

O Boletim de Conjuntura (BOCA) publica ensaios, artigos de revisão, artigos teóricos e empíricos, resenhas e vídeos relacionados às temáticas de políticas públicas.

O periódico tem como escopo a publicação de trabalhos inéditos e originais, nacionais ou internacionais que versem sobre Políticas Públicas, resultantes de pesquisas científicas e reflexões teóricas e empíricas.

Esta revista oferece acesso livre imediato ao seu conteúdo, seguindo o princípio de que disponibilizar gratuitamente o conhecimento científico ao público proporciona maior democratização mundial do conhecimento.



BOLETIM DE CONJUNTURA

BOCA

Ano VI | Volume 17 | Nº 49 | Boa Vista | 2024

<http://www.ioles.com.br/boca>

ISSN: 2675-1488

<https://doi.org/10.5281/zenodo.10631482>



EFEITOS DA ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENTE CONTÍNUA NA MEMÓRIA DE TRABALHO DE IDOSOS

Maria Carolina de Carvalho Sousa¹

Paloma Cavalcante Bezerra de Medeiros²

Franciele Feitosa da Silva³

Ana Carolina Martins Monteiro Silva⁴

Laurany Barbosa Santos⁵

Resumo

A Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC) é uma ferramenta não invasiva de neuromodulação, capaz de modular a atividade espontânea da rede neuronal e vem sendo estudada na memória de trabalho (MT) de idosos. Esta pesquisa objetivou investigar os efeitos da ETCC na memória de trabalho de idosos. Realizou-se um estudo longitudinal, quantitativo, triplo-cego, de medidas repetidas. Seis idosos ($M = 67$ anos; $DP = 5,32$) participaram de dez sessões de ETCC sob uma corrente de 1,5 mA no córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo. Utilizou-se subtestes da Escala de Inteligência Wechsler para Adultos (WAIS-III) para avaliar a memória de trabalho antes e após as intervenções. Os dados foram analisados no IBM SPSS STATISTICS, através da ANOVA one way de medidas repetidas. Não foram identificadas diferenças estatisticamente significativas nos intervalos de tempo (T0, T1 e T2), isto é, $[F(2, 10) = 0,185; p = 0,834; \eta^2p = 0,036; \eta^2G = 0,005]$ para dígitos diretos; $[F(2, 10) = 0,538; p = 0,600; \eta^2p = 0,097; \eta^2G = 0,017]$ para dígitos inversos; e $[F(2, 10) = 0,025; p = 0,976; \eta^2p = 0,005; \eta^2G = 0,0009]$ para sequenciamento de letras e números. Ademais, a ETCC mostrou-se segura, apresentando ausência ou baixa intensidade de sintomas adversos. Para estudos futuros, sugere-se aumento amostral, medidas capazes de avaliar atenção, fadiga e autorrelato sejam incorporadas no protocolo.

Palavras-chave: Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua; Idosos; Memória de Trabalho.

Abstract

Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) is a non-invasive neuromodulation tool capable of modulating the spontaneous activity of the neuronal network and has been studied in the working memory of the elderly. This research aimed to investigate the effects of tDCS on the working memory of the elderly. A longitudinal, quantitative, triple-blind, repeated measures study was conducted. Six elderly participants ($M = 67$ years; $SD = 5.32$) underwent ten sessions of tDCS with a current of 1.5 mA over the left dorsolateral prefrontal cortex. Subtests from the Wechsler Adult Intelligence Scale (WAIS-III) were used to assess working memory before and after the interventions. Data were analyzed using one-way repeated measures ANOVA in IBM SPSS STATISTICS. No statistically significant differences were identified in the time intervals (T0, T1, and T2), i.e., $[F(2, 10) = 0.185; p = 0.834; \eta^2p = 0.036; \eta^2G = 0.005]$ for forward digits; $[F(2, 10) = 0.538; p = 0.600; \eta^2p = 0.097; \eta^2G = 0.017]$ for backward digits; and $[F(2, 10) = 0.025; p = 0.976; \eta^2p = 0.005; \eta^2G = 0.0009]$ for letter and number sequencing. Furthermore, tDCS was found to be safe, showing either the absence or low intensity of adverse symptoms. For future studies, an increase in sample size is suggested, and measures capable of assessing attention, fatigue, and self-report should be incorporated into the protocol.

Keywords: Elderly; Transcranial Direct Current Stimulation; Working Memory.

¹ Mestranda em Psicologia pela Universidade Federal do Delta do Parnaíba (UFDPAr). E-mail: mcarolinadcs@gmail.com

² Docente da Universidade Federal do Delta do Parnaíba (UFDPAr). Doutora em Psicologia Social. E-mail: palomacbmdeiros@gmail.com

³ Mestranda em Psicologia pela Universidade Federal do Delta do Parnaíba (UFDPAr). E-mail: francielefeitosa52@gmail.com

⁴ Mestranda em Psicologia pela Universidade Federal do Delta do Parnaíba (UFDPAr). E-mail: carolinamonteiro@ufpi.edu.br

⁵ Mestranda em Psicologia pela Universidade Federal do Delta do Parnaíba (UFDPAr). E-mail: laurany04@gmail.com



INTRODUÇÃO

No processo de envelhecimento, etapa biológica natural que afeta todos os seres vivos, o acúmulo progressivo de mudanças torna o indivíduo suscetível à doença e à morte. Possuindo características multifatoriais, as alterações nesse estágio ocorrem a níveis funcionais e estruturais, podendo ocasionar dificuldades de ordem psicológica e social e déficits cognitivos – incluindo diminuição da função dos processos executivos e da memória. Destaca-se que a memória de trabalho, responsável pela completude de tarefas cognitivas, é um dos aspectos mais afetados no envelhecimento.

A literatura sugere que o envelhecimento do cérebro é moldável, voltando os esforços para a prestação serviços de saúde e tecnologias que possibilitem intervenções acessíveis e de qualidade. Nesse sentido, a Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC) apresenta-se como uma ferramenta segura e capaz de modular a atividade espontânea da rede neuronal, sendo amplamente desenvolvida em ambientes clínicos.

Entretanto, há uma grande heterogeneidade de protocolos na literatura, quanto aos instrumentos de mensuração do construto, variabilidade interindividual, tempo de aplicação, além de limitação no tamanho amostral, evidenciando a carência de um protocolo de aplicação da técnica. Nesse sentido, o presente estudo mostra-se importante para a compreensão das alterações cerebrais ocorridas ao longo do desenvolvimento humano, especificamente na velhice, possibilitando esclarecer evidências teóricas e clínicas do uso da técnica, embasando a construção de um protocolo de intervenção, e planejar o tratamento preventivo com melhor prognóstico, aliando à diferentes técnicas e respaldando práticas profissionais. Destaca-se que o foco principal é uma intervenção preventiva para aumentar o potencial das habilidades cognitivas. Diante disso, a presente pesquisa tem como problema: Quais os efeitos da neuromodulação por corrente contínua na memória de trabalho de idosos?

Desse modo, o objetivo deste estudo é investigar os efeitos da ETCC na memória de trabalho de idosos. Assim, busca-se realizar neuroestimulação ativa por meio da aplicação da técnica de ETCC; avaliar a memória de trabalho através dos subtestes da Escala de Inteligência Wechsler para Adultos (WAIS-III); e verificar a segurança da técnica através da aplicação de um protocolo de segurança. Para tanto, realizou-se um estudo longitudinal, quantitativo, ensaio clínico, triplo-cego, de medidas repetidas, no qual os voluntários responderam aos instrumentos antes e após as sessões de intervenção, assim como no *follow-up* ocorrido uma semana após a última intervenção.

O presente artigo foi organizado em seis seções distintas. A primeira seção é a introdução, na qual é definido o problema de pesquisa, ressaltando-se a sua relevância. A segunda seção apresenta o referencial teórico, viabilizando um panorama sobre a temática da pesquisa e as hipóteses do estudo. A



terceira seção descreve o método utilizado na condução do estudo. Na quarta seção, apresentam-se os resultados, incluindo as análises estatísticas realizadas e os dados obtidos. A quinta seção, intitulada discussão, objetiva promover um diálogo entre os resultados e a literatura atual sobre o protocolo de ETCC na memória de trabalho de idosos. Por fim, a sexta seção, considerações finais, expõe uma perspectiva para futuros estudos sobre a temática, ressaltando a aplicação dos resultados em conformidade com as limitações identificadas nessa pesquisa.

REFERENCIAL TEÓRICO

A expectativa de vida é tida como um componente primordial para mensurar o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) no cenário mundial. Entretanto, ela pode desconsiderar mudanças nas esferas de morbidade, incapacidade e outros fatores relacionados – visto que é calculada com base na média de idade em que as pessoas morrem em uma determinada população, gerando um número absoluto – impossibilitando a avaliação da melhoria da qualidade de vida durante o processo de envelhecimento (GUIMARÃES; ANDRADE, 2020). Assim, é importante considerar outras medidas, como a qualidade de vida, a desigualdade social, desigualdade de gênero e econômica e as mudanças na saúde ao longo do tempo, para obter uma visão mais completa da saúde e do bem-estar de uma população (CARMEL, 2019; LI; SHI, 2019; TANG; WANG; GUERRIEN, 2020).

O bem-estar subjetivo refere-se à boa experiência psicológica e funcional do indivíduo com a vida (RYAN; DECI, 2001). Na atualidade, o olhar volta-se para esse construto e a prestação de serviços de saúde e tecnologias que possibilitem cuidados acessíveis e de qualidade (NAUTIYAL, 2023).

As estatísticas da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2022) apontam para um aumento da população com mais de 60 anos nas próximas décadas, apesar da pandemia de COVID-19 ter aumentado significativamente a mortalidade e influenciado na expectativa de vida em 2020 — magnitude não observada desde a Segunda Guerra Mundial na Europa Ocidental ou a dissolução da União Soviética na Europa Oriental (ABURTO *et al.*, 2022). Estima-se um aumento da população com mais de 60 anos, principalmente nos países em desenvolvimento, podendo chegar a 1,4 bilhão em 2030 e 2,1 bilhões em 2050 (WHO, 2022). Rudnicka *et al.*, (2020) exploram os objetivos substanciais e as prioridades nomeadas pela OMS no envelhecimento saudável e os principais obstáculos. Os autores discutem o processo de envelhecimento marcado por duas perspectivas importantes: diversidade e iniquidade, pois tal processo sofre influências de fatores biopsicossociais e torna-se distinto e desigual para a população.



No Brasil, em 2022, os idosos correspondiam a 15,6% da população residente no país e representando um aumento de 56,0% do mesmo grupo em relação ao ano de 2010. Tal crescente da população idosa em conjunto com a diminuição do grupo de até 14 anos nesse período, passando de 24,1% para 19,8%, ilustra o envelhecimento da população brasileira. (GOMES; BRITO, 2023). Destaca-se que a Lei No 10.741/2003 instituiu o Estatuto do Idoso, responsável por regular e assegurar direitos de indivíduos com idade igual ou superior a 60 anos (BRASIL, 2003).

O processo de envelhecimento caracteriza-se por alterações funcionais, morfológicas, bioquímicas e psicológicas que ocorrem de forma dinâmica e progressiva – marcando perdas adaptativas do indivíduo ao ambiente, estando vulnerável às patologias que levam a óbito (PAPALÉO NETTO; PONTE, 2002). Os aspectos somáticos desta fase, última do ciclo de vida, são determinados pela calvície, canície, redução da capacidade de função de trabalho e de resistência, além de solidão e perdas psicológicas, motora e dos papéis outrora desempenhados na sociedade (PAPALÉO NETTO, 2006). Evidencia-se que alguns biogerontologistas utilizam do termo senescência para conceituar a deterioração gradativa de funções corporais ao longo do tempo, assim, o envelhecimento pode estar associado a uma perda de complexidade, de processos fisiológicos e de estruturas anatômicas (COSTA *et al.*, 2016).

Quanto às principais perdas neuropsicológicas relacionadas ao envelhecimento podem-se mencionar o declínio e o comprometimento cognitivo. Nesse sentido, as queixas mais comuns na população idosa são relacionadas a problemas de memória (RAVDIN; KATZEN, 2013). É nesse contexto que a memória de trabalho, responsável por armazenar e manipular informações temporárias durante atividades cotidianas, aparece como uma das funções executivas mais afetadas pelo envelhecimento (BRITO *et al.*, 2019).

Essa diminuição, natural do processo de envelhecimento, pode vir a comprometer a autonomia desses indivíduos, interferindo em tarefas básicas e complexas, bem como realizar compras, lembrar de compromissos, lembrar de números telefônicos ou localização geográfica. Sendo a memória de trabalho um sistema complexo e essencial para o bem-estar subjetivo, é essencial compreender e desenvolver técnicas que possam prevenir esse declínio. Conforme Izquierdo (2018), falar sobre memória significa caracterizar o processo de aquisição, formação, conservação e evocação de informações, representando-o através do tempo de duração (memória de curta e longa duração e memória remota), conteúdo (memórias declarativas e procedurais) e função (memória de trabalho).

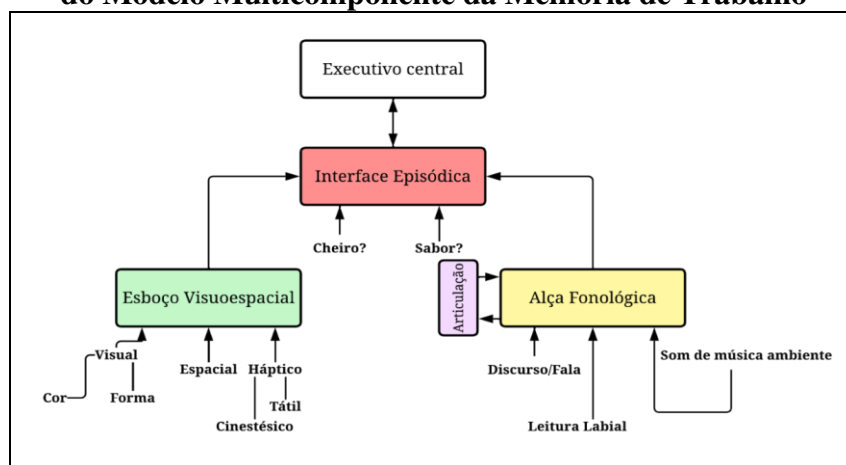
Quanto à definição de Memória de Trabalho (MT), houve uma adaptação aos interesses de estudo dos pesquisadores, ramificando-se em linhas diversas. Segundo Baddeley (1992), define-se como um sistema cerebral responsável por armazenar, momentaneamente, elementos necessários para a



completude de tarefas cognitivas, bem como compreensão da linguagem, aprendizado e raciocínio. Inicialmente, o autor detalha que a MT solicita o armazenamento e o processamento simultâneos de informações, dividindo-se em três segmentos: (I) executivo central, apontado como um sistema de atenção; e dois sistemas de apoio (slave systems) (II) esboço visuoespacial, intervém nas imagens visuais; e (III) alça fonológica, armazena e atua elementos baseado na linguagem (BADDELEY; HITCH, 1974).

Posteriormente, surgiram questionamentos acerca da interação entre MT e memória de longo prazo que excedem os pressupostos iniciais da MT, bem como a extensão de palavras uma sentença – não necessariamente transformadas em imagens visuais – e a extensão de dígitos. Para explicar tais fenômenos, Baddeley (2000) propôs a interface episódica, sistema de armazenamento, temporário e com capacidade limitada, capaz de agrupar informações em um código multidimensional. Esse segmento estaria também ligado ao executivo central e compreende episódios em que os elementos são anexados no espaço e estendidos no tempo. A figura 1, a seguir, ilustra a interação entre o sistema central e os sistemas de apoio do modelo multicomponente da memória de trabalho.

Figura 1 - Representação Esquemática do Modelo Multicomponente da Memória de Trabalho



Fonte: Elaboração própria. Adaptada de Baddeley (2012).

Como supracitado, estudos apontam para as queixas subjetivas de memória como recorrentes na população de idosos (DALPUBEL *et al.*, 2019; LIU *et al.*, 2020). Park *et al.* (2019) buscando explorar a interação entre cognição da memória subjetiva e a cognição objetiva nas funções cognitivas em idosos, evidenciam que pesquisadores e profissionais devem considerar simultaneamente a queixa de memória subjetiva e o estado cognitivo dos idosos para entender seus desempenhos de memória. Nesse sentido, embora o comprometimento cognitivo seja recorrente nessa idade, é preciso avaliar outras variáveis intrínsecas e extrínsecas ao indivíduo, destaca-se que um dos aspectos que se busca desenvolver nas



intervenções voltadas para o campo da memória na velhice é a neuroplasticidade cerebral (PUDERBAUGH; EMMADY, 2022).

A plasticidade cerebral/neuroplasticidade/plasticidade neural é caracterizada como a habilidade do sistema nervoso de adaptar sua atividade em resposta a estímulos internos e externos, quanto à estrutura, à função ou à conexão (MATEOS-APARICIO; RODRÍGUEZ-MORENO, 2019). Assim, transformando a força e a eficiência da conexão sináptica através de diversos mecanismos dependentes da atividade, usualmente referidos como plasticidade sináptica. A literatura das neurociências tem sido impulsionada por este fenômeno e estudiosos voltam-se para estudar técnicas neste campo, a exemplo de exergames (HENRIQUE, 2022), dança (TEIXEIRA-MACHADO; ARIDA; DE JESUS MARI, 2019), neuromodulação (GHASEMIAN-SHIRVAN *et al.*, 2022). Destaca-se que ainda não está claro como a neuroplasticidade modela a morfologia e fisiologia do cérebro, isto é, pesquisas nessas áreas são essenciais para o desenvolvimento do assunto.

Com o objetivo de exercitar a neuroplasticidade, as técnicas de estimulação não invasivas envolvem a aplicação externa de eletrodos, bobinas magnéticas ou som ultrassônicos sem adentrar a pele ou cavidades corporais – não necessitando de procedimentos cirúrgicos – sendo aplicadas sobretudo em áreas como couro cabeludo, testa ou ombros (KNOTKOVA *et al.*, 2019). Desse modo, a Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC) é uma técnica neuromodulação segura e capaz de modular a atividade espontânea da rede neuronal, baseando-se na aplicação de estímulos elétricos fracos e diretos na região cortical (BRUNONI *et al.*, 2013).

A ETCC é mais viável, dentre outras técnicas de estimulação, porque é amplamente desenvolvida em ambientes clínicos (SUDBRACK-OLIVEIRA; RAZZA; BRUNONI, 2021). Além disso, pode ser aplicada a diferentes áreas do cérebro para modular funções específicas, adaptando-se ao indivíduo e suas necessidades (WOODS *et al.*, 2016). Por fim, a ETCC tem a vantagem de ser uma técnica relativamente segura e de baixo custo quando comparada a outras técnicas de neuroestimulação (TEIXEIRA-NETO *et al.*, 2022).

O uso da corrente elétrica na excitabilidade cerebral data do século XVIII, quando o médico italiano Luigi Galvani efetuou estudos com a estimulação elétrica de músculos em animais. Desse modo, Galvani introduziu as bases da eletrofisiologia e serviu como caminho para a invenção da bateria elétrica (PICCOLINO, 1997). Futuramente, o neurologista alemão Richard Caton analisou as ondas cerebrais de animais também estimulados eletricamente (CATON, 1875). Todavia, como técnica não invasiva em humanos, a estimulação cerebral só foi introduzida no século XX.

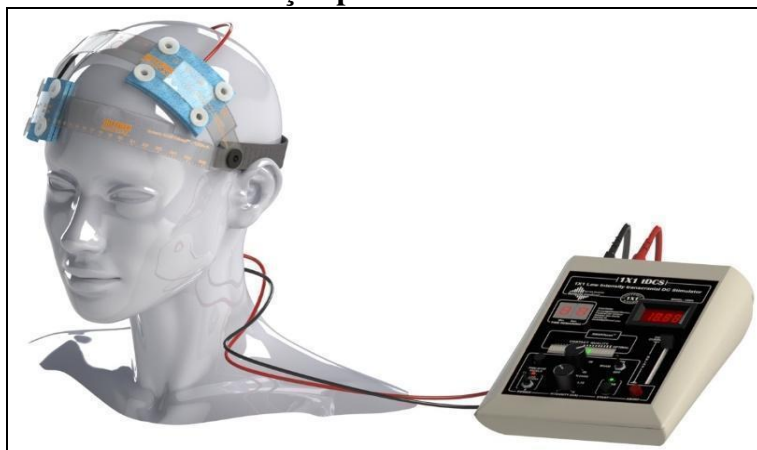
Um pioneiro na aplicação da ETCC foi o trabalho realizado por D'Arsonval (1986), no qual ele utilizou os impulsos elétricos de alta frequência para excitar o córtex de humanos, porém, a técnica –



por não ainda possuir um protocolo bem definido – poderia causar efeitos indesejados. Outro estudo foi o de Redfearn, Lippold e Costain (1964), no qual utilizaram eletrodos posicionados na região cerebral e na perna direita dos participantes e observaram ação nos centros respiratórios do tronco cerebral decorrente do fluxo da corrente, ocasionando uma depressão respiratória. Posteriormente, Priori *et al.* (1998) investigaram as bases da neuromodulação no córtex motor, obtendo a conclusão de que as correntes contínuas anódicas fracas ($<0,5\text{mA}$) – intercaladas com corrente contínua catódica – diminuem significativamente a excitabilidade do córtex, suportando evidências de que um pequeno campo elétrico atravessa o crânio e influencia o cérebro.

Quanto aos aspectos técnicos, a ETCC utiliza um aparelho portátil formado por quatro elementos, são eles: (a) eletrodo anódico, favorecendo a despolarização da membrana/ possui potencial positivo/ envia a corrente elétrica; (b) eletrodo catódico, inibindo a despolarização da membrana/ recebe a corrente elétrica/ possui potencial negativo (BRUNONI *et al.*, 2012); (c) amperímetro, responsável por mediar a intensidade da corrente aplicada (MOHAMMADI; MAHMOUDI; MAHMOODIAN, 2021); e (d) potenciômetro, regulador da transmissão da corrente entre eletrodos, possibilitando que a mesma mantenha-se contínua (WAGNER; VALERO-CABRE; PASCUAL-LEONE, 2007). Ademais, o aparelho possui esponjas e elásticos para fixar os eletrodos na área que se deseja excitar. A figura 2 ilustra o aparelho de ETCC, exemplificando uma possível aplicação.

Figura 2 - Ilustração do Equipamento de Estimulação por Corrente Contínua



Fonte: Costa Júnior (2019).

A corrente é induzida por dois ou mais eletrodos que ficam em contato com o couro cabeludo, são formados por materiais condutivos e por uma solução condutora, por exemplo, solução salina. Destaca-se que grande parte dos estudos utilizam uma corrente de 2mA com um tamanho de eletrodo ativo de 35cm durante 20 minutos (MACHADO *et al.*, 2019). Assim, a técnica é capaz de gerar



correntes ativas e simuladas. A corrente ativa será responsável pela produção de polarização elétrica no tecido cerebral, e tem demonstrado potenciais terapêuticos significativos (SALDANHA *et al.*, 2020). Já a corrente simulada é utilizada na forma de condição placebo nos estudos de ETCC, possibilitando a comparação entre grupos (MOGHADAM *et al.*, 2020).

Dentro disso, ETCC tem sido amplamente manipulada em pesquisas em neurociência para investigar a plasticidade cerebral e avaliar sua aplicabilidade em diversas condições clínicas. A exemplo disso cita-se a técnica no Alzheimer (MAJDI *et al.*, 2022); dor crônica, como artralgia crônica por Chikungunya (SOUZA *et al.*, 2021); e transtornos neuropsiquiátricos, tais como ansiedade e depressão (RAZZA *et al.*, 2020; STEIN *et al.*, 2020), evidenciando resultados promissores. Além disso, a literatura também investiga os efeitos da ETCC combinada com outras técnicas, tais como estimulação periférica (NASCIMENTO *et al.*, 2023); treino cognitivo (HORNE *et al.*, 2021), treino da memória de trabalho (DONG *et al.*, 2020), entre outros.

Em relação a aplicabilidade da ETCC na memória de trabalho de idosos, Teixeira-Santos *et al.* (2022), através de um experimento placebo-controlado randomizado duplo-cego, avaliaram os efeitos da transferência tardia da ETCC juntamente com o treino da memória de trabalho em idosos em um *follow-up* de 15 dias. Os resultados evidenciaram que a neuromodulação pode potencializar o treino ao propiciar efeitos de transferência na memória de curto prazo e no raciocínio em idosos, observados principalmente no *follow-up*.

Outrossim, o estudo desenvolvido por Saldanha *et al.* (2020) compara os efeitos da ETCC anódica sobre o córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo (DLPFC) e o córtex motor primário em adolescentes, adultos e idosos no limiar de dor de calor e na memória de trabalho. Desse modo, obteve-se que a ETCC modula a percepção da dor e a MT de forma distinta, acordando com a idade e a área-alvo da estimulação. Assim, os autores destacam o impacto da técnica para diferentes faixas etárias, ressaltando a importância definir qual é a intervenção adequada de acordo com a idade em ensaios clínicos posteriores.

Já a metanálise realizada por Lee, Lee e Kang (2021) investigou os efeitos da ETCC nas funções cognitivas de idosos sem comprometimento cognitivo significativo, focado em mudanças no tempo de reação durante tarefas cognitivas. Desse modo, observou-se que a metanálise de efeitos aleatórios revelou pequenos efeitos significativos da neuromodulação no tempo de reação relacionado à cognição. Oferecer a ETCC *online* reduziu significativamente o tempo de reação – padrões observados durante tarefas de aprendizagem e memória e função executiva/atenção complexa. Contudo, a ETCC *offline* não constatou redução significativa do tempo de reação em várias tarefas cognitivas. Já a análise de meta-



regressão destacou que efeitos da ETCC no tempo de reação durante a execução de tarefas cognitivas aumentaram para os idosos.

Entretanto, Indahlastari e colaboradores (2021b) utilizaram modelos de elementos finitos individualizados derivados da ressonância magnética de idosos para prever mudanças significativas de conectividade funcional observadas em uma aplicação de ETCC. Os resultados evidenciaram que não houve correlações significativas entre a conectividade e as densidades de corrente computadas na área estimulada ativa ou simulada. Outro estudo de Im *et al.*, (2019) também não observou efeitos significativos da ETCC na memória em idosos com Alzheimer. Por fim, um estudo de Arciniega *et al.*, (2018) não encontrou evidências de que a ETCC melhore a precisão ou o tempo de resposta durante ou após a estimulação e de ganhos em tarefas treinadas ou não treinadas em idosos com baixa capacidade de memória. Dessa forma, os autores ressaltam a importância de mais estudos na área que possam contribuir para mitigar as limitações existentes na literatura já publicada sobre o tema.

Em vista disso, espera-se que os idosos que receberam a neuromodulação apresentem melhores resultados na memória de trabalho na avaliação pós teste (DELDAR *et al.*, 2019; DI ROSA *et al.*, 2019; MOGHADAM *et al.*, 2020). Além disso, espera-se que os efeitos se mantenham após uma semana da aplicação da técnica de estimulação (CÉSPON *et al.*, 2017). Por fim, espera-se que a técnica não apresente efeitos adversos que possam interferir na segurança da aplicação (BRUNONI *et al.*, 2012; SALDANHA *et al.*, 2020; TEIXEIRA-SANTOS *et al.*, 2022).

METODOLOGIA

Delineamento da pesquisa

Tratou-se de um estudo longitudinal, quantitativo, ensaio clínico, triplo-cego, de medidas repetidas, no qual os participantes responderam aos instrumentos antes e após as sessões de intervenção, assim como no *follow-up* ocorrido uma semana após a última intervenção. Este estudo é um recorte de um projeto guarda-chuva, trata-se de um delineamento crossover de 4 intervenções, a saber: (1) Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua - Ativo [ETCC-A] + Treino Cognitivo Ativo [TC-A]; (2) ETCC-A + Treino Cognitivo - Simulado [TC-S]; (3) Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua – Simulado + TC-A, e (4) ETCC-S + TC-S. No braço do presente estudo, buscou-se trabalhar com o grupo ETCC-A + TC-S, com análise dentre participantes.



Amostra

A amostra foi do tipo não probabilística, na qual os participantes foram selecionados por julgamento baseando-se em critérios de elegibilidade pré-estabelecidos, a saber: (1) indivíduos com idade entre 60 e 75 anos; (2) alfabetizados; e (3) atinjam uma pontuação igual ou superior ao ponto de corte no Exame do Estado Mental (MEEM) de acordo com sua escolaridade. Já os critérios de exclusão, foram: (1) possuir histórico de convulsões, epilepsia, traumatismo cranioencefálico ou perda inexplicável de consciência; (2) possuir diagnóstico de quaisquer condições neurológicas e/ou cognitivas; (3) apresentar deficiência auditiva ou visual não corrigida ou alterações motoras graves que possam impedir a realização da tarefa cognitiva; (4) possuir prescrições atuais de medicamentos antipsicóticos, hipnóticos ou sedativos; (5) fazer uso abusivo / dependência de substâncias, exceto tabaco e/ou cafeína; (6) possuir implantes metálicos no corpo, como marcapassos; e (7) apresentar doenças de pele.

Estimou-se uma amostra mínima de 36 idosos saudáveis, considerando o cálculo de potência a priori com o *software* G*Power versão 3.1.9.7 utilizando Análise de Variância (ANOVA) de medidas repetidas, aceitando o tamanho de efeito em ($f = 0,25$), um poder observado em ($1-\beta = 0,90$), nível de significância probabilística em ($\alpha = 0,05$), com correlação entre as medidas repetidas em 0,5 (FAUL et al., 2009). Nesse sentido, estabelecendo uma taxa de evasão de 10%, será recrutada uma amostra total de 40 idosos para todo projeto. A quantidade de participantes estimada leva em consideração também os estudos anteriores semelhantes ao desenho desta pesquisa (CESPÓN et al., 2017; JONES et al., 2015; HUO et al., 2018). Este projeto buscou contemplar o braço ETCC A – TC S, e contou com uma amostra de 6 participantes.

Instrumentos

Para a realização da pesquisa foram utilizados os seguintes instrumentos e equipamentos:

- Questionário Sociodemográfico: objetivou caracterizar o perfil da amostra e verificar a viabilidade da participação na pesquisa, investigando também uso de drogas lícitas e ilícitas, aspectos de saúde, presença de próteses metálicas e doenças de pele e uso de fármacos;
- (2) Mini Exame do Estado Mental (MEEM; BRUCKI et al., 2003): como instrumento de triagem dos participantes para avaliar comprometimento cognitivo;
- (3) Escala de Inteligência Wechsler para Adultos (WAIS-III – escala comercializada): A escala WAIS-III auxilia no diagnóstico de transtornos neuropsicológicos e na capacidade



intelectual da memória (NASCIMENTO, 2004). Buscando mensurar a memória de trabalho pré teste e pós teste, utilizou-se dois subtestes, sendo Extensão de Dígitos e Sequenciamento de Letras e Números;

- (4) Neuroestimulador Microestim tDCS Foco NKL, com o objetivo de estimular a área desejada.
- (5) Questionário de Efeitos Adversos da ETCC (BRUNONI *et al.*, 2011): buscando avaliar possíveis incômodos durante e após a aplicação, o instrumento apresenta uma lista de sintomas relacionados a ETCC em uma escala de quatro pontos (1 = ausência do sintoma a 4 = presença severa do sintoma). Caso identifique-se a presença sintomas, o questionário possui um campo para avaliar o quanto o paciente acredita que esse desconforto pode estar relacionado a estimulação (1 = nenhuma a 4 = muito);
- (6) Pergunta sobre cegamento: ao final de cada aplicação, junto ao questionário de efeitos adversos da ETCC, foi perguntado se o participante acreditava receber uma estimulação real ou falsa, para verificar a condição de cegamento dos voluntários.

Procedimentos

804

Após contato com as instituições que prestam serviços aos idosos, foi realizado convite aos mesmos para participarem do estudo. Aqueles que concordaram, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE. Foram agendadas entrevistas com os voluntários para aplicação dos instrumentos de triagem (questionário sociodemográfico e MEEM), realizando as intervenções com aqueles que atingiram o ponto de corte equivalente à sua escolaridade no MEEM, indicando um bom desempenho cognitivo, e cumpriram com os critérios de elegibilidade. Todos os voluntários seguiram as mesmas etapas e o mesmo protocolo de aplicação da técnica.

Os participantes foram alocados em ambiente controlado de som, temperatura e estímulos visuais, sentados em uma cadeira confortável na presença do pesquisador que realizou a intervenção. Os procedimentos das intervenções foram explicados no dia do primeiro contato e, posteriormente, reforçados em cada uma das sessões. A avaliação T0 foi realizada 30 minutos antes da intervenção, onde foram utilizados os dois subtestes do WAIS III. Durante 10 dias não consecutivos, excetuando o final de semana, aplicou-se a ETCC. A avaliação T1 foi realizada 30 minutos após os 10 dias de intervenções, na qual foram novamente aplicados os subtestes do WAIS III. Ademais, uma semana após a avaliação T1, foi realizada a T2.



Protocolo da ETCC

A ETCC foi fornecida por um neuroestimulador, através de dois eletrodos: anódico e catódico. O eletrodo anódico de 35cm² ficou fixado ao Córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo, tendo como referência a região F3 do Sistema Internacional 10/20 para eletroencefalograma (MALMIVUO; PLONSEY, 1995), já o eletrodo catódico foi posicionado sobre o músculo deltóide do ombro direito, com uma área de 50cm² (CESPÓN *et al.*, 2017). Destaca-se que os eletrodos anódico e catódico estavam envoltos por esponjas umedecidas em solução salina. As intervenções com estimulação elétrica se deram através de uma corrente contínua de 1,5 mA acionada através de uma bateria de 9v contida no aparelho estimulador.

Foram realizadas 10 sessões de ETCC, assim sendo, a estimulação levou 10 segundos aumentando gradativamente a corrente elétrica em rampa ascendente, até atingir a corrente estável de 1,5 mA o qual permaneceu estável por 15 min, ao final, seguiu 10 segundos em rampa descendente diminuindo gradativamente para finalizar completamente a estimulação. A condição simulada possui uma rampa ascendente 10 segundos no início e ao final dos 15 minutos, mas sem estimulação entre as rampas (CESPÓN *et al.*, 2017). Após o final de cada intervenção os voluntários responderam a um questionário proposto por Brunoni *et al.*, (2011) para identificar a presença ou ausência de possíveis efeitos adversos da ETCC.

Análise dos dados

Os dados coletados foram analisados estatisticamente por meio do *software* IBM SPSS *STATISTICS*, versão 25. Assim, buscou-se identificar o efeito do protocolo utilizado de neuroestimulação na memória de trabalho em indivíduos idosos. Foram realizadas análises comparativas das médias dentre participantes para medidas de T0, T1 e T2, através da técnica estatística ANOVA *one way* para medidas repetidas.

Aspectos éticos e legais

O estudo baseou-se nos princípios éticos que circundam a pesquisa com seres humanos, seguindo as normas da resolução 466/2012 e 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde. O projeto foi aprovado pelo comitê de ética da Universidade Federal do Piauí – UFPI, sob número 4.753.052

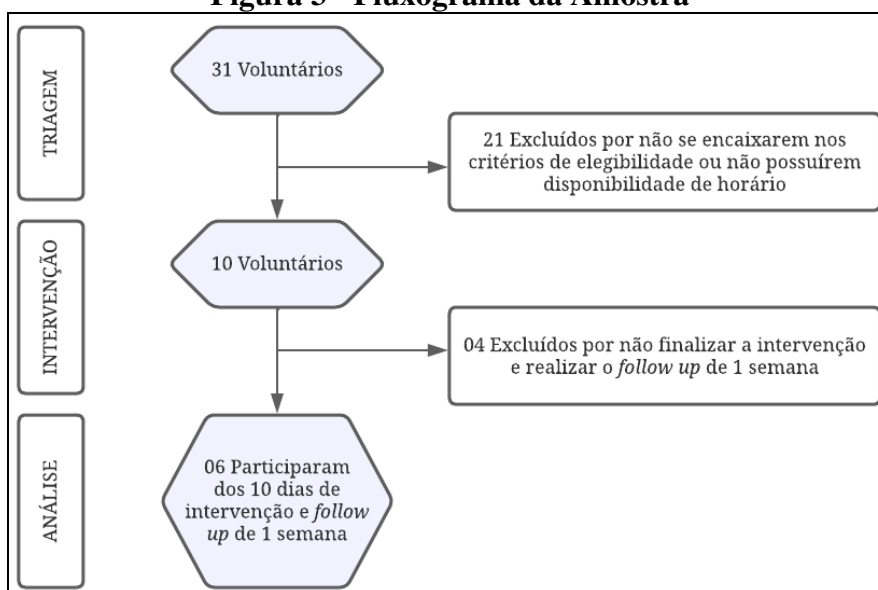


(CAAE:46712521600005669), apresentando temática relevante no que tange a formas de abordagem dos déficits decorrentes do processo de envelhecimento.

RESULTADOS

Inicialmente, foram contactados 31 idosos que demonstraram interesse em participar do estudo. Entretanto, as análises finais contam com os dados de apenas 6 voluntários que cumpriram todos os critérios de elegibilidade, ou seja, compareceram todos os 10 dias de intervenções e realizaram o *follow-up* de uma semana. O fluxograma abaixo ilustra o percurso dos participantes durante a triagem, intervenção e análise.

Figura 3 - Fluxograma da Amostra



Fonte: Elaboração própria.

Quanto ao perfil da amostra final, as análises descritivas detalham que a amostra é composta por 83,3% do sexo feminino, com idade variando de 61 até 72 anos ($M = 67$; $DP = 5,32$). Embora cinco participantes residiam com familiares, os idosos não possuíam cuidadores e realizavam atividades de rotina de forma autônoma. Destaca-se que todos os participantes praticavam atividade física e não faziam uso de cigarros ou outras drogas, com exceção de um participante que relatou o consumo de álcool.

Somado a isso, a maioria ($n = 5$) relatou ser aposentados e a renda salarial da amostra varia de um até três salários mínimos. Os voluntários informaram não possuírem implantes metálicos, deficiências auditivas ou visuais não corrigidos ou quaisquer doenças de pele. Todavia, relataram o uso de



medicamentos para doenças como diabetes, hipertensão arterial, taquicardia e hiper/hipotireoidismo. Ademais, detalham estarem imunizados contra a COVID-19, não havendo casos positivos até a finalização das intervenções.

Quanto ao nível educacional, todos os voluntários eram alfabetizados e os níveis de escolaridade variam do 1º ano do ensino fundamental até o ensino superior incompleto. Evidencia-se que todos os idosos atingiram pontuação regular para seu nível de escolaridade ($M = 25,67$; $DP = 2,58$) no MEEM (BRUCKI *et al.*, 2003). Dessa forma, todos os participantes atendiam os critérios de elegibilidade do presente estudo.

Inicialmente, para verificar a normalidade da distribuição dos dados, realizou-se o teste de normalidade Shapiro-Wilk. A distribuição dos dados cumpriu com a hipótese nula ($p > 0,05$), não indicando uma violação da pressuposição de normalidade. Além disso, buscando verificar a esfericidade dos dados, efetuou-se o teste de Mauchly's, revelando que as medidas também cumpriram com a hipótese nula ($p > 0,05$). Isto é, a matriz de covariâncias de erro das variáveis transformadas orto normalizadas é proporcional em relação a uma matriz identidade, evidenciando uma distribuição normal. A seguir, as análises equivalentes aos subtestes aplicados para avaliar a memória de trabalho de idosos serão descritas por tópicos, ao final, também foi ilustrado os resultados do questionário de efeitos adversos.

Subteste dígitos diretos

Avalia-se no primeiro subteste, dígitos de ordem direta (WAIS-III), que a média obtida pelos voluntários foi de 6,17 em T0, 6,50 em T1 e 6,33 em T2. Realizou-se uma ANOVA *one way* para medidas repetidas dentre grupo que evidenciou não apresentar diferença significativa [$F_{(2, 10)} = 0,185$; $p = 0,834$; $\eta^2_p = 0,036$; $\eta^2_G = 0,005$] ao longo do tempo (T0, T1 e T2). A tabela e o gráfico a seguir resume os dados aqui apresentados, nos quais é possível observar uma reta crescente entre a medida pré-teste e após o último dia de intervenção, porém os resultados não se mantêm após o *follow-up*. Pode-se observar que o desempenho nesse momento é favorável para efeitos agudos/imediatos.

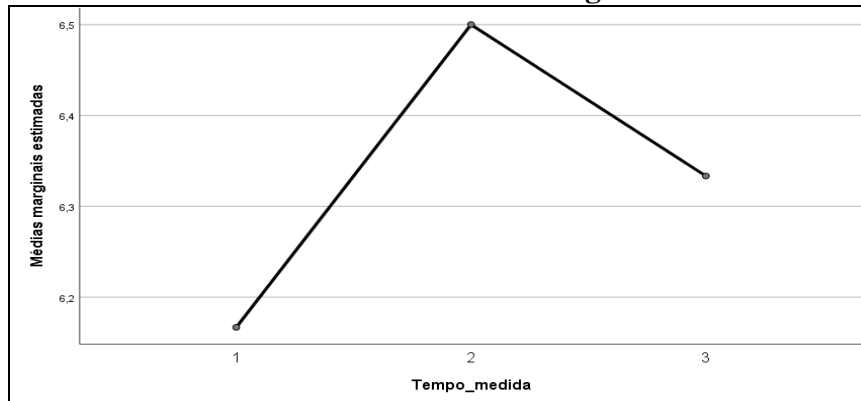
Tabela 1 - Médias do Subteste Dígitos Diretos

SUBTESTE DÍGITOS DIRETOS					
T0		T1		T2	
Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
6,17	2,13	6,50	2,04	6,33	2,25

Fonte: Elaboração própria.



Gráfico 1 - Médias do Subteste Dígitos Diretos



Fonte: Elaboração própria.

Subteste dígitos inversos

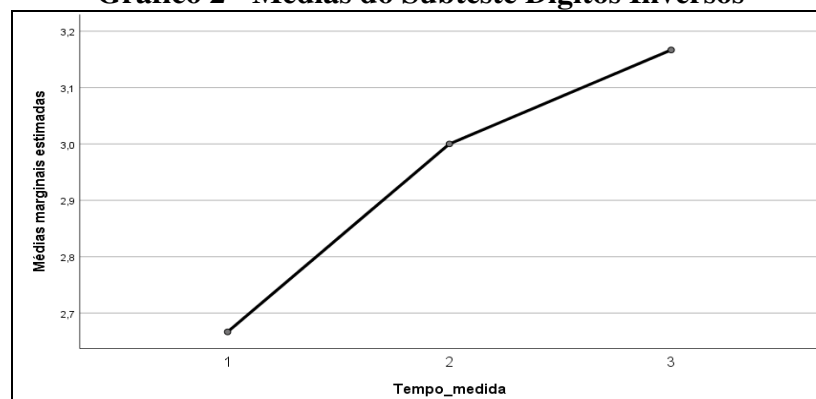
Observa-se no segundo subteste, dígitos de ordem inversa (WAIS-III), que a média alcançada pela amostra foi de 2,67 em T0, 3,00 em T1 e 3,17 em T2 – evidenciando ganho de performance dos voluntários nos intervalos de tempo analisados. Foi realizada uma ANOVA *one way* para medidas repetidas dentre grupo que evidenciou não apresentar diferença significativa [$F_{(2, 10)} = 0,538$; $p = 0,600$; $\eta^2_p = 0,097$; $\eta^2_G = 0,017$] entre os intervalos de tempo de T0, T1 e T2. A tabela e o gráfico a seguir resume os dados aqui mencionados, observa-se que a reta ascende entre a medida pré-teste e após o último dia de intervenção, havendo também ganhos de performance no *follow-up*. Neste tópico, há evidências, estatisticamente não significativas, tanto para efeitos imediatos quanto para efeitos tardios.

Tabela 2 - Médias do Subteste Dígitos Inversos

SUBTESTE DÍGITOS INVERSOS					
T0		T1		T2	
Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
2,67	1,36	3,00	2,00	3,17	1,72

Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 2 - Médias do Subteste Dígitos Inversos



Fonte: Elaboração própria.



Subteste sequenciamento de letras e números

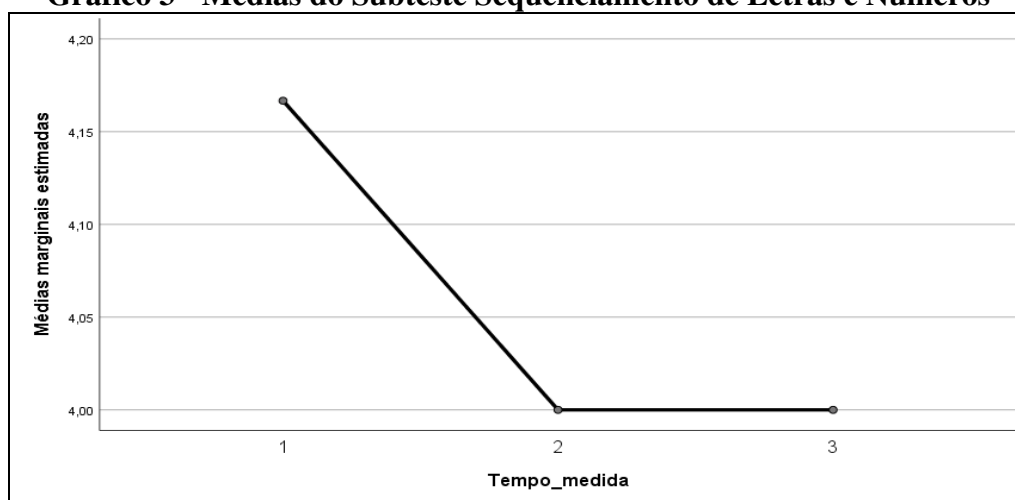
Verifica-se no terceiro subteste, sequenciamento de letras e números (WAIS-III), que a média alcançada pela amostra foi de 4,17 em T0, 4,00 em T1 e 4,00 em T2 – ilustrando um declínio de desempenho dos voluntários nos intervalos de tempo analisados. Foi realizada uma ANOVA *one way* para medidas repetidas dentre grupo que evidenciou não apresentar diferença significativa [$F_{(2, 10)} = 0,025$; $p = 0,976$; $\eta^2_p = 0,005$; $\eta^2_G = 0,0009$] entre os intervalos de tempo de T0, T1 e T2. A seguir são apresentados resultados resumidos em tabela e gráfico, observa-se que a reta decai entre a medida pré-teste e após o último dia de intervenção, evidenciando uma queda no desempenho, mantendo-se estável no *follow-up*. A medida ilustra que o desempenho dos voluntários foi maior antes da realização da intervenção, todavia, o desvio padrão elevado (T0 e T2) evidencia que os participantes se distanciaram da média do grupo, podendo representar uma incongruência nas respostas.

Tabela 3 - Médias do Subteste Sequenciamento de Letras e Números

SUBTESTE SEQUENCIAMENTO DE LETRAS E NÚMEROS					
T0		T1		T2	
Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
4,17	3,37	4,00	1,67	4,00	3,03

Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 3 - Médias do Subteste Sequenciamento de Letras e Números



Fonte: Elaboração própria.

Efeitos adversos da ETCC

Análise descritiva da escala de efeitos adversos da ETCC, adaptada de Brunoni *et al.* (2011), evidencia que o efeito mais recorrente foi “formigamento na pele (%)” e “sonolência (%)”. Ressalta-se que não houve nenhum fenômeno apresentado em um grau severo, portanto, a estimulação não teve



interrupção durante nenhum dia de intervenção. Além disso, no que se refere a pergunta sobre o cegamento, todos os participantes afirmaram estar recebendo a ETCC em sua forma ativa durante os 10 dias de intervenção.

Tabela 4 - Frequência de Efeitos Adversos Durante Todas as Intervenções

QUESTIONÁRIO DE EFEITOS ADVERSOS DA ETCC				
EFEITO	AUSENTE	LEVE	MODERADO	SEVERO
Dor de cabeça	96,4%	3,6%	–	–
Dor no pescoço	100%	–	–	–
Dor no couro cabeludo	100%	–	–	–
Coceira	85,5%	12,7%	1,8%	–
Formigamento na pele	54,5%	41,8%	3,6%	–
Queimação	85,5%	14,5%	–	–
Sonolência	76,4%	21,8%	1,8%	–
Dificuldade de concentração	94,5%	5,5%	–	–
Mudança de humor	98,2%	1,8%	–	–

Fonte: Elaboração própria.

DISCUSSÃO

O presente estudo objetivou, sobretudo, investigar os efeitos da ETCC na memória de trabalho de idosos. Para isso, cumpriu-se com as etapas de triagem da amostra, utilizando do Mini-Exame do Estado Mental (MEEM) para avaliar a presença ou ausência de comprometimento cognitivo. Utilizou-se também subtestes da Escala de Inteligência Wechsler Para Adultos (WAIS-III) para mensurar o construto, aplicando o instrumento antes das intervenções, logo após o término das intervenções e no *follow-up* ocorrido uma semana após o fim das intervenções. Ademais, buscou-se verificar se a ETCC é uma técnica segura a ser utilizada na população geriátrica.

As variáveis sociodemográficas evidenciaram que o perfil da amostra foi semelhante quanto aos aspectos de residência, nível de atividade física, aposentadoria e comorbidades (diabetes, hipertensão arterial, taquicardia e hiper/hipotireoidismo). Entretanto, ressalta-se que os voluntários diferiam quanto ao nível de escolaridade, embora as pontuações do MEEM não apresentem alta discrepância.

Os dados obtidos após a realização da ANOVA *one way* para medidas repetidas dentre grupos apresentaram que, para essa amostra de idosos, não houve diferença estatística significativa entre os tempos (T0, T1 e T2). Especificamente, no dígito direto há um declínio do desempenho no *follow-up* de uma semana (T1 e T2) e no sequenciamento de letras e números há um declínio entre antes da intervenção e logo após a intervenção (T0 e T1), não havendo melhora no desempenho durante o *follow-up*. Já a medida de dígitos inversos, embora não significativa estatisticamente, apresenta um ganho de performance durante os dois intervalos de tempo mensurados posteriormente à intervenção (T1 e T2).



Como mencionado anteriormente, foram usados três subtestes do WAIS-III para avaliar os efeitos da técnica na memória de trabalho (dígitos direto, dígitos inversos e sequenciamento de letras e números). Hill *et al.* (2010) procuraram determinar se a presente escala mensura tal variável e se os subtestes poderiam compor um Índice de Memória de Trabalho. Os dados evidenciaram que dígitos (diretos e inversos) e sequenciamento de letras e números estavam entre a melhor combinação para avaliar a MT. Entretanto, os autores chamam atenção para seu uso com populações geriátricas e deixam claro a importância do desenvolvimento de outras medidas a serem usadas concomitante a escala.

Detalha-se ainda que os subtestes utilizados envolvem mais ou menos sistemas de apoio diferentes da memória de trabalho. Por exemplo, o dígito direto é acessado e exige, sobretudo, o desempenho da alça fonológica – responsável por manter uma sequência de itens verbais em uma determinada ordem temporal (GRÉGOIRE; VAN DER LINDEN, 1997; SCHAEFFNER *et al.*, 2020). Na tarefa sequência de letras e números também há maior ativação da alça fonológica (BOVO *et al.*, 2016). Já os dígitos inversos possuem um maior recrutamento do executivo central, principalmente, quando comparado à extensão de dígitos direta (KESSELS; OVERBEEK; BOUMAN, 2015).

Nesse sentido, é importante refletir sobre a sensibilidade do atual instrumento para o objetivo aqui proposto. Isso porque, é possível hipotetizar se realmente não houve diferenças de médias significativas entre os tempos (T0, T1 e T2) ou o instrumento utilizado e o método de aplicação (lápiz e papel) possam não ter sido sensíveis para avaliar os efeitos da técnica na amostra. Gomes *et al.* (2019) avaliaram os efeitos da ETCC na memória de idosos com comprometimento cognitivo utilizando uma bateria de instrumentos. Os resultados evidenciaram que, em relação aos dígitos diretos e inversos da WAIS-III, também não se identificou diferenças significativas entre o grupo ativo e controle.

Evidencia-se que a WAIS-III é uma escala que foi validada e adaptada para ser utilizada em contexto brasileiro (NASCIMENTO, 1998; NASCIMENTO; FIGUEIREDO, 2002). Ademais, na população de idosos, a escala demonstrou validade e confiabilidade de construto, apontando para uma perda na memória de trabalho – comparado a adultos entre 20 e 34 anos – e a interferência de diversas variáveis, bem como gênero e escolaridade (BANHATO; NASCIMENTO, 2007).

Desse modo, a discussão aqui proposta não é tratar se o instrumento utilizado avalia ou não a memória de trabalho, mas perceber os vieses que podem atravessar as medidas comportamentais e analisar a possibilidade de um protocolo que inclua técnicas capazes de mensurar alterações neurofisiológicas, bem como Eletroencefalografia (EEG) e Ressonância Magnética Funcional (fMRI) (INDAHLASTARI, 2021b; JANTZ; KATZ; REUTER-LORENZ, 2016). Buscando atenuar o viés de resposta, priorizou-se o cegamento dos participantes, dos pesquisadores que administraram os



instrumentos de medida e do pesquisador que realizou as análises estatísticas quanto às condições a qual estavam submetidos.

Em relação ao tipo de tarefa treinada, é possível observar uma variação de instrumentos utilizados para avaliar o desempenho da memória de trabalho. A exemplo disso, cita-se: Two-Back; teste de figura complexa de Rey-Osterrieth; *Stimuli Incidental Memory Recall*; *Digit Span*; Tarefa *Stroop*, tarefas verbais e visuoespaciais; e a tarefa *Operation Span* (DI ROSA *et al.*, 2019; EMONSON *et al.*, 2019; JONES *et al.*, 2015). Destaca-se que muitos estudos utilizam também a tarefa *N-back* associada a ETCC (DELDAR *et al.*, 2019; NISSIM *et al.*, 2019; INDAHLASTARI *et al.*, 2021b). Diante disso, não há consenso sobre qual a melhor tarefa a ser utilizada e os dados apontam para resultados significativos e sem significância estatística para todas as tarefas citadas. Indahlastari *et al.* (2021a) discute a necessidade de reduzir o resultado a uma única medida, possibilitando a comparação do efeito entre estudos.

Quanto às outras características do protocolo, o presente estudo utilizou um eletrodo anódico com corrente de 1,5mA posicionado no ponto F3 – baseando-se no Sistema Internacional 10/20 para Eletroencefalograma. Ao todo, foram dez dias de intervenção durante duas semanas, excetuando-se os finais de semana, cada aplicação com o aparelho de ETCC durou 15 minutos. Destaca-se que uma revisão sistemática de pesquisas anteriores auxiliou na escolha do protocolo do atual trabalho. Entretanto, na literatura, é possível ver uma heterogeneidade de protocolos quanto a intensidade da corrente, tamanho do eletrodo e tempo de duração (INDAHLASTARI *et al.*, 2021a).

Observa-se resultados significativos em estudos que utilizam uma corrente de 1,5 mA. Por exemplo, Di Rosa *et al.* (2019) realizaram um ensaio clínico administrando duas sessões de ETCC com uma corrente de 1,5 mA por 30 minutos na região F3 e F7. Os achados evidenciam impacto significativo no desempenho da memória de trabalho, na hemodinâmica dos idosos e no tempo de resposta – o grupo ativo apresentou respostas mais rápidas. Outro estudo que utiliza corrente de 1,5 mA é o de Céspon *et al.*, (2017) também na região F3 por 13 minutos durante 3 sessões. Os resultados sugerem que a melhora da memória de trabalho em idosos pode estar relacionada à promoção de mecanismos compensatórios frontais, relacionados aos processos atencionais.

Ademais é possível identificar estudos que utilizam outras intensidades de corrente, como 1mA (EMONSON *et al.*, 2019) e 2mA (DELDAR *et al.*, 2019; INDAHLASTARI *et al.*, 2021b; MOGHADAM *et al.*, 2020; NISSIM *et al.*, 2019; SALDANHA *et al.*, 2020; TEIXEIRA-SANTOS *et al.*, 2022). Vale ressaltar que tais estudos também diferem no tamanho do eletrodo, sendo o de 35cm² o mais reportado (DELDAR *et al.*, 2019; EMONSON *et al.*, 2019; TEIXEIRA-SANTOS *et al.*, 2022), no tempo de aplicação da técnica e na quantidade de sessões. Vale ressaltar que a principal área de



estimulação tem sido córtex pré-frontal dorsolateral (CPFDL), visto que ocorrem interações nessa área nos processos da memória episódica, memória de trabalho e memória visual (CÉSPON *et al.*, 2017; DI ROSA *et al.*, 2019).

Quanto ao perfil dos voluntários, pode-se afirmar que a amostra era semelhante quanto ao nível de exercícios físicos. Em uma revisão sistemática com metanálise realizada por Talar *et al.* (2022), os exercícios aeróbicos apresentam não só benefícios cardiovasculares, mas podem agir como um potente retardo dos sintomas de declínio cognitivo. Entretanto, ressalta-se que o perfil escolar da amostra no presente trabalho difere entre os participantes, sendo metade da amostra ($n = 3$) de séries iniciais. Berryhill e Jones (2012) evidenciam que, em seu estudo, a ETCC foi benéfica uniformemente na memória de trabalho apenas em adultos mais velhos e com mais escolaridade. Resultados esses corroborados posteriormente com Johnson *et al.* (2022), demonstrando que a educação pode ascender como uma condição demográfica confiável e disponível para prever a eficácia da ETCC.

Em relação ao sexo da amostra, não há consenso na comunidade científica sobre a interferência da variável. Estudos como o de Bhattacharjee (2022) e Gao *et al.*, (2018) demonstram diferenças significativas entre homens e mulheres para um mesmo protocolo. Contudo, o cenário carece de mais estudo com foco nessa característica para que se possa construir evidências mais consistentes.

Outro preditor individual é a capacidade inicial da MT, Asseconi *et al.* (2022) apontam, como resultado de um ensaio clínico, que indivíduos com menor capacidade da MT se beneficiam mais da estimulação da ETCC combinada ao treino da memória de trabalho. O estudo de Arciniega (2018) também encontrou evidências significativas dos benefícios da técnica na memória de trabalho visual em idosos mais velhos e com baixa capacidade da MT. Ademais, apontam que indivíduos com alta capacidade de memória não obtiveram ganho de performance nas tarefas e ressaltam a necessidade de incluir diferenças individuais entre as principais variáveis de interesse na pesquisa neuromodulatória.

Informa-se que a medida de dígitos inversos reportou o maior tamanho de efeito no presente trabalho ($\eta^2_p = 0,097$; $\eta^2_G = 0,017$). Na literatura, a metanálise realizada por Indahlastari *et al.* (2021a) revela que a média geral do tamanho do efeito de 17 estudos sugere que a ETCC melhora a cognição de idosos. Entretanto, não há diferenciação clara de qual combinação de parâmetros de dose atual produz o maior efeito em cada domínio. Ademais, os autores evidenciam que a intensidade da corrente e duração da intervenção não estavam relacionadas ao tamanho dos efeitos e carecem de uma investigação mais profunda sobre o número de sessões.

Em relação a segurança da técnica, a ETCC durante a pesquisa não apresentou efeitos adversos severos. A ferramenta também é assegurada pelos trabalhos de Saldanha *et al.* (2020), Teixeira-Santos *et al.*, (2022) que revela não houve diferenças entre os grupos na análise da incidência de efeitos



adversos sinalizada pelos participantes. Ademais, identificaram somente efeitos pequenos, bem como vermelhidão na pele, pequena sensação de queimação e coceira. Tais achados identificam a ETCC uma técnica segura a ser utilizada em pesquisas com humanos seguindo os protocolos de segurança.

Durante as intervenções, percebeu-se o desenvolvimento de vínculo entre voluntários e pesquisadores que administravam a técnica – o que pode ter influenciado no engajamento dos participantes ao longo dos dias. A literatura atual carece dessa abordagem terapêutica e o foco das pesquisas parece estar limitado somente ao olhar quantitativo dos efeitos. Desse modo, as medidas de autorrelato ao final das intervenções podem ser essenciais na aplicação da ETCC em idosos, visando investigar para além dos efeitos estatísticos e discutindo também significância clínica. Moreira *et al.* (2021), através do *Well-Being Questionnaire* (WBQ) antes e após a intervenção com ETCC, observaram que a técnica sobre o CPFDL aumentou significativamente o bem-estar em jogadores de futebol. Ademais, não se observou a existência de estudos com esse enfoque para a intervenção na memória de idosos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em suma, o protocolo de ETCC utilizado neste estudo não apresentou resultados estatísticos significativos no desempenho da memória de trabalho de idosos. Especificamente, observou-se uma tendência favorável para efeitos agudos na medida de dígitos diretos, já a medida de dígitos inversos relatou também ganho de performance para efeitos tardios (*follow-up* de uma semana), além disso, a medida de sequenciamento de letras e números apresentou um declínio de desempenho que se manteve estável no *follow-up*.

A ETCC mostrou-se uma técnica segura, ou seja, não se observou efeitos adversos severos, sendo os principais efeitos relatados níveis leves de coceira, formigamento na pele, queimação e sonolência. As características individuais, bem como a prática de exercícios físicos, o perfil educacional e a capacidade inicial da memória de trabalho, podem estar associados aos efeitos na ETCC na memória de trabalho de idosos. Ademais, a heterogeneidade de protocolos existentes na literatura dificulta a comparação entre estudos e inviabiliza o estabelecimento de um protocolo padrão-ouro de aplicação da técnica no público estudado.

Embora tenha-se buscado certo controle laboral e rigor científico, o presente estudo não está isento de limitações. Inicialmente, é importante ressaltar que o tamanho da amostra ($N = 6$) não permite resultados mais robustos. Outra limitação pode ter ocorrido pela falta de medidas de controle para analisar aspectos relacionados à atenção, fadiga e qualidade do sono dos participantes, impossibilitando



avaliar e assegurar as condições de bem-estar do indivíduo antes da aplicação dos instrumentos de medida utilizados na pesquisa. Além disso, destaca-se a ausência de medidas de autorrelato e de imagem que possibilitem avaliar a intervenção a nível qualitativo e neurofisiológico, respectivamente.

Acredita-se que este estudo poderá auxiliar na construção de estratégias e ferramentas de prevenção do declínio cognitivo da população geriátrica, por conseguinte contribuir para a aprimoramento de políticas públicas de saúde do país. Finalmente, os desfechos desta pesquisa contribuem na construção de novas evidências do protocolo de investigação da estimulação por corrente contínua e memória de trabalho direcionados para idosos ao tecer sugestões e caminhos, analisando os resultados aqui obtidos com dados científicos publicados anteriormente.

Para futuras investigações sobre o tema, sugere-se que medidas de autorrelato e de controle fisiológico (ex.: sono, atenção, fadiga) sejam incluídas no protocolo, permitindo avaliar possíveis efeitos terapêuticos da técnica e conhecer condições de bem-estar dos voluntários antes de mensurar a memória de trabalho. Deve-se também levar em consideração as características biológicas e sociais dessa faixa etária e maior tamanho amostral. Ademais, estudos que objetivam avaliação de protocolos e efeitos da técnica combinada a outras intervenções (ex. treino cognitivo, exercícios físicos e *mindfulness*) são essenciais para o avanço científico no tema.

REFERÊNCIAS

ABURTO, J. M. *et al.* “Quantifying impacts of the COVID-19 pandemic through life-expectancy losses: a population-level study of 29 countries”. **International Journal of Epidemiology**, vol. 51, n. 1, 2022.

ARCINIEGA, H. *et al.* “Frontoparietal tDCS benefits visual working memory in older adults with low working memory capacity”. **Frontiers in Aging Neuroscience**, vol. 10, n. 57, 2018.

ASSECONDI, S. *et al.* “Older adults with lower working memory capacity benefit from transcranial direct current stimulation when combined with working memory training: A preliminary study”. **Frontiers in Aging Neuroscience**, vol. 14, 2022.

BADDELEY, A. “The episodic buffer: a new component of working memory?”. **Trends in Cognitive Sciences**, vol. 4, n. 11, 2000.

BADDELEY, A. “Working memory: Theories, models, and controversies”. **Annual Review of Psychology**, vol. 63, 2012.

BADDELEY, A. “Working memory”. **Science**, vol. 255, n. 5044, 1992.

BADDELEY, A. D.; HITCH, G. “Working memory”. **Psychology of Learning and Motivation**, vol. 8, 1974.



BANHATO, E. F. C.; NASCIMENTO, E. “Função executiva em idosos: um estudo utilizando subtestes da Escala WAIS-III”. **Psico-USF**, vol. 12, n. 1, 2007.

BERRYHILL, M. E.; JONES, K. T. “tDCS selectively improves working memory in older adults with more education”. **Neuroscience Letters**, vol. 521, n. 2, 2012.

BHATTACHARJEE, S. *et al.* “Sex difference in tDCS current mediated by changes in cortical anatomy: A study across young, middle and older adults”. **Brain Stimulation**, vol. 15, n. 1, 2022.

BOVO, E. B. P. *et al.* “Relações entre as funções executivas, fluência e compreensão leitora em escolares com dificuldades de aprendizagem”. **Revista Psicopedagogia**, vol. 33, n. 102, 2016.

BRASIL. **Lei n. 10.741, de 01 de outubro de 2003**. Brasília: Planalto, 2003. Disponível em: <www.planalto.gov.br>. Acesso em: 01/02/2024.

BRITO, V. V. *et al.* “Evaluation of the Working Memory Training Program for the Elderly”. **CoDAS**, vol. 31, n. 3, 2019.

BRUCKI, S. *et al.* “Sugestões para o uso do mini-exame do estado mental no Brasil”. **Arquivos de Neuro-psiquiatria**, vol. 61, n. 3, 2003.

BRUNONI, A. R. *et al.* “A systematic review on reporting and assessment of adverse effects associated with transcranial direct current stimulation”. **International Journal of Neuropsychopharmacology**, vol. 14, n. 8, 2011.

BRUNONI, A. R. *et al.* “Clinical research with transcranial direct current stimulation (tDCS): challenges and future directions”. **Brain Stimulation**, vol. 5, n. 3, 2012.

BRUNONI, A. R. *et al.* “Interactions between transcranial direct current stimulation (tDCS) and pharmacological interventions in the Major Depressive Episode: findings from a naturalistic study”. **European Psychiatry**, vol. 28, n. 6, 2013.

CARMEL, S. “Health and well-being in late life: Gender differences worldwide”. **Frontiers in Medicine**, vol. 6, n. 218, 2019.

CATON, R. “Electrical currents of the brain”. **The Journal of Nervous and Mental Disease**, vol. 2, n. 4, 1875.

CESPÓN, J. *et al.* “Anodal transcranial direct current stimulation promotes frontal compensatory mechanisms in healthy elderly subjects”. **Frontiers in Aging Neuroscience**, vol. 9, 2017.

COSTA, J. P. *et al.* “A synopsis on aging—Theories, mechanisms and future prospects”. **Ageing Research Reviews**, vol. 29, 2016.

DALPUBEL, D. *et al.* “Subjective memory complaint and its relationship with cognitive changes and physical vulnerability of community-dwelling older adults”. **Dementia and Neuropsychologia**, vol. 13, 2019.

D'ARSONVAL, M. A. “Dispositifs pour la mesure des courants alternatifs de toutes fréquences”. **Comptes Rendus des Séances de la Société de Biologie**, vol. 3, 1896.



DELDAR, Z. *et al.* “Improving working memory and pain inhibition in older persons using transcranial direct current stimulation”. **Neuroscience Research**, vol. 148, 2019.

DI ROSA, E. *et al.* “Reward motivation and neurostimulation interact to improve working memory performance in healthy older adults: a simultaneous tDCS-fNIRS study”. **Neuroimage**, vol. 202, 2019.

DONG, L. *et al.* “Effects of HD-tDCS combined with working memory training on event-related potentials”. **42nd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society (EMBC)**. Montreal: IEEE, 2020.

EMONSON, M. R. L. *et al.* “Neurobiological effects of transcranial direct current stimulation in younger adults, older adults and mild cognitive impairment”. **Neuropsychologia**, vol. 125, 2019.

FAUL, F. *et al.* “Statistical power analyses using G* Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses”. **Behavior Research Methods**, vol. 41, n. 4, 2009.

GAO, M. *et al.* “Does gender make a difference in deception? The effect of transcranial direct current stimulation over dorsolateral prefrontal cortex”. **Frontiers in Psychology**, vol. 9, n. 1321, 2018.

GHASEMIAN-SHIRVAN, E. *et al.* “Age-dependent non-linear neuroplastic effects of cathodal tDCS in the elderly population: a titration study”. **Brain Stimulation**, vol. 15, n. 2, 2022.

GOMES, I.; BRITO, V. “Censo 2022: número de pessoas com 65 anos ou mais de idade cresceu 57,4% em 12 anos”. **IBGE** [2023]. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 01/02/2024.

GOMES, M. A. *et al.* “Transcranial direct current stimulation (tDCS) in elderly with mild cognitive impairment: a pilot study”. **Dementia and Neuropsychologia**, vol. 13, n. 2, 2019.

GRÉGOIRE, J.; VAN DER LINDEN, M. “Effect of age on forward and backward digit spans”. **Aging, Neuropsychology, and Cognition**, vol. 4, n. 2, 1997.

GUIMARÃES, R. M.; ANDRADE, F. C. D. “Expectativa de vida com e sem multimorbidade entre idosos brasileiros: Pesquisa Nacional de Saúde 2013”. **Revista Brasileira de Estudos de População**, vol. 37, 2020.

HENRIQUE, P. P. B. *et al.* “Exergame and/or conventional training-induced neuroplasticity and cognitive improvement by engaging epigenetic and inflammatory modulation in elderly women: A randomized clinical trial”. **Physiology and Behavior**, vol. 258, 2023.

HILL, B. D. *et al.* “Can we improve the clinical assessment of working memory? An evaluation of the Wechsler Adult Intelligence Scale–Third Edition using a working memory criterion construct”. **Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology**, vol. 32, n. 3, 2010.

HORNE, K. S. *et al.* “Evidence against benefits from cognitive training and transcranial direct current stimulation in healthy older adults”. **Nature Human Behaviour**, vol. 5, n. 1, 2021.

HUO, L. *et al.* “Long-term transcranial direct current stimulation does not improve executive function in healthy older adults”. **Frontiers in Aging Neuroscience**, vol. 10, n. 298, 2018.

IM, J. J. *et al.* “Effects of 6-month at-home transcranial direct current stimulation on cognition and cerebral glucose metabolism in Alzheimer's disease”. **Brain Stimulation**, vol. 12, n. 5, 2019.



INDAHLASTARI, A. *et al.* “A systematic review and meta-analysis of transcranial direct current stimulation to remediate age-related cognitive decline in healthy older adults”. **Neuropsychiatric Disease and Treatment**, vol. 17, 2021a.

INDAHLASTARI, A. *et al.* “Individualized tDCS modeling predicts functional connectivity changes within the working memory network in older adults”. **Brain stimulation**, vol. 14, n. 5, 2021b.

IZQUIERDO, I. **Memória**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2018.

JANTZ, T. K.; KATZ, B.; REUTER-LORENZ, P. A. “Uncertainty and promise: the effects of transcranial direct current stimulation on working memory”. **Current Behavioral Neuroscience Reports**, vol. 3, 2016.

JOHNSON, E. L. *et al.* “Individual predictors and electrophysiological signatures of working memory enhancement in aging”. **Neuroimage**, vol. 250, 2022.

JONES, K. T. *et al.* “Longitudinal neurostimulation in older adults improves working memory”. **PloS one**, vol. 10, n. 4, 2015.

COSTA JÚNIOR, H. “FCM procura mães adolescentes para pesquisa sobre neuromodulação”. **Jornal da Unicamp** [2019]. Disponível em: <www.unicamp.br>. Acesso em: 13/03/2023.

KNOTKOVA, H. *et al.* **Practical guide to transcranial direct current stimulation: principles, procedures and applications**. Cham: Springer, 2019.

LEE, J. H.; LEE, T. L.; KANG, N. “Transcranial direct current stimulation decreased cognition-related reaction time in older adults: a systematic review and meta-analysis”. **Ageing Research Reviews**, vol. 70, 2021.

LI, L.; SHI, L. “Economic growth and subjective well-being: analyzing the formative mechanism of Easterlin Paradox”. **The Journal of Chinese Sociology**, vol. 6, n. 1, 2019.

LIU, H. Y. *et al.* “Subjective memory complaints predict poorer functional recovery during the first year following hip-fracture surgery among elderly adults”. **International Journal of Geriatric Psychiatry**, vol. 35, n. 10, 2020.

MACHADO, S. *et al.* “Estimulación transcraneal de corriente continua anódica como potencial recurso ergogénico para fuerza muscular y percepción de esfuerzo: una revisión crítica”. **Cuadernos de Psicología del Deporte**, vol. 19, n. 3, 2019.

MAJDI, A. *et al.* “A systematic review and meta-analysis of transcranial direct-current stimulation effects on cognitive function in patients with Alzheimer’s disease”. **Molecular Psychiatry**, vol. 27, n. 4, 2022.

MALMIVUO, J.; PLONSEY, R. **Bioelectromagnetism: principles and applications of bioelectric and biomagnetic fields**. New York: Oxford University Press, 1995.

MATEOS-APARICIO, P.; RODRÍGUEZ-MORENO, A. “The impact of studying brain plasticity”. **Frontiers in Cellular Neuroscience**, vol. 13, n. 66, 2019.



MOGHADAM, M. F.; ARDEKANI, M. K.; SHAMSI, A. “The effects of transcranial Direct Current Stimulation on working memory in the elderly with normal cognitive impairments”. **Archives of Psychiatry and Psychotherapy**, vol. 22, n. 1, 2020.

MOHAMMADI, R.; MAHMOUDI, Z.; MAHMOODIAN, N. “Effects of cerebellar transcranial direct current stimulation (tdcs) on timed up and go test with foot placement in chronic stroke patients”. **Middle East Journal of Rehabilitation and Health Studies**, vol. 8, n. 1, 2021.

MOREIRA, A. *et al.* “Effect of tDCS on well-being and autonomic function in professional male players after official soccer matches”. **Physiology and Behavior**, vol. 233, 2021.

NASCIMENTO, E. “Adaptação da terceira edição da escala Wechsler de inteligência para adultos (WAIS-III) para uso no contexto brasileiro”. **Temas Psicol**, vol. 6, n.3, 1998.

NASCIMENTO, E. “Adaptação, validação e normatização do WAIS-III para uma amostra brasileira”. **WAIS-III: Manual para Administração e Avaliação**, vol. 1, 2004.

NASCIMENTO, E.; FIGUEIREDO, V. L. M. “WISC-III e WAIS-III: alterações nas versões originais americanas decorrentes das adaptações para uso no Brasil”. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, vol. 15, n. 3, 2002.

NASCIMENTO, R. M. *et al.* “Transcranial direct current stimulation combined with peripheral stimulation in chronic pain: a systematic review and meta-analysis”. **Expert Review of Medical Devices**, vol. 20, n. 2, 2023.

NAUTIYAL, S. *et al.* “Role of Digital Healthcare in the Well-being of Elderly People: A Systematic Review”. **Proceedings of the 13th Indian Conference on Human-Computer Interaction**. New York: Association for Computing Machinery, 2023.

PAPALÉO NETTO, M. P. **Gerontologia: a velhice e o envelhecimento em visão globalizada**. São Paulo: Editora Atheneu, 2002.

NISSIM, N. R. *et al.* “Effects of transcranial direct current stimulation paired with cognitive training on functional connectivity of the working memory network in older adults”. **Frontiers in Aging Neuroscience**, vol. 11, n. 340, 2019.

PARK, S. *et al.* “Interactions between subjective memory complaint and objective cognitive deficit on memory performances”. **BMC Geriatrics**, vol. 19, n. 294, 2019.

PICCOLINO, M. “Luigi Galvani and animal electricity: two centuries after the foundation of electrophysiology”. **Trends in Neurosciences**, vol. 20, n. 10, 1997.

PRIORI, A. *et al.* “Polarization of the human motor cortex through the scalp”. **Neuroreport**, vol. 9, n. 10, 1998.

PUDERBAUGH, M.; EMMADY, P. D. **Neuroplasticity**. Treasure Island: StatPearls Publishing, 2022.

RAVDIN, L. D.; KATZEN, H. L. **Handbook on the Neuropsychology of Aging and Dementia**. New York: Springer, 2013.



RAZZA, L. B. *et al.* “A systematic review and meta-analysis on the effects of transcranial direct current stimulation in depressive episodes”. **Depression and Anxiety**, vol. 37, n. 7, 2020.

REDFEARN, J. W. T.; LIPPOLD, O. C. J.; COSTAIN, R. “A preliminary account of the clinical effects of polarizing the brain in certain psychiatric disorders”. **The British Journal of Psychiatry**, vol. 110, n. 469, 1964.

RUDNICKA, E. *et al.* “The World Health Organization (WHO) approach to healthy ageing”. **Maturitas**, vol. 139, 2020.

RYAN, R. M.; DECI, E. L. “On happiness and human potentials: A review of research on hedonic and eudaimonic well-being”. **Annual Review of Psychology**, vol. 52, n. 1, 2001.

SALDANHA, J. S. *et al.* “Impact of age on tDCS effects on pain threshold and working memory: results of a proof of concept cross-over randomized controlled study”. **Frontiers in Aging Neuroscience**, vol. 12, n. 189, 2020.

SCHAEFFNER, S. *et al.* “New Insights into the role of the phonological loop in task switching: evidence from three different age groups”. **Journal of Cognitive Psychology**, vol. 32, n. 4, 2020.

SOUZA, C. G. *et al.* “Alternate sessions of transcranial direct current stimulation (tDCS) reduce chronic pain in women affected by chikungunya. A randomized clinical trial”. **Brain Stimulation**, vol. 14, n. 3, 2021.

STEIN, D. J. *et al.* “Transcranial direct current stimulation in patients with anxiety: current perspectives”. **Neuropsychiatric Disease and Treatment**, vol. 16, 2020.

SUDBRACK-OLIVEIRA, P.; RAZZA, L. B.; BRUNONI, A. R. “Non-invasive cortical stimulation: Transcranial direct current stimulation (tDCS)”. **International Review of Neurobiology**, vol. 159, 2021.

TALAR, K. *et al.* “The effects of aerobic exercise and transcranial direct current stimulation on cognitive function in older adults with and without cognitive impairment: A systematic review and meta-analysis”. **Ageing Research Reviews**, vol. 81, 2022.

TANG, M.; WANG, D.; GUERRIEN, A. “A systematic review and meta-analysis on basic psychological need satisfaction, motivation, and well-being in later life: Contributions of self-determination theory”. **PsyCh journal**, vol. 9, n. 1, 2020.

TEIXEIRA-MACHADO, L.; ARIDA, R. M.; JESUS MARI, J. “Dance for neuroplasticity: A descriptive systematic review”. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews**, vol. 96, 2019.

TEIXEIRA-NETO, N. C. *et al.* “Development of a Low-Cost, Open-Source Transcranial Direct-Current Stimulation Device (tDCS) for Clinical Trials”. **Brazilian Congress on Biomedical Engineering**. Cham: Springer International Publishing, 2020.

TEIXEIRA-SANTOS, A. C. *et al.* “Working memory training coupled with transcranial direct current stimulation in older adults: A randomized controlled experiment”. **Frontiers in Aging Neuroscience**, vol. 14, n. 827188, 2022.



WAGNER, T.; VALERO-CABRE, A.; PASCUAL-LEONE, A. “Noninvasive human brain stimulation”. **Annual Review of Biomedical Engineering**, vol. 9, n. 1, 2007.

WOODS, A. J. *et al.* “A technical guide to tDCS, and related non-invasive brain stimulation tools”. **Clinical neurophysiology**, vol. 127, n. 2, 2016.

WHO - World Health Organization. “Ageing”. **World Health Organization** [2022]. Disponível em: [<www.who.int/>](http://www.who.int/). Acesso em: 03/04/2023.



BOLETIM DE CONJUNTURA (BOCA)

Ano VI | Volume 17 | Nº 49 | Boa Vista | 2024

<http://www.ioles.com.br/boca>

Editor chefe:

Elói Martins Senhoras

Conselho Editorial

Antonio Ozai da Silva, Universidade Estadual de Maringá

Vitor Stuart Gabriel de Pieri, Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Charles Pennaforte, Universidade Federal de Pelotas

Elói Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima

Julio Burdman, Universidad de Buenos Aires, Argentina

Patrícia Nasser de Carvalho, Universidade Federal de Minas Gerais

Conselho Científico

Claudete de Castro Silva Vitte, Universidade Estadual de Campinas

Fabiano de Araújo Moreira, Universidade de São Paulo

Flávia Carolina de Resende Fagundes, Universidade Feevale

Hudson do Vale de Oliveira, Instituto Federal de Roraima

Laodicéia Amorim Weersma, Universidade de Fortaleza

Marcos Antônio Fávoro Martins, Universidade Paulista

Marcos Leandro Mondardo, Universidade Federal da Grande Dourados

Reinaldo Miranda de Sá Teles, Universidade de São Paulo

Rozane Pereira Ignácio, Universidade Estadual de Roraima