acordo com o sistema internacional de

## CONCLUSÃO

Após análise criteriosa dos dados, podemos concluir que a ETCC tem sido a técnica mais utilizada para ensaios clínicos em indivíduos com déficit de equilíbrio associado à DP. Já quanto à EMT, certificamo-nos não haver evidências científicas que investigassem esse desfecho. Os artigos mostram que os níveis de viabilidade para o uso da neuromodulação não invasiva são positivos na melhora do equilíbrio no paciente com

## REFERÊNCIAS

BOGGIO, P. S. *et al.* Repeated sessions of noninvasive brain DC stimulation is associated with motor function improvement in stroke patients. **Restor Neurol Neurosci.** [s.l.], v. 25, n. 2, p. 123-129, 2007.

CABREIRA, V.; MASSANO, J. Doença de Parkinson: revisão clínica e atualização. **Acta Med Port.** [s.l.], v. 32, n. 10, p. 661-670, 1 Oct. 2019. Ordem dos Medicos. <http://dx.doi.org/10.20344/amp.11978>. Disponível em: [file:///C:/Users/user/Downloads/11978-48378-1-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/11978-48378-1-PB%20(1).pdf). Acesso em: 05 mar. 2021.

CIF: Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde [Centro Colaborador da Organização Mundial da Saúde para a Família de Classificações Internacionais, org.; coordenação da tradução Cassia Maria Buchalla]. – 1. ed, 1. reimpre. - São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.

CONSELHO FEDERAL DE FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL (Brasília). ACÓRDÃO Nº 378, DE 29 DE AGOSTO DE 2014 – Estimulação Magnética Transcraniana. Disponível em: <https://www.coffito.gov.br/nsite/?p=3330> Acesso em: 09 maio 2022.

CONFORTO, A. B. *et al.* Estimulação magnética transcraniana. **Arq. de Neuro-Psiquiatr.**, [s.l.], v. 61, n. 1, p. 146-152, mar. 2003. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0004-282x2003000100032>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/anp/a/Mzt9MVSPW3V6q6RNzztLLYm/?lang=pt>. Acesso em: 05 mar. 2021.

GHOSH, S. Improvement of gait and balance by non-invasive brain stimulation: its use in rehabilitation. **Expert Rev. Neurother.**, [s.l.], v. 19,

eletroencefalografia 10-20. Os autores destes trabalhos usaram os parâmetros entre 1mA a 2mA, permitindo uma excitação nas regiões que interferem positivamente na qualidade motora do indivíduo com DP.

DP, porém poucos estudos foram realizados para confirmar o benefício motor que esta técnica possa trazer. Assim, sugerimos a realização de ensaios clínicos randomizados aleatorizados duplo-cego que especifiquem parâmetros e posicionamentos adequados para trazer resultados mais congruentes e para que os processos de reabilitação dessa população possam ser prescritos de forma segura.

n. 2, p. 133-144, 7 Feb. 2019. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/14737175.2019.1564042>

HADOUSH, H. *et al.* Bilateral anodal transcranial direct current stimulation effect on balance and fearing of fall in patient with Parkinson's disease. **NeuroRehabilitation**, [s.l.], v. 42, n. 1, p. 63-68, 30 Jan. 2018. IOS Press. <http://dx.doi.org/10.3233/nre-172212>.

LATTARI, E. *et al.* Can transcranial direct current stimulation on the dorsolateral prefrontal cortex improves balance and functional mobility in Parkinson's disease? **Neurosc Lett.**, [s.l.], v. 636, p. 165-169, Jan. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neulet.2016.11.019>.

LEFAUCHEUR, J. Transcranial magnetic stimulation. In: LEVIN, K.; CHAUVEL, P. (ED.). **Handb Clin Neurol.: Basis and Technical Aspects.** [s.l.], v. 160, 2019. Elsevier, chapter, 37, p. 559-580, 2019. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-444-64032-1.00037-0>.

NITSCHKE, M. A.; PAULUS, W.. Sustained excitability elevations induced by transcranial DC motor cortex stimulation in humans. **Neurology**, [s.l.], v. 57, n. 10, p. 1899-1901, 27 Nov. 2001. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1212/wnl.57.10.1899>.

RAWJI, V. *et al.* On the Use of TMS to Investigate the Pathophysiology of Neurodegenerative Diseases. **Front Neurol.**, [s.l.], v. 11, p. 1-18, 3 Nov.2020. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fneur.2020.584664>. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7669623/pdf/fneur-11-584664.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2021.

RICCI, M. *et al.* Wearable Electronics Assess the Effectiveness of Transcranial Direct Current Stimulation on Balance and Gait in Parkinson's Disease Patients. **Sensors**, Basel, v. 19, n. 24, p. 5465, 11 Dec. 2019. MDPI AG.

<http://dx.doi.org/10.3390/s19245465>. Disponível em:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6960759/pdf/sensors-19-05465.pdf>. Acesso em: 09 mar. 2021.