



UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO DELTA DO PARNAÍBA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO DELTA DO PARNAÍBA  
BACHARELADO EM PSICOLOGIA – FORMAÇÃO DE PSICÓLOGO  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

ANA CAROLINA MARTINS MONTEIRO SILVA

**EFEITOS DA NEUROMODULAÇÃO POR CORRENTE CONTÍNUA NA  
MEMÓRIA DE TRABALHO DE IDOSOS: ESTUDO PILOTO**

Parnaíba – PI

Março 2023

Ana Carolina Martins Monteiro Silva

**EFEITOS DA NEUROMODULAÇÃO POR CORRENTE CONTÍNUA NA  
MEMÓRIA DE TRABALHO DE IDOSOS: ESTUDO PILOTO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Psicologia da Universidade Federal do Delta do Parnaíba (UFDPa) como requisito parcial para a obtenção de nota na disciplina TCC II, sob orientação da Prof.<sup>a</sup> Dra. Paloma Cavalcante Bezerra de Medeiros.

Parnaíba – PI

Março 2023

FICHA CATALOGRÁFICA  
Universidade Federal do Delta do Parnaíba  
Biblioteca Central Prof. Cândido Athayde  
Serviço de Processamento Técnico

S586e Silva, Ana Carolina Martins Monteiro

Efeitos da neuromodulação por corrente contínua na memória de trabalho de idosos: estudo piloto [recurso eletrônico] Ana Carolina Martins Monteiro Silva. – 2023.

1 Arquivo em PDF.

TCC (Bacharelado em Psicologia) – Universidade Federal do Delta do Parnaíba, 2023.

Orientação: Prof. Dra Paloma Cavalcante Bezerra de Medeiros

1. Idoso. 2. Memória do Idoso. 3. Estimulação Transcraniana. 3. Neuromodulação por corrente Contínua. 4. Memória de Trabalho. 5. Processo de Envelhecimento. I. Título.

CDD: 155.67

## RESUMO

O processo de envelhecimento afeta o indivíduo idoso com mudanças cognitivas e fisiológicas, não ocorrendo de forma homogênea. Referente a isso, a memória de trabalho, responsável pela capacidade de adquirir, conservar e evocar informações, é uma das áreas afetadas pelo envelhecimento. Para a conservação da memória de trabalho, a estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC) é uma técnica que vem tomando espaço em pesquisas. A ETCC é uma técnica de neuromodulação focal que modula potenciais da membrana neuronal através de seus mecanismos de ação. Portanto, a pesquisa procurou investigar os efeitos agudos e tardios (1 mês) de intervenções com ETCC na memória de trabalho de idosos. Foi realizado um estudo piloto quantitativo, longitudinal, triplo cego, de medidas repetidas, onde cinco idosos saudáveis com idade média de 70 anos foram submetidos a dez dias consecutivos de intervenção de ETCC com corrente de 1,5 mA no córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo. Para a mensuração da memória de trabalho foram utilizados: os subtestes de extensão de dígitos e sequenciamento de letras números do WAIS III, aplicados antes e após as intervenções, além de *follow up* de uma semana e um mês após a última intervenção. Foi realizada uma ANOVA one-way de medidas repetidas a qual não identificou diferenças significantes ao longo do tempo (T0, T1, T2 e T3)  $F(3, 1) = 0,075$ ,  $p = 0,965$  para dígitos diretos;  $F(3, 1) = 1,000$ ,  $p = 0,609$  para dígitos inversos e  $F(3, 1) = 1,107$ ,  $p = 0,588$  para sequenciamento de letras e números. Dessa forma, a hipótese trabalhada nessa pesquisa não foi corroborada. Destaca-se para futuras pesquisas, aumento no tamanho da amostra e replicação de protocolos da ETCC na memória de trabalho.

**Palavras-Chave:** Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua. Idosos. Memória de trabalho.

## ABSTRACT

The aging process affects the elderly individual with cognitive and physiological changes, not occurring homogeneously. In regards to this, working memory, responsible for the ability to acquire, conserve and evoke information, is one of the areas affected by aging. To preserve working memory, transcranial direct current stimulation (tDCS) is a technique that has been gaining ground in studies. tDCS is a focal neuromodulation technique that modulates neuronal membrane potentials through their mechanisms of action. Therefore, the research aimed to investigate the acute and late (1 month) effects of tDCS interventions on the working memory of the elderly. A quantitative, longitudinal, triple-blind, repeated-measures pilot study was carried out, where five healthy elderly people with an average age of 70 years were submitted to ten consecutive days of tDCS intervention with a current of 1.5 mA in the left dorsolateral prefrontal cortex. To measure working memory, the WAIS III digit span and letter-number sequence subtests were used, applied before and after the interventions, as well as a follow-up of one week and one month after the last intervention. An one-way ANOVA of repeated measures was performed, which did not identify significant differences over time (T0, T1, T2 and T3)  $F(3, 1) = 0.075$ ,  $p = 0.965$  for digits forward;  $F(3, 1) = 1.000$ ,  $p = 0.609$  for digits backward and  $F(3, 1) = 1.107$ ,  $p = 0.588$  for letter-number sequence. Thus, the hypothesis worked on in this research was not corroborated. It stands out for future research, an increase in sample size and replication of tDCS protocols in working memory.

**Key words:** Transcranial Direct Current Stimulation. Elderly. Working memory

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	05
1.1	Idosos.....	05
1.2	Memória de trabalho.....	07
1.3	Estimulação transcranina por corrente continua.....	11
1.4	ETCC na memória de trabalho de idosos saudáveis.....	14
2	MÉTODO.....	18
1.1	Tipo de estudo.....	18
1.2	Amostra.....	18
1.3	Local de pesquisa.....	19
1.4	Instrumentos.....	19
1.5	Procedimentos.....	21
1.6	Protocolo da ETCC.....	22
1.7	Análise de dados.....	23
3	ASPECTOS ÉTICOS E LEGAIS.....	24
4	RESULTADOS.....	25
5	DISCUSSÃO.....	30
6	CONCLUSÃO.....	34
7	REFERÊNCIAS.....	35
8	ANEXOS.....	47

## 2 INTRODUÇÃO

### *1.1 Idosos*

A faixa etária para ser considerado idoso é determinada de acordo com a situação socioeconômica do país, sendo que em países em desenvolvimento como o Brasil, a faixa etária da população idosa é a partir dos 60 anos de idade (Dias & de Melo, 2020; Mendes et. al., 2018). Atualmente, tem-se a previsão que em 2043, os idosos representarão um quarto da população brasileira, esse número se dá pela diminuição da taxa de natalidade e também pelo fato de que idosos apresentaram uma expectativa de vida muito maior, uma vez que em 2043 espera-se que uma pessoa idosa viva em média 81 anos (IBGE, 2022).

O processo de envelhecimento é um fenômeno com mudanças que afetam o indivíduo de forma social, cognitiva e fisiológica (Fransen et. al., 2018; Corrêa, 2018; Oliveira, Silva, & Maziero, 2016). O déficit cognitivo é produto de uma redução global das funções fisiológicas e não necessariamente associado a uma patologia (Lopes, Bastos, & Lima, 2017; Pedone, 2019). Destaca-se que o envelhecimento cognitivo neuronal de um idoso saudável não ocorre de forma homogênea, uma vez que certas áreas da cognição se mantêm estáveis enquanto outras podem reduzir com o passar dos anos (Oliveira, Silva, & Maziero, 2016).

No aspecto anatômico, observa-se a variação de perda celular em áreas neuronais distintas, dessa forma algumas funções cognitivas sofrem maiores impactos do que outras (Papalia & Feldman, 2013). Por conta disto, é registrado uma perda maior nas funções executivas como comportamentos sequenciais, memória e velocidade de processamento e pouca alteração em funções cristalizadas como comportamentos automáticos (Pedone, 2019). O indivíduo que está no processo de envelhecimento requer uma atenção diferenciada visto que essas mudanças podem resultar em déficits físico e neurológicos que prevalecem até o fim da vida (Fransen et. al., 2018).

É importante ser feita a diferenciação entre um envelhecimento saudável e não saudável. Em ambos, são observados impactos nas áreas cognitivas durante o envelhecimento, no entanto, essa perda no envelhecimento saudável ocorre de forma mais lenta e menor, é possível ver que o envelhecimento saudável não provoca mudanças de vida bruscas até os estágios mais tardios do envelhecimento. Um envelhecimento saudável depende não apenas de fatores genéticos, mas também está ligado a questões sociais e econômicas (Chen et. al., 2019).

Já no envelhecimento não saudável, essa perda das funções cognitivas ocorre de forma mais acelerada e afeta o indivíduo de forma mais bruta, resultando em um impacto cognitivo e físico que interfere nas atividades diárias do indivíduo. Doenças progressivas degenerativas que afetam aspectos fisiológicos e cognitivos como a doença de Parkinson e a doença de Alzheimer são exemplos disso, apesar de existirem casos de adultos com esse tipo de demência, é mais comum a ocorrência em pessoas na terceira idade. De acordo com a OMS, 1% da população mundial acima de 65 anos possui o diagnóstico de Parkinson (OMS, 2019).

Durante a terceira idade, em idosos sem histórico de doenças cognitivas ou fisiológicas, aspectos cognitivos, como a memória, atenção e linguagem, podem permanecer preservados e outros podem apresentar declínios. Em especial, sobre a memória de trabalho, identifica-se que não manifestam maiores dificuldades em arquivar informações em curto prazo (Assunção & Chariglione, 2020). No entanto, é observado que atividades que exigem maior concentração são prejudicadas onde a execução de atividades múltiplas e simultâneas tendem a sofrer um declínio com o envelhecimento (Papalia & Feldman, 2013).

Em vista a isso, é possível compreender que o processo de envelhecimento é uma transformação que ocorre durante a vida e que resulta em alterações dos padrões fisiológicos onde mesmo em idosos não acometidos por doenças colaboram na diminuição natural das funções cognitivas, tais como memória, atenção, percepção, dentre outras (Kautzmann & Zibetti, 2020; Oliveira, Silva, & Maziero, 2016).

Esse aumento da população idosa levanta questões acerca da forma a qual essa faixa etária está envelhecendo, mais especificamente em como esse envelhecimento, mesmo que gradual e saudável, afeta a cognição e quais meios estão sendo tomados para a melhoria da qualidade de vida dessa população (Morando, Schmitt, & Ferreira, 2018; Miranda, Mendes & Silva, 2016). A memória, em especial, a memória de trabalho, é uma ferramenta importante da cognição humana, e sua funcionalidade e aspectos gerais devem ser compreendidos.

### *1.2 Memória de trabalho*

No seu livro “Memória”, Ivan Izquierdo (2018) coloca a memória como a capacidade de adquirir, conservar e evocar lembranças e informações por meio de interações sociais e dispositivos neurobiológicos. A memória é importante não só no sentido biológico, mas também no cultural e social, uma vez que a memória é um mecanismo que auxilia na formação de grupos sociais e assimilação cultural.

A memória de forma geral é um dispositivo que auxilia o sujeito a processar e manipular o mundo, levando em consideração suas particularidades e contextos sociais (Silva et. al., 2021). Em vista disso, a memória é dividida em três tipos, com funções e importâncias diferentes: memória de curto prazo, memória de trabalho e memória de longo prazo (Sacramento, Chariglione, Melo, & Cárdenas, 2021).

A memória de longo prazo é responsável pelo armazenamento de informações por longos períodos, ela pode ser dividida em três: memória episódica, relacionadas a experiências e acontecimentos específicos; memória semântica, que diz respeito a informações como linguagem e costumes sociais, e pôr fim a memória de procedimento, que se refere a habilidade motora, prática e costumes a ponto que não necessite de um esforço consciente. Já a memória de curto prazo tem relação a informações que são entradas rápidas pelos olhos ou outros sentidos e permite reter um determinado número de informação por um pequeno período (Papalia & Feldman, 2013).

Segundo Brito et. al., (2019), o conceito de memória de trabalho causa bastante divergência entre pesquisadores. Para muitos ela é considerada parte da memória de curto prazo pois se caracteriza pela memorização de sequências de cinco a nove dígitos, como por exemplo, um número de telefone ou uma senha de banco. A memória de trabalho ocorre apenas quando uma tarefa está sendo realizada. Os mesmos autores colocam que esse tipo de memória ocorre apenas em uma duração de segundos e não forma traços bioquímicos, diferente da memória de longo prazo. No entanto, essa divisão não é um consenso entre pesquisadores, uma vez que alguns categorizam a memória de trabalho como uma subdivisão da memória de curto prazo (Papalia & Feldman, 2013; Corso, 2018; Mapurunga & Carvalho, 2018)

Um dos estudos mais importantes por criar um modelo que categoriza a memória de trabalho e suas funções foi o de Baddeley e Hitch (1974). Os autores propuseram que o modelo de memória de trabalho seria um sistema múltiplo que ao invés de simplesmente armazenar informações por um curto espaço de tempo, seria capaz de manipular um conjunto limitado de informações. Esse modelo inicial ainda é muito difundido e é usado como base em pesquisas não apenas na área da psicologia cognitiva, mas também em neurociência e na psicologia de desenvolvimento humano.

O modelo foi revisado e atualizado por Baddeley (2000) que propôs mais um componente para o modelo de memória de trabalho, totalizando assim quatro. Os três primeiros componentes seriam o executivo central, usado para tarefas que possuem alta demanda cognitiva, esse componente auxilia na coordenação de tarefas, estratégia, atenção e na recuperação de informações da memória de longo prazo que auxiliam na realização da tarefa.

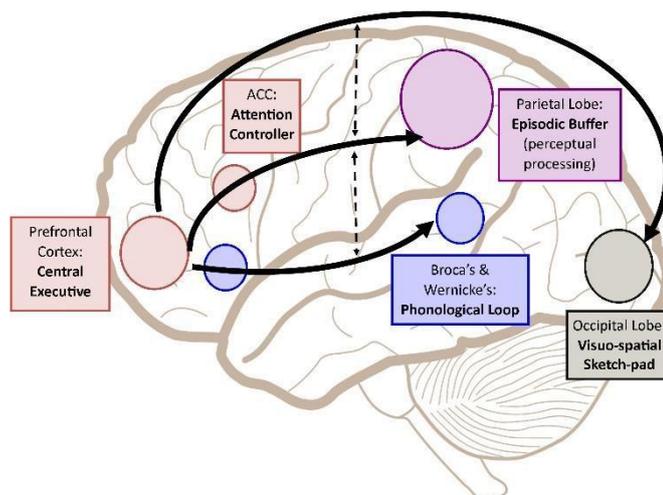
O segundo seria a loop fonológico, também chamado por outros pesquisadores de alça fonológica. De forma simples, esse componente é responsável pela informação verbalmente codificada, transformando o estímulo perceptual em códigos fonológicos. O loop fonológico

permite não apenas o armazenamento desses códigos verbais, mas também a sua articulação e manejo com o objetivo de criar fonemas e palavras (Litvinenko & Ashrapova, 2020).

Outro componente pertencente ao modelo original de Baddeley e Hitch (1974) é o esboço visuo-espacial. Ele é responsável pelo processamento das informações visuais e espaciais que se referem a objetos e outras relações visuais. O esboço visuo-espacial opera de forma similar ao loop fonológico, armazenando temporariamente, nesse caso, características físicas de objetivos. Além disso, também é constituído de um mecanismo espacial que permite a identificação de localização atual, podendo ser feito planejamentos de movimento através de novas informações visuo-espaciais.

Já o atual e quarto componente que foi pensado com o objetivo de criar uma interface entre a memória de trabalho e a memória de longo prazo, é denominado de retentor episódico, ou buffer episódico, é um sistema com capacidade limitada que permite o gerenciamento de um nível maior de informação, até mais do que é possível com o loop fonológico e o esboço visuo-espacial, sem que tenha a necessidade de depender do componente executivo central (Aquino & Borges-Paraná, 2019).

À vista disso, é possível ver como os trabalhos de Baddeley e Hitch colaboraram para o conhecimento sobre a memória de trabalho e a sua categorização como um sistema complexo, separado da memória de curto prazo. A figura 1, a seguir, criada por Chai, Abd Hamid e Abdullah (2018), procura ilustrar as formulações teóricas desses autores, no mais, é importante ter conhecimento que o conhecimento atual sobre memória de trabalho no campo das neurociências envolve interações do cérebro como um todo, e não apenas de áreas específicas. Apesar de que não é possível colocar as diversas categorias da memória de trabalho apenas em pontos específicos, a ilustração ajuda a demonstrar as funções segregadas na memória de trabalho.



**Figura 1:** Modelo de memória de trabalho de Baddley (2010) simplificado. Fonte: Chai, Abd Hamid e Abdullah (2018).

Recentemente os efeitos que a pandemia do COVID-19 apresentou na memória e nos aspectos cognitivos em geral vem sendo estudado. O ensaio clínico de Aydoğan, Baş e Aksoy (2022) mostrou que idosos com COVID-19 apresentaram um desempenho inferior no âmbito da memória três meses após a recuperação do COVID-19.

Em adição a isso, como os efeitos da COVID-19 apresentaram com maior proeminência em pessoas mais idosas, esse grupo foi considerado como um grupo de risco, e por conta disso e do lockdown imposto pela maioria dos países, a rotina diária foi afetada, mostrando ser um fator auxiliou em um declínio cognitivo e de memória em idosos de idade mais avançada (Colucci et. al., 2022).

Dessa forma, é possível entender que a memória é um aspecto valioso da cognição humana, e formas de preservá-las durante estágios mais tardios da vida são essenciais. A memória de curto prazo é uma das áreas mais afetadas pelo envelhecimento cognitivo, devido às diversas alterações fisiológicas que acontecem com o indivíduo durante esse processo tardio da vida, como atrofia cerebral e perda de neurônios. (Gomes, Souza, Marques & Leal, 2020). O estudo da memória é essencial não apenas para a sua reabilitação e manutenção, mas também

para entender como a memória pode ser usada como um indicador biológico em resposta ao desenvolvimento de uma patologia ou em resposta a um fármaco. Essa notabilidade se remete especialmente à memória de trabalho, que é usada diariamente para o cumprimento de tarefas que necessitam desses fatores espaciais, verbais e a própria coordenação e manipulação da memória.

Assim, a memória de trabalho se mostra como um aspecto fundamental da cognição humana, dessa forma, métodos e intervenções que busquem a ativação são essenciais para o meio acadêmico como também para o bem estar.

### *1.3 Estimulação transcraniana por corrente contínua*

A eletroterapia é uma técnica que vem sendo estudada há mais de um século, mas as pesquisas voltaram a ressurgir a partir da década de 1960. Foi durante esse período que o conhecimento de que os neurônios não eram apenas células sem fins particulares começou a ser difundido e intensificou-se os estudos sobre como as diferentes formas de estimulação desses neurônios podem influenciar a cognição (Brunoni, 2017).

As intervenções invasivas eram consideradas de alto risco e faziam com que a sua realização fosse levada como última opção no tratamento do paciente. Mas atrelado ao fato de que alguns pacientes não respondiam bem ao tratamento psicofármaco, formas de estimulação cerebral como a estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC) passaram a ser estudadas com o objetivo de aplicação em pacientes com distúrbios psicológicos e logo mais foi iniciada a aplicação em indivíduos sem diagnóstico para verificar o aumento da potencialidade em aspectos cognitivos como atenção e memória (Brunoni, 2017).

A ETCC é uma técnica de neuromodulação focal, não invasiva, composta por um estimulador alimentado por bateria que emite corrente elétrica contínua de baixa intensidade, entre dois eletrodos, um ânodo e um cátodo, de tamanho variável, que são posicionados no

couro cabeludo (Caulfield & George, 2021). Os eletrodos são utilizados com a finalidade de fornecer a corrente elétrica advinda do estimulador, porém, cada um dos eletrodos acarreta reações eletroquímicas diferentes (Caulfield & George, 2021).

A estimulação anódica auxilia facilitando a despolarização das células nervosas, que desencadeia na entrada de íons de  $\text{Na}^+$  através de difusão simples, que favorece a condução dos sinais elétricos por meio da redução de energia necessária para ocorrer os potenciais de ação. Por outro lado, a estimulação catódica apresenta uma condição inibitória resultando na hiperpolarização da membrana neural, tornando a condução de sinais elétricos mais dificultosos (Vitor et al., 2012).

Considerando essas características, para a utilização da ETCC em pesquisa científica, a exemplo dos ensaios clínicos, é necessário a definição de parâmetros, como tamanho e posicionamento dos eletrodos, intensidade da corrente, duração da estimulação, bem como número e intervalo de sessões (Brunoni, 2017).

O tamanho dos eletrodos pode variar de 3,5 e 100 $\text{cm}^2$ , nos estudos mais comuns com a ETCC, os eletrodos são de silicone carbono com 35 $\text{cm}^2$ , esse tamanho se mostra o ideal para a excitabilidade cortical (Turi et. al., 2014; Arciniega et. al., 2018; Solomons & Shanmugasundaram, 2020). A posição dos eletrodos por outro lado leva em consideração o sistema internacional 10/20 de montagem de eletrodos de eletroencefalograma (EEG), sua posição depende estritamente da área que o estudo procura excitar ou inibir (Brunoni, 2017).

Sobre a intensidade da corrente de estimulação, é possível uma variância entre 0,5 a 3,0 mA, porém, a maioria dos estudos utiliza de 1 a 2 mA, uma vez que estimulações com intensidade acima de 3 mA podem ser dolorosas (Brunoni, 2017). Com o aumento da intensidade da corrente, é observado que o efeito da excitabilidade cortical acontece tanto no ânodo quanto no cátodo (Batsikadze et. al., 2013; Chew, Ho & Loo, 2015).

Em relação ao tempo mínimo de estimulação, para a produção de efeitos de longo prazo, as aplicações de 13 minutos para ETCC anódica e nove minutos para a ETCC catódica é o padrão em intervenções (Ehrhardt et. al., 2021). Sobre o número e intervalo das sessões, evidências mostram que uma intervenção que utiliza o modelo de múltiplas sessões consegue prolongar os efeitos da estimulação. Além disso, o menor intervalo entre as sessões permite que esses efeitos de longo prazo se estiquem, uma vez que esse efeito inicial da estimulação é mantido por mais tempo (Gomes et. al., 2019). O estudo de Alonzo et. al. (2012) mostrou que a estimulação realizada por cinco dias consecutivos apresentou mais efeitos de longo prazo do que uma estimulação realizada em dias alternados.

Por fim, um ponto importante para a realização de uma intervenção com a ETCC são os procedimentos que devem ocorrer antes, durante e após a intervenção. Inicialmente, deve ser realizada uma entrevista para explicar sobre todo o processo e descartar a existência de doenças de pele, feridas ou implantes metálicos no corpo, que podem inviabilizar o uso dos eletrodos (Woods et. al., 2016). Durante o processo de neuromodulação, é necessário que os eletrodos estejam umedecidos em uma solução de cloreto de sódio (NaCl). É importante que essas esponjas estejam umedecidas apenas o bastante para que não ocorra a concentração de corrente elétrica no local úmido, que no caso diminuiria a área funcional da estimulação. Ao mesmo tempo, esponjas muito umedecidas podem causar com que a estimulação se espalhe para áreas além do eletrodo, afetando os efeitos da ETCC. O uso de faixas elásticas auxilia a manter os eletrodos na área na qual se deseja estimular (Brunoni et. al., 2012; Brunoni, 2017)

Durante a intervenção, é necessário estar atento a efeitos adversos que possam ocorrer durante a estimulação e prezar pelo conforto total do paciente, além disso, é importante estar atento ao aparelho para verificar se existe alguma impedância que possa atrapalhar a aplicação da ETCC. Após o término da ETCC deve ser feito o registro caso haja presença de efeitos adversos em um questionário estruturado para esse fim (Woods et. al., 2016).

O interesse em agregar evidências no campo da ETCC vem crescendo nos últimos anos, tanto pelo seu uso prático e relativamente barato, como também por ser um método não invasivo e não medicamentoso. A ETCC além de auxiliar a trabalhar aspectos cognitivos, também vem sendo usada no campo da psiquiatria, relacionado a pessoas com esquizofrenia, transtornos de ansiedade, transtornos bipolares e também em casos de uso abusivo de substâncias (Herrera-Melendez, Bajbouj, & Aust, 2020).

Enquanto a neuromodulação se mostra como uma ferramenta capaz de auxiliar no tratamento e na prevenção de diversos transtornos e déficits em diferentes modalidades e implantações, espera-se que perspectivas futuras tragam metodologias mais personalizadas, além de um melhor entendimento dos mecanismos e dos efeitos nas áreas estimuladas (Won, Song, Reeder & Rogers, 2020). Dentro disso, é possível observar pesquisadores que utilizam a ETCC como técnica para a estimulação da memória em idosos.

#### *1.4 ETCC na memória de trabalho de idosos saudáveis*

A ETCC é utilizada para várias pesquisas clínicas com diferentes amostras, com foco tanto na melhora cognitiva como na fisiológica. Por exemplo, é possível encontrar pesquisas sobre memória de reconhecimento (Boggio et. al., 2009), intervenção de sintomas depressivos (Moron et. al., 2015), esquizofrenia (Bose et. al., 2014) e entre outros diversos. Na íntegra, ensaios clínicos sobre o uso da ETCC para a potencialização da memória de trabalho também são encontrados (Moghadam, Ardekani & Shamsi, 2020; Céspon et al., 2017; Huo et al., 2018; Nissim et al., 2019b), assim como revisões sistemáticas dentro do mesmo tema (Indahlastari et. al., 2021; Siegert, Diedrich & Antal, 2021).

Nissim et al. (2019b) realizaram um estudo com o objetivo de investigar a influência de ETCC ativa versus simulada no desempenho da memória de trabalho. Para essa pesquisa, 16 idosos saudáveis com idades entre 61 e 82 anos participaram. Para isso, os idosos passaram por

uma sessão das duas condições experimentais com um intervalo médio de 8 dias. Em ambas as intervenções o eletrodo anódico foi posicionado na área F4 do sistema internacional EEG 10/20, enquanto o cátodo foi posicionado na área F3. Na intervenção da estimulação ativa os idosos receberam uma corrente de 2mA por 12 minutos. Para mensurar os resultados foram aplicadas tarefas N-back antes, durante e depois da intervenção da ETCC, também foi utilizada imagem por ressonância magnética funcional (fMRI) nos três momentos. Os resultados da fMRI mostraram que a ETCC modulou a conectividade da rede de memória de trabalho dos idosos, os autores também identificaram que o esforço cognitivo durante a estimulação influenciou nos resultados.

O estudo de Moghadam, Ardekani e Shamsi (2020) teve como objetivo avaliar os efeitos da ETCC na memória de trabalho de idosos com deficiências cognitivas normais. Esse estudo foi realizado no Irã em 2016 com 45 idosos que participavam de um curso de autocuidado. Essa amostra de idosos foi dividida em três grupos iguais de 15 pessoas, um grupo fazendo a estimulação simulada, o segundo grupo tendo o eletrodo anodo sob a área F3, levando em consideração a montagem EEG 10/20, e o catodo sob a área supra orbital direita. Para a análise de dados, foram usados como instrumentos de mensuração o teste 2-back. O terceiro grupo teve a posição do anodo na F4 e o do catodo no lado esquerdo da área supraorbital. Sobre os resultados dessa pesquisa, os três grupos não apresentaram diferenças na pontuação principal do teste 2-back, mas o grupo com o anodo F3 apresentou um aumento na pontuação da tarefa de dígitos contrário após a intervenção, mostrando que é possível observar melhorias relacionadas à memória de trabalho quando usado o método F3.

Enquanto nas últimas décadas diversas pesquisas foram feitas, é possível observar que o protocolo da ETCC varia dependendo dos objetivos da pesquisa. Por conta disso, a revisão sistemática com metanálise de Indahlastari et. al. (2021) teve como objetivo verificar os protocolos da ETCC que focaram na recuperação de funções cognitivas de idosos. Os estudos

da revisão foram extraídos de quatro grandes bases de dados científica e dos 13 estudos selecionados, foram extraídos os parâmetros da neuromodulação, os procedimentos dos estudos e os resultados encontrados em relação à cognição dos idosos. Os resultados mostraram que o protocolo da ETCC na maioria dos estudos estimulava o córtex pré-frontal com intensidade entre 1-2 mA usando várias locações de eletrodos, com o anodo na região frontal. Os resultados dos estudos variam, mas foi possível observar efeitos promissores no uso da ETCC para manutenção da cognição em idosos acima de 65 anos.

Outra revisão que procurou promover uma visão compreensível dos procedimentos de ETCC que vem sendo utilizados em estudos associados à degeneração cognitiva em idosos seria o de Siegert, Diedrich e Antal (2021). Neste estudo, foram retirados de uma base de dados de sobre pesquisas em ETCC chamada *tDCS database*, com foco tanto em idosos saudáveis quanto em idosos com diagnóstico de Alzheimer e resultados focados na memória de trabalho. Foram encontrados 16 estudos publicados entre 2008 e 2016 que mostraram que os maiores efeitos da ETCC estão presentes em estudos que usam a área do córtex pré-frontal, com uma intensidade de 1,5 mA por 30 minutos. No entanto, por conta da diferença cognitiva dentro da amostra, não foi possível generalizar os resultados encontrados.

Dessa forma, a ETCC vem se mostrando como uma técnica promissora para a potencialidade da memória de trabalho. É possível ver a importância da realização de pesquisas que busquem investigar os efeitos e impacto da ETCC na memória de trabalho em idosos, ainda mais em idosos saudáveis que perdem a capacidade cognitiva por questões naturais de idade e envelhecimento. Visto isso, essa pesquisa será realizada com o objetivo de investigar os efeitos da ETCC na memória de trabalho de idosos.

Como hipótese levantada para essa pesquisa, tem-se que idosos saudáveis apresentaram melhor performance em teste de memória após ser realizada a intervenção de ETCC. Estudos que utilizam a ETCC para aumentar a capacidade de memória de trabalho se mostraram

promissoras (Deldar et. al., 2019; Nissim et. al., 2019a; Moghadam, Ardekani & Shamsi, 2020). Também, por meio do *follow up*, espera-se verificar os efeitos da ETCC na memória de trabalho são detectados uma semana e um mês após as intervenções, uma vez que estudos mostram que um número maior de sessões consecutivas permite um efeito mais duradouro na cognição (Ruf, Fallgatter & Plewnia, 2017; Berryhill, 2017)

Por último, levanta-se a hipótese que a técnica da ETCC é de baixo risco e sem efeitos adversos. A baixa intensidade da corrente elétrica permite que a ETCC seja uma técnica segura caso os protocolos de segurança sejam realizados. Uma revisão não mostrou nenhum efeito adverso em 18 mil sessões de ETCC, estimulação por corrente elétrica espinal transcutânea, corrente alternada transcraniana e estimulação por ruído transcraniano (Antal et. al., 2017).

### 3 METODOLOGIA

#### 2.1 Tipo de estudo

Trata-se de um estudo piloto de caráter quantitativo, longitudinal, de medidas repetidas, onde os participantes responderam a todos os instrumentos antes e após as sessões de intervenção de ETCC, bem como no *follow up* que se deu uma semana e um mês após a última intervenção. Essa pesquisa trata-se de um recorte de um projeto guarda-chuva que é um ensaio clínico sobre ETCC e treino cognitivo em idosos saudáveis de quatro braços: (1) ETCC A – TC S; (2) ETCC S – TC A, (3) ETCC A – TC A, (4) ETCC S – TC S, realizado pelo laboratório de Neurociências e Psicologia Social, da Universidade Federal do Delta do Parnaíba.

#### 2.2 Amostra

A amostra do projeto guarda-chuva participantes, pretende contar com no mínimo 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; Papazova et al., 2020). Como esse estudo piloto é apenas um braço do projeto maior, o n amostral foi de 5 idosos.

A amostragem é do tipo não probabilística onde os participantes foram selecionados por julgamento com base em critérios de elegibilidade pré-estabelecidos. Para compor a amostra foi preciso cumprir os seguintes critérios de inclusão: (1) indivíduos com idade entre 60 e 75 anos; (2) saber ler; (3) atingir uma pontuação igual ou superior ao nível educacional no Exame do Estado Mental (MEEM).

Os critérios de exclusão, foram: (1) possuir histórico de convulsões, epilepsia, traumatismo crânio encefálico 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) Possuírem prescrições atuais de medicamentos antipsicóticos, hipnóticos ou sedativos; (5) Fazer uso abusivo/dependência de substâncias, com exceção do tabaco e/ou cafeína; (6) Possuir implantes metálicos no corpo, como marcapassos, e, (7) Apresentar doenças de pele.

### *2.3 Local da pesquisa*

As intervenções ocorreram no Laboratório de Neurociência e Psicologia Social (LaNPSO) localizado na Universidade Federal do Delta de Parnaíba (UFDPAr). Os idosos foram recrutados em uma fundação que presta serviços a idosos numa cidade do interior do Piauí.

### *2.4 Instrumentos*

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

(1) *Questionário Sociodemográfico (ANEXO II)*: Ferramenta utilizada para coletar informações sobre os aspectos gerais acerca dos idosos que tiveram interesse em participar da pesquisa. Além das perguntas gerais, o questionário contou com questões acerca da utilização de drogas lícitas e ilícitas, questões de saúde e objetos metálicos, a fim de verificar a disponibilidade de participar da pesquisa.

(2) *Mini Exame do Estado Mental (ANEXO IV)*: Este instrumento foi aplicado com o objetivo de avaliação de comprometimento cognitivo, na área da pesquisa sendo empregada em estudos epistemológicos populacionais como teste de rastreio, podendo ser realizada em adultos e idosos. Por ser um instrumento fácil de ser aplicado, de caráter objetivo e com boas propriedades psicométricas, o MEEM se tornou um dos instrumentos mais utilizados no mundo na área da avaliação neuropsicológica (Brukri et al., 2003; Melo & Barbosa, 2015).

(3) *Escala de Inteligência Wechsler para Adultos (WAIS-III – escala comercializada)*: Esta escala é um instrumento de medida psicométrico desenvolvido por Wechsler (1997) e adaptado para o contexto brasileiro por Banhato e Nascimento (2007). O WAIS-III tem como objetivo principal o diagnóstico de transtornos neuropsicológicos e a avaliação da capacidade intelectual de memória (Nascimento, 2004). Neste estudo foram utilizados três subtestes WAIS III: Dígitos de ordem direta, Dígitos de ordem inversa e Sequenciamento de Letras-Números com intuito de avaliar a memória de trabalho.

(4) *Neuroestimulador Microestim tDCS Foco NKL*: O kit contém o equipamento de estimulação, esponjas, eletrodos, faixa para fixar o eletrodo na cabeça do voluntário, cabos conectores e bateria.

(5) *Questionário de Efeitos Adversos da ETCC (ANEXO III)*: Este questionário foi elaborado por Brunoni et al. (2011), trata-se de uma escala que visa verificar quais efeitos adversos foram sentidos pelos pacientes durante o período de aplicação da ETCC, e a relação com a estimulação. O paciente é questionado se sentiu o sintoma durante as estimulações por meio da indicação numa escala de 1 a 4 pontos de gravidade de sintomas, sendo 1 = ausência do sintoma específico e 4 = presença severa. Se o participante indicar ter experienciado algum dos sintomas é solicitado ainda a indicar o quanto (em pontuações variando de 1 nenhuma, a 4 muito) está relacionada com a estimulação. Essa segunda pergunta tem o objetivo de verificar se a percepção do paciente está associada ao efeito provocado pela estimulação.

(6) *Pergunta sobre cegamento*: Ao final de cada intervenção, junto ao questionário de efeitos adversos da ETCC, foi perguntado se a pessoa achava que tinha recebido ETCC ativa, para garantir o cegamento dos participantes da pesquisa.

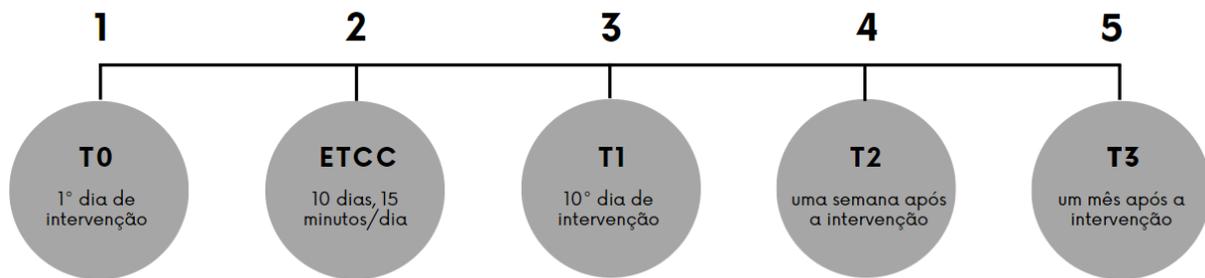
## 2.5 Procedimentos

Foram realizadas visitas a instituições que atendem idosos numa cidade do interior do Piauí. Nessas instituições foram realizados contatos com os mesmos, explicando os objetivos da pesquisa, como seriam realizadas as intervenções, e com aqueles idosos que se interessaram em participar foi marcado dia e hora para comparecer ao laboratório na UFDPAr para que fosse assinado o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) e realizada triagem (preenchimento de questionário sócio demográfico, clínico, e aplicação do MEEM).

Com os voluntários que cumpriram os critérios de inclusão foram marcadas as datas e horários para início da intervenção.

Todos os voluntários passaram pelas mesmas etapas. Todos os participantes seguiram um mesmo protocolo de aplicação da técnica. Os voluntários foram colocados em ambiente controlado de som, temperatura e estímulos visuais, onde ficaram sentados em uma cadeira confortável na presença do pesquisador que realizou a intervenção.

Conforme a figura 2, a seguir, a avaliação T0 foi realizada antes do primeiro dia de intervenção, onde foram utilizados os dois subtestes da Escala de Inteligência Wechsler para Adultos (WAIS III): Extensão de Dígitos e Sequenciamento de Letras Números. Durante as próximas duas semanas, 10 dias, excetuando final de semana, foram realizadas as intervenções, de acordo com os protocolos da ETCC que serão descritos a seguir. Logo após a 10ª intervenção, foi realizada a avaliação T1, onde foram novamente aplicados os subtestes. O *follow up* foi realizado uma semana após o último dia de intervenção (T2) e um mês após a última intervenção (T3), onde novamente foi realizada a aplicação dos subtestes, para a verificação dos efeitos da intervenção com ETCC.



**Figura 2:** Estrutura da intervenção

## 2.6 Protocolo da ETCC

A ETCC é fornecida por um Neuroestimulador, alimentado por uma bateria de 9v, através de dois eletrodos: anódico e catódico. O eletrodo anódico de 35cm<sup>2</sup> fica fixado ao Córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo, tendo como referência a região F3 do Sistema Internacional 10/20 para eletroencefalograma (Malmivuo & Plansey, 1995), o eletrodo catódico é posicionado sobre o músculo deltóide do ombro direito, com uma área de 50cm<sup>2</sup> (Cespón, 2017). Os eletrodos anódico e catódico são envoltos por esponjas umedecidas em solução salina. As intervenções com estimulação elétrica se deram através de uma corrente contínua de 1,5 mA.

A estimulação leva em torno de 10 segundos até atingir a corrente estável de 1,5 mA, ou seja, a corrente vai aumentando gradativamente em rampa ascendente, a qual permanece estável por 15 min, ao final segue 10 segundos em rampa descendente diminuindo gradativamente para finalizar completamente a estimulação. Após o final de cada sessão os voluntários responderam a um questionário proposto por Brunoni et al. (2011) para identificar a presença ou ausência de possíveis efeitos adversos da ETCC.

Ao final de toda intervenção foi realizada pergunta sobre cegamento.

## *2.7 Análise dos dados*

Os dados coletados foram analisados estatisticamente buscando resolver o problema da pesquisa. 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 as medidas de T0, T1, T2 e T3, utilizando a técnica estatística ANOVA one way para medidas repetidas.

Os dados foram analisados por meio do software IBM SPSS STATISTICS, versão 23. Trata-se de um programa que é possível realizar análise ad hoc, teste de hipótese, relatórios, gráficos para apresentação dos resultados. Este programa facilita o gerenciamento de dados, a seleção e execução de análises, bem como o compartilhamento de seus resultados.

#### **4 ASPECTOS ÉTICOS E LEGAIS**

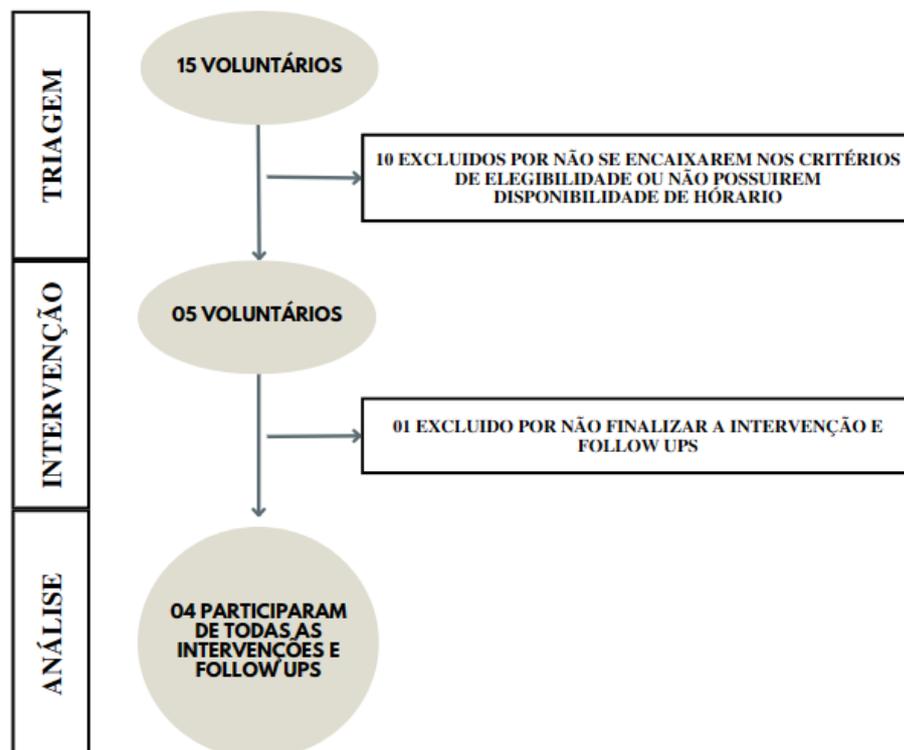
O estudo foi pautado nos princípios éticos que envolvem pesquisa com seres humanos, e seguiu as normas da resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (CNS, 2012), e com respeito à dignidade, liberdade e à autonomia.

Esse projeto foi aprovado pelo comitê de ética da Universidade Federal do Piauí – UFPI, sob número 4.753.052, sob as considerações que o projeto apresenta temática relevante no que tange a formas de abordagem dos déficits decorrentes do processo de envelhecimento. Os objetivos são consonantes com a metodologia proposta, e o cronograma de execução está de acordo com o processo de tramitação ética.

Ressalta-se que os materiais e as informações obtidas no desenvolvimento deste trabalho foram utilizados apenas para fins de pesquisa. Os resultados da pesquisa serão tornados públicos através de publicações em periódicos científicos e/ou em encontros científicos, respeitando-se sempre a privacidade, anonimato, e os direitos individuais dos sujeitos pesquisados. Caso algum efeito adverso ocorra o CEP será informado. Ao finalizar a pesquisa, o documento final será enviado ao CEP.

## 5 RESULTADOS

Para a intervenção, foram contactados 15 idosos que possuíam interesse em participar da pesquisa. Conforme o fluxograma abaixo, dentro desses 15, apenas quatro fazem parte da amostra final por atender todos os critérios de elegibilidade, compareceram todos os dias das intervenções e realizaram os *follow up* de uma semana e um mês.



**Figura 3:** Fluxograma da amostra. Fonte: dados da pesquisa.

Sobre a amostra final, dados descritivos apresentam que a amostra é composta de um grupo inteiramente feminino, com idade variando de 65 até 72 anos de idade ( $M = 70$ ;  $DP = 3,367$ ). Todas as idosas são aposentadas, com renda salarial entre um a três salários mínimos e moram com familiares. Todas as idosas faziam atividades físicas com a frequência de pelo menos uma vez por semana.

Seguindo os critérios de elegibilidade, nenhuma das idosas faz uso abusivo de álcool ou outras substâncias químicas, possui doenças de pele ou objetos metálicos no corpo. Todas as

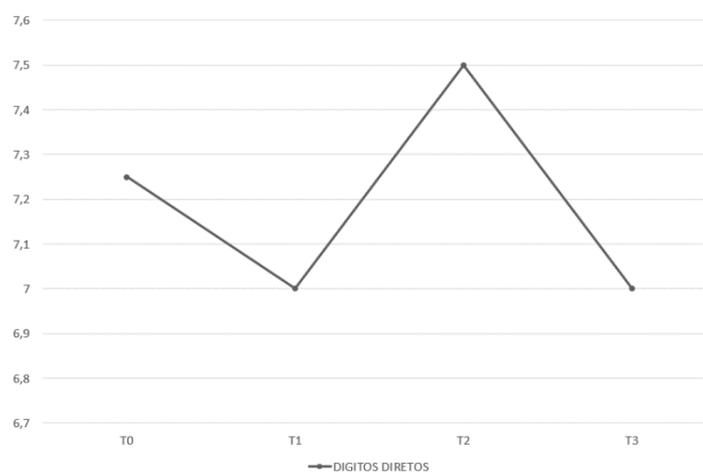
idosas são alfabetizados, com graus de escolaridade variados, uma participante com a 5ª série completa, duas com o ensino médio completo e uma com o ensino superior incompleto. Todas as idosas foram vacinadas contra COVID-19, sendo que nenhuma das idosas selecionadas testaram positivo para COVID-19 até o final do experimento.

### *Subteste dígitos diretos*

Em relação ao primeiro subteste, dígitos de ordem direta, observa-se que em T0 a média alcançada pelos participantes foi de 7,25, em T1 7,00, em T2 7,50 e em T3 7,00. Foi realizada uma ANOVA one way para medidas repetidas, dentro grupo e foi observado que as medidas não apresentaram diferença significativa. Ou seja, entre os intervalos de tempo não há melhora significativa no desempenho desse teste [ $F(3, 1) = 0,075$ ,  $p = 0,965$ ] entre os intervalos de tempo de T0, T1, T2 e T3.

SUBTESTE DIGITO DIRETO							
T0		T1		T2		T3	
Média	Erro Desvio	Média	Erro Desvio	Média	Erro Desvio	Média	Erro Desvio
7,25	1,708	7,00	2,449	7,50	1,732	7,00	2,582

**Tabela 1:** Medidas do subteste dígitos diretos. Fonte: dados da pesquisa.



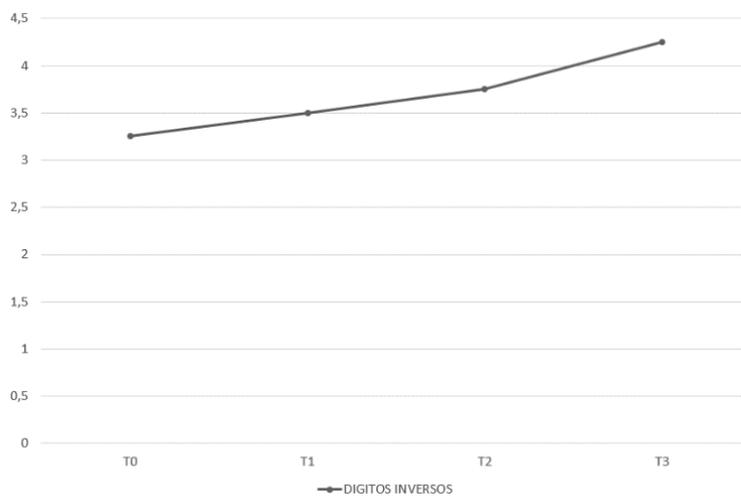
**Imagem 4:** Gráfico com as médias do subteste dígitos diretos. Fonte: dados da pesquisa.

### *Subteste dígitos inversos*

Em relação ao segundo subteste, dígitos de ordem inversa, observa-se que em T0 a média alcançada pelos participantes foi de 3,25, em T1 3,50, em T2 3,75 e em T3 4,25, apresentando uma melhora na performance das participantes nos intervalos de tempo analisados. Foi realizada uma ANOVA one way para medidas repetidas, dentro grupo e foi observado que as medidas não apresentaram diferença significativa. Ou seja, entre os intervalos de tempo não há melhora significativa no desempenho desse teste [F(3, 1) = 1,000, p = 0,609] entre os intervalos de tempo de T0, T1, T2 e T3.

SUBTESTE DIGITO INVERSO							
T0		T1		T2		T3	
Média	Erro Desvio	Média	Erro Desvio	Média	Erro Desvio	Média	Erro Desvio
3,25	1,258	3,50	2,380	3,75	1,708	4,25	2,217

**Tabela 2:** Medidas do subteste dígitos inversos. Fonte: dados da pesquisa



**Imagem 5:** Gráfico com as médias do subteste dígitos inversos. Fonte: dados da pesquisa.

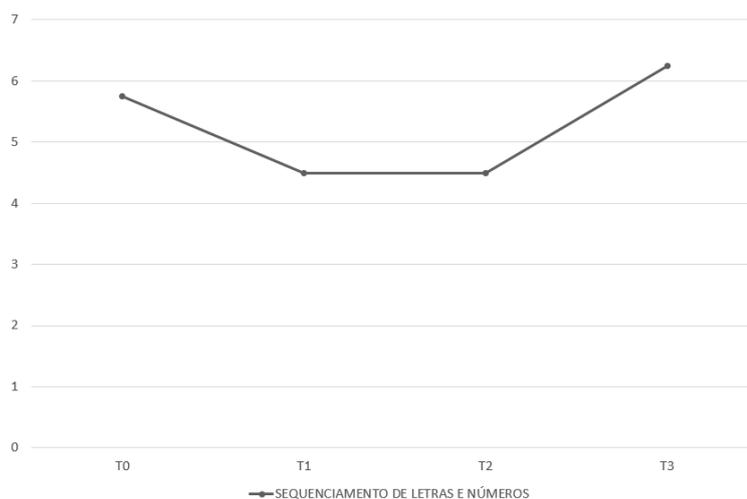
### *Subteste sequenciamento de letras e números*

Em relação ao terceiro e último subteste, sequenciamento de letras e números, observa-se que em T0 a média alcançada pelos participantes foi de 5,75, em T1 4,50, em T2 4,50 e em

T3 6,25. Foi realizada uma ANOVA one way para medidas repetidas, dentre grupo e foi observado que as medidas não apresentaram diferença significativa. Ou seja, entre os intervalos de tempo não há melhora significativa no desempenho desse teste [F(3, 1) = 1,107, p = 0,588] entre os intervalos de tempo de T0, T1, T2 e T3.

SUBTESTE SEQUENCIAMENTO DE LETRAS E NÚMEROS							
T0		T1		T2		T3	
Média	Erro Desvio	Média	Erro Desvio	Média	Erro Desvio	Média	Erro Desvio
5,75	2,986	4,50	1,732	4,50	3,697	6,25	2,872

**Tabela 3:** Medidas do subteste sequência de letras e números. Fonte: dados da pesquisa.



**Imagem 6:** Gráfico com as médias do subteste sequência de letras e números. Fonte: dados da pesquisa.

### *Presença ou ausência de efeitos adversos da ETCC*

Quanto a presença ou ausência de efeitos adversos, realizando uma análise descritiva das respostas alcançadas pela escala de efeitos adversos da ETCC, adaptada de Brunoni et. al (2011), verifica-se que o fenômeno mais recorrente foi “formigamento na pele” e “sonolência”.

Não houve a ocorrência de nenhum efeito severo, dessa forma, a estimulação não teve que ser parada durante nenhuma intervenção.

Ademais, em relação a pergunta sobre o cegamento, todas as idosas responderam que acreditavam que estavam recebendo ETCC ativa.

<b>QUESTIONÁRIO DE EFEITOS ADVERSOS DA ETCC</b>				
<b>EFEITO</b>	<b>Ausente</b>	<b>Leve</b>	<b>Moderada</b>	<b>Severa</b>
<b>Dor de cabeça</b>	94,3%	5,7%		
<b>Dor no pescoço</b>	100%			
<b>Dor no couro cabeludo</b>	100%			
<b>Coceira</b>	85,7%	14,3%		
<b>Formigamento na pele</b>	65,7%	31,4%	2,9%	
<b>Queimação</b>	100%			
<b>Sonolência</b>	65,7%	31,4%	2,9%	
<b>Dificuldade de concentração</b>	91,4%	8,6%		
<b>Mudança de humor</b>	100%			

**Tabela 4:** Frequência de efeitos adversos durante todas as intervenções. Fonte: dados da pesquisa

## 6 DISCUSSÃO

A presente pesquisa teve como objetivo principal verificar se um protocolo de intervenção de dez dias consecutivos, excetuando-se final de semana, de estimulação transcraniana por corrente contínua apresentaria efeitos significativos na memória de trabalho de idosos saudáveis. Foi utilizado o WAIS-III para mensurar tal construto, e este foi aplicado antes das intervenções, logo após o término das intervenções e consequentemente nos *follow up*'s ocorridos uma semana e um mês após o fim das intervenções. Também buscou-se verificar se a intervenção (ETCC) é uma técnica segura a ser utilizada em idosos.

Após a realização da análise estatística de cada subteste, os resultados 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, T2 e T3)

Para avaliar os efeitos da ETCC, foram utilizados três subtestes do WAIS-III (dígitos direto, dígitos inversos e sequenciamento de letras e números). No estudo de Hill et. al. (2010) os subtestes foram validados e apresentam-se capazes de avaliar a memória de trabalho, no entanto, o estudo coloca que a utilização de outros subtestes dentro do WAIS-III para a avaliação da memória de trabalho como a ressonância de matriz e vocabulário podem auxiliar na melhora de resultados.

Observando as médias entre tempos, os subtestes dígitos diretos e sequenciamento de letras e números apresentou um declínio entre T0 e T1, ou seja, logo após a realização da intervenção. Já o subteste de dígitos inversos apresentou um aumento contínuo entre os tempos (T0, T1, T2 e T3), indicando que apesar de não resultar uma melhora estatisticamente significativa, houve uma evolução na performance das idosas nesse subteste.

Em pesquisas proeminentes de ETCC, é possível observar a variância entre os instrumentos utilizados para mensurar a memória de trabalho. Entre os subtestes utilizados, a utilização da tarefa de dígitos diretos e dígitos inversos é comum de ser encontrada. Enquanto no estudo de Andrews et. al. (2011) não foram encontrados efeitos significativos relacionados ao tempo antes e após a intervenção, o estudo de Jeon e Han (2012) encontrou resultados significativos na tarefa de dígitos inversos relacionados ao tempo de intervenções.

Outro instrumento comum de ser utilizado nas tarefas de memória de trabalho é a tarefa 2-back. Estudos como Berryhill e Jones (2012); Nissim et. al. (2019a) e Park et. al. (2014) fizeram uso da tarefa 2-back. O estudo de Park et. al. e Nissim et. al. apresentaram efeitos significativos antes e depois das intervenções de ETCC, já o estudo de Berryhill e Jones não apresentou efeitos significativos relacionados ao tempo da aplicação dos instrumentos.

Dessa forma, essa variância entre instrumentos utilizados e resultados obtidos em pesquisas de ETCC com idosos saudáveis torna-se difícil de generalizar.

Acerca do protocolo da ETCC, a pesquisa utilizou de intervenções consecutivas de dez dias, com duração de 15 minutos cada. Foi utilizado o eletrodo anódico com uma corrente de 1,5mA, posicionado no local F3, com base no Sistema Internacional 10/20 para eletroencefalograma. Na literatura, é possível ver uma heterogeneidade de protocolos, com a potência de corrente indo de 1mA (Ohn et. al., 2008; Mulquiney et. al., 2011; Jeon & Han, 2012) a 2mA (Nissim et. al. 2019a; Nilsson, Lebedev & Lövdén, 2015; Nilsson et. al, 2017; Stephens & Berryhill, 2016).

Pesquisas que utilizam potência de 1,5mA como Cespón et. al. (2017) e Jones et. al. (2015) apresentaram efeitos significativos na memória de trabalho antes e depois das intervenções. É importante notar que, todos os artigos citados, possuem protocolos diferentes, sejam instrumentos de medidas, número de sessões, tempo das sessões e como também

intensidade da corrente. Apesar de todos os estudos contarem com idosos saudáveis para a amostra principal, questões como nível educacional, regionalidade, adaptação ao uso dos instrumentos e aspectos individuais podem diferenciar os resultados entre estudos e até mesmo dentro de uma mesma amostra.

Outros fatores como a amostra ter sido estritamente feminina e com níveis de escolaridade distintos podem ter influenciado nos resultados encontrados. O estudo de Berryhill e Jones (2012) apresentou que enquanto a ETCC apresentou benefícios significativos para idosos com um nível educacional mais alto, quando comparado a idosos com níveis educacionais inferiores, onde a performance de memória de trabalho continuou a mesma ou inalterada.

Em relação ao gênero, essa variável é dificilmente mencionada em estudos. Ainda assim, é de importância a citação de estudos como de Chaieb, Antal e Paulus (2008) e Gao et al. (2018), que apresentam que protocolos diferentes de ETCC afetam mulheres de forma mais significativa do que homens com o mesmo protocolo.

Já o estudo de Meiron e Lavidon (2013), que buscou observar as diferenças entre gêneros especificamente no uso da ETCC para a melhora da performance de memória de trabalho, apresentou que enquanto homens se beneficiaram mais da estimulação na área dorsolateral esquerdo, mulheres apresentaram resultados mais significativos na performance da memória de trabalho quando a estimulação ocorria na área dorsolateral direita, dando a entender que os efeitos da ETCC na memória de trabalho podem ser dependente de gênero e área de estimulação. A presente pesquisa, contou com uma amostra totalmente feminina, e estimulou o córtex pré frontal dorsolateral esquerdo, logo os resultados aqui evidenciados podem ter se dado por essa questão frisada por Meiron e Lavidon.

Em relação a segurança da técnica a ETCC durante a pesquisa não apresentou efeitos adversos severos, isso vai de encontro a postulação de Bikson et. al. (2016), que coloca a ETCC uma técnica segura para ser utilizada com humanos dentro de protocolos de segurança pré-estabelecidos.

Dentro do estudo, houve diversas limitações, a mais característica foi relacionada ao tamanho da amostra, e em sua totalidade de um único gênero. Na etapa de análise de dados da pesquisa, a amostra final constituiu de quatro participantes, esse número baixo não permite resultados mais robustos. O tamanho da amostra é uma barreira similar em outros estudos de ETCC na memória de trabalho.

Outra limitação se refere ao protocolo da ETCC, podendo não ter sido o mais adequado para a amostra de idosos selecionadas. Enquanto os resultados de estudos da ETCC na memória de trabalho apresentam resultados discrepantes, não existe um protocolo pré-estabelecido com o enfoque nessa área específica, além de que fatores sociais provenientes dessa amostra específica podem ter influenciado nos resultados obtidos.

A mesma limitação se refere a aplicação dos instrumentos e realização das intervenções. O cegamento tanto dos participantes quanto dos pesquisadores e protocolo foi realizado para minimizar a presença de viés.

Uma revisão do protocolo e dos procedimentos de aplicação dos instrumentos é necessária para garantir uma maior segurança de resultados. Sugere-se aumento da amostra, diversifica-lo quanto ao gênero, ou trabalhar com protocolo dependente do sexo.

## 7 CONCLUSÃO

De forma geral, pode-se dizer que a utilização de intervenção de ETCC durante dez dias não apresentou resultados quantitativos significativos na melhora da memória de trabalho de idosos saudáveis. Sobre a segurança da técnica, a ETCC enquanto instrumento se mostrou seguro, apresentando que os idosos que participaram da pesquisa não apresentaram desconforto durante a realização das sessões de ETCC.

Os resultados sem umas diferenças estatisticamente diferentes entre T0, T1, T2 e T3 refletem nas limitações do estudo, como tamanho da amostra, aspectos demográficos da amostra, sensibilidade dos instrumentos para mensuração da memória de trabalho e também aspectos de protocolo que possam não ter sido os mais indicados para a amostra em questão.

No mais, é necessário a realização de mais pesquisas e intervenções com ETCC, com a intenção de verificar os seus resultados com protocolos e amostras diversas. Além do tamanho da amostra, a revisão de protocolo deve ser realizada com a intenção de verificar qual a melhor adequação ao grupo de idosos selecionados, levando em consideração todos os critérios de elegibilidade e questões demográficas.

## 7. REFERÊNCIAS

- Alonzo, A., Brassil, J., Taylor, J. L., Martin, D., & Loo, C. K. (2012). Daily transcranial direct current stimulation (tDCS) leads to greater increases in cortical excitability than second daily transcranial direct current stimulation. *Brain stimulation*, 5(3), 208-213.
- Andrews, S. C., Hoy, K. E., Enticott, P. G., Daskalakis, Z. J., & Fitzgerald, P. B. (2011). Improving working memory: the effect of combining cognitive activity and anodal transcranial direct current stimulation to the left dorsolateral prefrontal cortex. *Brain stimulation*, 4(2), 84-89.
- Antal, A., Alekseichuk, I., Bikson, M., Brockmüller, J., Brunoni, A. R., Chen, R., ... & Paulus, W. (2017). Low intensity transcranial electric stimulation: safety, ethical, legal regulatory and application guidelines. *Clinical Neurophysiology*, 128(9), 1774-1809.
- Aquino, J. L., & Borges-Paraná, C. M. D. O. (2019). Avaliação neuropsicológica da memória operacional em escolares. *Revista Psicopedagogia*, 36(109), 3-9.
- Arciniega, H., Gözenman, F., Jones, K. T., Stephens, J. A., & Berryhill, M. E. (2018). Frontoparietal tDCS benefits visual working memory in older adults with low working memory capacity. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 10, 57.
- Assunção, J. L. A., & Chariglione, I. P. F. S. (2020). Envelhecimento Cognitivo, Autoeficácia e Atividade Física: Uma Revisão Sistemática. *Revista de Psicologia da IMED*, 12(1), 116-132.
- Aydoğan, Z., Baş, B., & Aksoy, S. (2022). Investigation of the Effects of COVID-19 on Perception, Attention, Memory, Balance, and Quality of Life in the Elderly. *Topics in Geriatric Rehabilitation*, 38(4), 270-276.

- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in cognitive science*, 4,417-423.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working memory. In *Psychology of learning and motivation* (Vol. 8, pp. 47-89). Academic press.
- Banhato, E. F. C., & Nascimento, E. D. (2007). Função executiva em idosos: um estudo utilizando subtestes da Escala WAIS-III. *Psico-USF*, 12(1), 65-73.
- Batsikadze, G., Moliadze, V., Paulus, W., Kuo, M. F., & Nitsche, M. (2013). Partially non-linear stimulation intensity-dependent effects of direct current stimulation on motor cortex excitability in humans. *The Journal of physiology*, 591(7), 1987-2000.
- Berryhill, M. E. (2017). Longitudinal tDCS: consistency across working memory training studies.
- Berryhill, M. E., & Jones, K. T. (2012). tDCS selectively improves working memory in older adults with more education. *Neuroscience Letters*, 521(2), 148–151. doi:10.1016/j.neulet.2012.05.074
- Bikson, M., Grossman, P., Thomas, C., Zannou, A. L., Jiang, J., Adnan, T., ... & Woods, A. J. (2016). Safety of transcranial direct current stimulation: evidence based update 2016. *Brain stimulation*, 9(5), 641-661.
- Boggio, P. S., Khoury, L. P., Martins, D. C., Martins, O. E., De Macedo, E. C., & Fregni, F. (2009). Temporal cortex direct current stimulation enhances performance on a visual recognition memory task in Alzheimer disease. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 80(4), 444-447.

- Bose, A., Shivakumar, V., Narayanaswamy, J. C., Nawani, H., Subramaniam, A., Agarwal, S. M., ... & Venkatasubramanian, G. (2014). Insight facilitation with add-on tDCS in schizophrenia. *Schizophrenia research*, 156(1), 63-65.
- Brito, V. V., Manhães, A. G., França, A. I., & Marins, M. (2019). Avaliação do Programa de Treinamento para Memória de Trabalho em Idosos. In *CoDAS* (Vol. 31). Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia.
- Brucki, S., Nitrini, R., Caramelli, P., Bertolucci, P. H., & Okamoto, I. H. (2003). Sugestões para o uso do mini-exame do estado mental no Brasil. *Arquivos de Neuro-psiquiatria*, 61(3B), 777-781.
- Brunoni, A. R. (Orgs.). (2017). *Princípios e Práticas do Uso da Neuromodulação Não Invasiva em Psiquiatria*. Campo Grande: Artmed.
- Brunoni, A. R., Amadera, J., Berbel, B., Volz, M. S., Rizzerio, B. G., & Fregni, F. (2011). A systematic review on reporting and assessment of adverse effects associated with transcranial direct current stimulation. *International Journal of Neuropsychopharmacology*, 14(8), 1133-1145.su
- Brunoni, A. R., Nitsche, M. A., Bolognini, N., Bikson, M., Wagner, T., Merabet, L., ... & Fregni, F. (2012). Clinical research with transcranial direct current stimulation (tDCS): challenges and future directions. *Brain stimulation*, 5(3), 175-195.
- Caulfield, K. A., & George, M. S. (2021). Optimizing transcranial direct current stimulation (tDCS) electrode position, size, and distance doubles the on-target cortical electric field: Evidence from 3000 Human Connectome Project models. *bioRxiv*.

- Cespón, J., Rodella, C., Rossini, P. M., Miniussi, C., & Pellicciari, M. C. (2017). Anodal transcranial direct current stimulation promotes frontal compensatory mechanisms in healthy elderly subjects. *Frontiers in aging neuroscience*, 9, 420.
- Chai, W. J., Abd Hamid, A. I., & Abdullah, J. M. (2018). Working memory from the psychological and neurosciences perspectives: a review. *Frontiers in psychology*, 9, 401.
- Chaieb, L., Antal, A., & Paulus, W. (2008). Gender-specific modulation of short-term neuroplasticity in the visual cortex induced by transcranial direct current stimulation. *Visual neuroscience*, 25(1), 77-81.
- Chen, Y., Lv, C., Li, X., Zhang, J., Chen, K., Liu, Z., ... & Zhang, Z. (2019). The positive impacts of early-life education on cognition, leisure activity, and brain structure in healthy aging. *Aging (Albany NY)*, 11(14), 4923.
- Chew, T., Ho, K. A., & Loo, C. K. (2015). Inter-and intra-individual variability in response to transcranial direct current stimulation (tDCS) at varying current intensities. *Brain stimulation*, 8(6), 1130-1137.
- Colucci, E., Nadeau, S., Higgins, J., Kehayia, E., Poldma, T., Saj, A., & De Guise, E. (2022). COVID-19 lockdowns' effects on the quality of life, perceived health and well-being of healthy elderly individuals: A longitudinal comparison of pre-lockdown and lockdown states of well-being. *Archives of gerontology and geriatrics*, 99, 104606.
- Corrêa, C. O. (2018). Perfil cognitivo executivo de idosos atendidos no Ambulatório de Geriatria do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho.
- Corso, L. V. (2018). Memória de trabalho, senso numérico e desempenho em aritmética. *Psicologia: Teoria e Prática*, 20(1), 141-154.

- Deldar, Z., Rustamov, N., Blanchette, I., & Piché, M. (2019). Improving working memory and pain inhibition in older persons using transcranial direct current stimulation. *Neuroscience research*, 148, 19-27.
- Dias, B. M., & de Melo, D. M. (2020). Avaliação neuropsicológica e demências em idosos: uma revisão da literatura. *Cadernos de Psicologia*, 2(3).
- Ehrhardt, S. E., Filmer, H. L., Wards, Y., Mattingley, J. B., & Dux, P. E. (2021). The influence of tDCS intensity on decision-making training and transfer outcomes. *Journal of Neurophysiology*, 125(2), 385-397.
- Faul, F., Erdfelder, E., Buchner, A., & Lang, A. G. (2009). Statistical power analyses using G\* Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior research methods*, 41(4), 1149-1160.
- Fransen, N. L., Holz, M., Pereira, A., Fonseca, R. P., & Kochhann, R. (2018). Acurácia do desempenho funcional em idosos saudáveis, com comprometimento cognitivo leve e doença de Alzheimer. *Trends in Psychology*, 26, 1907-1919.
- Gao, M., Yang, X., Shi, J., Lin, Y., & Chen, S. (2018). Does gender make a difference in deception? The effect of transcranial direct current stimulation over dorsolateral prefrontal cortex. *Frontiers in psychology*, 9, 1321.
- Gomes, E. C. C., Souza, S. L. de ., Marques, A. P. de O., & Leal, M. C. C.. (2020). Treino de estimulação de memória e a funcionalidade do idoso sem comprometimento cognitivo: uma revisão integrativa. *Ciência & Saúde Coletiva*, 25 (Ciênc. saúde coletiva, 2020 25(6)). <https://doi.org/10.1590/1413-81232020256.24662018>

- Gomes, M. A., Akiba, H. T., Gomes, J. S., Trevizol, A. P., Lacerda, A. L. T. D., & Dias, Á. M. (2019). Transcranial direct current stimulation (tDCS) in elderly with mild cognitive impairment: A pilot study. *Dementia & neuropsychologia*, 13, 187-195.
- Herrera-Melendez, A. L., Bajbouj, M., & Aust, S. (2020). Application of transcranial direct current stimulation in psychiatry. *Neuropsychobiology*, 79(6), 372-383.
- Hill, B., Elliott, E., Shelton, J., Pella, R., O'Jile, J., & Gouvier, W. (2010). Can we improve the clinical assessment of working memory? An evaluation of the WAIS-III using a working memory criterion construct. *Journal of clinical and experimental neuropsychology*, 32(3), 315.
- Huo, L., Zheng, Z., Li, J., Wan, W., Cui, X., Chen, S., ... & Li, J. (2018). Long-term transcranial direct current stimulation does not improve executive function in healthy older adults. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 10, 298. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2018.00298>
- Indahlastari, A., Hardcastle, C., Albizu, A., Alvarez-Alvarado, S., Boutzoukas, E. M., Evangelista, N. D., ... & Woods, A. J. (2021). 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*, 17, 971.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2022). *Projeção da população do Brasil e das Unidades de Federação*. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>. Acesso em: 10 de Agosto de 2022.
- Izquierdo, I. (2018). *Memória-3*. Artmed Editora.

- Jeon, S. Y., & Han, S. J. (2012). Improvement of the working memory and naming by transcranial direct current stimulation. *Annals of rehabilitation medicine*, 36(5), 585–595. <https://doi.org/10.5535/arm.2012.36.5.585>
- Jones KT, Stephens JA, Alam M, Bikson M, Berryhill ME (2015) Longitudinal Neurostimulation in Older Adults Improves Working Memory. *PLoS ONE* 10(4): e0121904. doi:10.1371/journal.pone.0121904
- Kautzmann, A., & Zibetti, M. R. (2020). Reabilitação neuropsicológica na memória de idosos saudáveis: revisão sistemática do Brasil e América Latina. *Psicologia Argumento*, 38(100), 363-387.
- Litvinenko, E. V., & Ashrapova, A. K. (2020). The role of phonological loop in working memory: a visual-related experiment. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 39(7), 895-900.
- Lopes, R. M. F., Bastos, A. S., & de Lima Argimon, I. I. (2017). Treino Das Funções Executivas em Idosos: Uma Revisão Sistemática da Literatura. *Cuadernos de Neuropsicología/Panamerican Journal of Neuropsychology*, 11(1).
- Malmivuo, J., & Plonsey, R. (1995). *Bioelectromagnetism: principles and applications of bioelectric and biomagnetic fields*. Oxford University Press, USA.
- Mapurunga, L. A., & Carvalho, E. B. E. B. (2018). A Memória de Longo Prazo e a Análise Sobre sua Função no Processo de Aprendizagem. *Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas*, 19(1), 66-72.
- Meiron, O., & Lavidor, M. (2013). Unilateral prefrontal direct current stimulation effects are modulated by working memory load and gender. *Brain stimulation*, 6(3), 440-447.

- Melo, D. M. D., & Barbosa, A. J. G. (2015). O uso do Mini-Exame do Estado Mental em pesquisas com idosos no Brasil: uma revisão sistemática. *Ciência & Saúde Coletiva*, 20, 3865-3876.
- Mendes, J. L. V., da Silva, S. C., da Silva, G. R., & dos Santos, N. A. R. (2018). O aumento da população idosa no Brasil e o envelhecimento nas últimas décadas: Uma revisão da literatura. *REMAS-Revista Educação, Meio Ambiente e Saúde*, 8(1), 13-26.
- Miranda, G. M. D., Mendes, A. D. C. G., & Silva, A. L. A. D. (2016). O envelhecimento populacional brasileiro: desafios e consequências sociais atuais e futuras. *Revista brasileira de geriatria e gerontologia*, 19, 507-519. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-98232016019.150140>
- Moghadam, M. F., Ardekani, M. K., & Shamsi, A. (2020). The effects of transcranial Direct Current Stimulation on working memory in the elderly with normal cognitive impairments. *Archives of Psychiatry and Psychotherapy*, 1, 56-62.
- Morando, E. M. G., Schmitt, J. C., & Ferreira, M. E. C. (2018). Treino de memória em idosos saudáveis: uma revisão da literatura. *Revista INFAD* 2018 Nº 1, Vol. 4. <http://hdl.handle.net/10662/12967>
- Mulquiney, P. G., Hoy, K. E., Daskalakis, Z. J., & Fitzgerald, P. B. (2011). Improving working memory: exploring the effect of transcranial random noise stimulation and transcranial direct current stimulation on the dorsolateral prefrontal cortex. *Clinical neurophysiology : official journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, 122(12), 2384–2389. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2011.05.009>

- Nascimento, E. (2004). Adaptação, validação e normatização de uma amostra brasileira. In WAIS-III: Escala de Inteligência Wechsler para Adultos – manual para administração e avaliação. (pp.161-192). São Paulo: Casa do Psicólogo.
- Nilsson, J., Lebedev, A. V., & Lövdén, M. (2015). No Significant Effect of Prefrontal tDCS on Working Memory Performance in Older Adults. *Frontiers in aging neuroscience*, 7, 230. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2015.00230>
- Nilsson, J., Lebedev, A. V., Rydström, A., & Lövdén, M. (2017). Direct-Current Stimulation Does Little to Improve the Outcome of Working Memory Training in Older Adults. *Psychological science*, 28(7), 907–920. <https://doi.org/10.1177/0956797617698139>
- Nissim, N. R., O’Shea, A., Indahlastari, A., Kraft, J. N., von Mering, O., Aksu, S., ... & Woods, A. J. (2019a). 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*, 11, 340.
- Nissim, N. R., O’Shea, A., Indahlastari, A., Telles, R., Richards, L., Porges, E., ... & Woods, A. J. (2019b). Effects of in-scanner bilateral frontal tDCS on functional connectivity of the working memory network in older adults. *Frontiers in aging neuroscience*, 11, 51.
- Ohn, S. H., Park, C. I., Yoo, W. K., Ko, M. H., Choi, K. P., Kim, G. M., Lee, Y. T., & Kim, Y. H. (2008). Time-dependent effect of transcranial direct current stimulation on the enhancement of working memory. *Neuroreport*, 19(1), 43–47. <https://doi.org/10.1097/WNR.0b013e3282f2adfd>

- Oliveira, M. B., da Silva, E. C., & Maziero, B. R. (2016). Avaliação da capacidade cognitiva: estudo comparado entre idosos institucionalizados e não institucionalizados. *Disciplinarum Scientia| Saúde*, 17(3), 487-498.
- Organização Mundial da Saúde. O que você precisa saber sobre a doença de Parkinson. Disponível em: <<https://www.erichfonoff.com.br/doenca-de-parkinson/>>. Acesso em 11/11/22.
- Papalia, D. E.; Feldman, R D (Colab.). (2013). *Desenvolvimento Humano*. 12ª ed. Porto Alegre: AMGH Editora.
- Papazova, I., Strube, W., Wienert, A., Henning, B., Schwippel, T., Fallgatter, A. J., ... & Hasan, A. (2020). Effects of 1 mA and 2 mA transcranial direct current stimulation on working memory performance in healthy participants. *Consciousness and Cognition*, 83, 102959.
- Park, S. H., Seo, J. H., Kim, Y. H., & Ko, M. H. (2014). Long-term effects of transcranial direct current stimulation combined with computer-assisted cognitive training in healthy older adults. *Neuroreport*, 25(2), 122-126.
- Pedone, M. R. E. (2019). Envelhecimento saudável: Uma revisão integrativa. *Revista Brasileira de Ciências do Envelhecimento Humano*, 16(2), 50-50.
- Ruf, S. P., Fallgatter, A. J., & Plewnia, C. (2017). Augmentation of working memory training by transcranial direct current stimulation (tDCS). *Scientific reports*, 7(1), 1-11.
- Sacramento, A. M., Chariglione, I. P. F. S., Melo, G. F. D., & Cárdenas, C. J. D. (2021). Avaliação da Autoeficácia e da Memória em Idosos: Uma Análise Exploratória. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 37.

- Siebert, A., Diedrich, L., & Antal, A. (2021). New methods, old brains—a systematic review on the effects of tDCS on the cognition of elderly people. *Frontiers in Human Neuroscience*, 622.
- Silva, K., de Oliveira, R. F., Duarte, J. L., Dornelas, R., Zuanetti, P. A., Cruz, P. J. A., & Granzotti, R. B. G. (2021). Influência da Memória de Trabalho na Qualidade de Vida de Idosos Ativos. *Revista Kairós-Gerontologia*, 24(1), 547-563.
- Solomons, C. D., & Shanmugasundaram, V. (2020). Transcranial direct current stimulation: A review of electrode characteristics and materials. *Medical Engineering & Physics*, 85, 63-74.
- Stephens, J. A., & Berryhill, M. E. (2016). Older Adults Improve on Everyday Tasks after Working Memory Training and Neurostimulation. *Brain stimulation*, 9(4), 553–559. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2016.04.001>
- Turi, Z., Ambrus, G. G., Ho, K. A., Sengupta, T., Paulus, W., & Antal, A. (2014). When size matters: large electrodes induce greater stimulation-related cutaneous discomfort than smaller electrodes at equivalent current density. *Brain stimulation*, 7(3), 460-467.
- Vitor-Costa, M., Pereira, L. A., Montenegro, R. A., Okano, A. H., & Altimari, L. R. (2012). A estimulação transcraniana por corrente contínua como recurso ergogênico: uma nova perspectiva no meio esportivo. *Revista da Educação Física/UEM*, 23(2), 167-174.
- Won, S. M., Song, E., Reeder, J. T., & Rogers, J. A. (2020). Emerging modalities and implantable technologies for neuromodulation. *Cell*, 181(1), 115-135.

Woods, A. J., Antal, A., Bikson, M., Boggio, P. S., Brunoni, A. R., Celnik, P., ... & Nitsche, M. A. (2016). A technical guide to tDCS, and related non-invasive brain stimulation tools. *Clinical neurophysiology*, 127(2), 1031-1048.

## 8. ANEXOS

### ANEXO I: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO (TCLE)

**Título da pesquisa:** Neuromodulação por Corrente Contínua e Treino Cognitivo: efeitos na memória de trabalho de idosos saudáveis

**Pesquisador(es) responsável(is):** Paloma Cavalcante Bezerra de Medeiros

**Instituição/Departamento:** Universidade Federal do Delta de Parnaíba – UFDPAr

**Telefone para contato:** (86) 9 98327566 **E-mail:** [palomacbmedeiros@ufpi.edu.br](mailto:palomacbmedeiros@ufpi.edu.br)

**Local da coleta de dados:** Laboratório de Neurociência e Psicologia Social – LaNPso/UFPI

Você está sendo convidado(a) a participar, como voluntário, da pesquisa intitulada “Neuromodulação por Corrente Contínua e Treino Cognitivo: efeitos na memória de trabalho de idosos saudáveis”. Antes que você assine esse documento concordando em participar da pesquisa, é importante que você compreenda as informações e instruções contidas neste documento. Os pesquisadores deverão responder todas as suas dúvidas, e você tem o direito de **não aceitar** ou **desistir** de participar da pesquisa a qualquer momento, sem penalidade.

**Sua participação no estudo se dará em duas etapas:** Na primeira você responderá ao questionário sociodemográfico e testes de avaliação de estado mental, ambos aplicados no LaNPso/UFDPAr. A segunda etapa será realizada por uma equipe de pesquisadores treinados e habilitados para realizar as intervenções, ao todo serão 4 intervenções separadas por 3 meses e cada uma durando duas semanas: 1 intervenção com estimulação transcraniana por corrente contínua [ETCC] associada a um treino cognitivo [TC] para memória de trabalho, 1 intervenção com ETCC (simulada/falsa) associada a um TC para memória de trabalho, 1 intervenção com ETCC associada a um TC para memória de trabalho (simulado/falso) e 1 intervenção com ETCC (simulada/falsa) associada a um TC para memória de trabalho (simulado/falso).

**Detalhamento das técnicas:** A ETCC consiste em uma técnica de neuromodulação que se utiliza de dois eletrodos por onde é fornecida uma corrente elétrica contínua de baixa intensidade na área estimulada, a baixa intensidade da corrente não fornece risco a saúde dos voluntários, sendo raro os efeitos adversos. O TC para memória de trabalho consiste em lembrar palavras previamente apresentadas, assim como a ordem de apresentação.

**Detalhamento das intervenções:** Cada uma das intervenções terá duração de 20 minutos, e será realizada durante 10 dias úteis, 2 semanas. As intervenções acontecerão no Laboratório de Neurociência e Psicologia Social (LaNPso), na Universidade Federal do Delta do Parnaíba (UFDPAr). Antes da intervenção será aplicado um teste de memória, que também será reaplicado logo após as intervenções, uma semana depois de finalizada a intervenção, um e três meses depois.

**Garantimos o sigilo e anonimato** por meio de procedimentos que asseguram a confidencialidade dos dados, como a utilização das iniciais dos nomes nos registros. Os

resultados obtidos nesta pesquisa serão utilizados para fins acadêmico-científicos (divulgação em revistas e em eventos científicos) e os pesquisadores reforçam que se comprometem a manter o sigilo e identidade anônima, como estabelecem as Resoluções do Conselho Nacional de Saúde nº. 466/2012 e 510/2016 e a Norma Operacional 01 de 2013 do Conselho Nacional de Saúde, que tratam de normas regulamentadoras de pesquisas que envolvem seres humanos. E você terá livre acesso as todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo, bem como lhe é garantido acesso a seus resultados.

**Você tem a liberdade de se recusar a participar ou retirar seu consentimento**, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma bem como solicitar a interrupção de sua participação, sem nenhum ônus, de qualquer natureza.

**O objetivo principal deste estudo** é investigar os efeitos da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua e do Treino Cognitivo na neuromodulação da memória de trabalho de idosos saudáveis. **Como benefícios**, espera-se contribuir com efeitos imediatos na melhora da memória, a longo prazo esperamos contribuir no retardo do declínio natural da memória de trabalho, influenciando em um envelhecimento cognitivo saudável.

**Toda pesquisa que envolve seres humanos possui riscos**, entre os possíveis riscos provenientes da execução da técnica de neuromodulação destaca-se a possibilidade de surgirem efeitos adversos como leve coceira, sensação de formigamento no local da aplicação, sensação de queimação e dor, dores de cabeça, vermelhidão na pele e fadiga, que são evitados com o uso de soro durante a aplicação, a sessão será interrompida caso de algum efeito adverso. **O pesquisador estará próximo a você caso seja necessário suporte básico em situações de efeitos adversos na pele, realizando os primeiros cuidados básicos (remoção do equipamento; exposição do local da queimadura a um ambiente ventilado; lavar o local da queimadura com água corrente; acionar o posto de saúde mais próximo)**. Os instrumentos que serão utilizados já são aplicados constantemente, possuindo um padrão de segurança e você terá uma equipe treinada por um pesquisador com experiência na execução desta técnica, reduzindo significativamente os riscos.

**Será garantido o direito à assistência integral e gratuita ao participante**, devido a danos decorrentes da participação na pesquisa pelo tempo que for necessário. De modo que, se necessário será garantido acompanhamento psicológico no serviço escola desta instituição, despesas médicas decorrentes dos riscos desta ferramenta. **Assim como será garantido o ressarcimento de despesas decorrentes da participação na pesquisa.**

Você irá assinar duas vias desse termo, sendo que uma ficará com os pesquisadores e a outra com você, onde tem o nome, telefone e endereço do pesquisador responsável, para que você possa localizá-lo a qualquer tempo, o telefone está disponível 24 horas para emergências. Todas as páginas devem ser rubricadas pelo pesquisador e pelo voluntário.

Desde já agradecemos a sua colaboração.

Considerando os dados acima, confirmo estar sendo informado por escrito e verbalmente dos objetivos desta pesquisa e os procedimentos que serão realizados, **AUTORIZO** a coleta de dados e publicação dos resultados do estudo.

\_\_\_\_\_, de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

**Assinatura do participante:** \_\_\_\_\_

**Assinatura do pesquisador:** \_\_\_\_\_

Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato Comitê de Ética em Pesquisa CEP - Universidade Federal do Delta do Parnaíba – UFDPAr - Av. São Sebastião, 2819, Setor II, Bloco 03, Pavimento 3º, Lado Oeste, Sala 1 - Parnaíba/PI, CEP: 64.202-020. E-mail: [cep.ufdpar@gmail.com](mailto:cep.ufdpar@gmail.com).

Pesquisador(a): Paloma Cavalcante Bezerra de Medeiros. Endereço: Universidade Federal do Delta do Parnaíba – UFDPAr. Av. São Sebastião, 2819 – Laboratório de Neurociência e Psicologia Social – Bairro Reis Velloso. CEP: 64202-020 – Parnaíba/PI. Fone: (86) 998327566. E-mail: [palomacbmedeiros@ufpi.edu.br](mailto:palomacbmedeiros@ufpi.edu.br)

## ANEXO II: QUESTIONÁRIO SOCIODEMOGRÁFICO

### IDENTIFICAÇÃO

1. Código de identificação
2. Nome
3. Sexo
4. Estado civil
5. Data Nascimento
6. Idade
7. Anos de estudo
8. Analfabeto: SIM NÃO
9. Arranjo família: mora sozinho?
10. Possui cuidadores:
11. Contato:
12. Endereço:
13. Renda familiar (em salários mínimos):
14. Trabalha: Sim Não Aposentado: Sim Nao
15. Dispositivo de saúde
16. Pratica alguma atividade física? Não Sim.  
Qual(is)? \_\_\_\_\_ Quantas horas de por semana? \_\_\_\_\_
17. Fuma? Sim. Com que frequência? \_\_\_\_\_ Não
18. Faz uso de alguma droga ilícita? Sim. Não Qual(is)? \_\_\_\_\_
19. – Faz uso de alguma droga licita? Sim. Não Com que frequência?
20. Possui histórico de convulsões, epilepsia, traumatismo craniano ou perda inexplicável de consciência?
21. Possui implantes metálicos no corpo?
22. Possui alguma doença de pele?
23. Apresenta deficiência auditiva ou visual não corrigida ou alterações motoras graves?
24. Faz uso de algum medicamento? Qual(is)?
25. Teve COVID-19? SIM NÃO Quando?
26. Se sim, quais sintomas você experienciou?
27. Está vacinado para COVID? SIM. NÃO

**ANEXO III: QUESTIONÁRIO DE EVENTOS ADVERSOS DA ETCC (Adaptado de Brunoni et al., 2011)**

Participante (código): \_\_\_\_\_

Intervenção: ( 1 ) ( 2 ) ( 3 ) ( 4 ) ( 5 ) ( 6 ) ( 7 ) ( 8 ) ( 9 ) ( 10 )

Você sentiu alguns desses sintomas ou efeitos colaterais?					Quanto está relacionada com a estimulação?				
	Ausente	Leve	Moderada	Severa	Nada	Pouco	Possível	Provável	Definitivo
<b>Dor de cabeça</b>									
<b>Dor no pescoço</b>									
<b>Dor no couro cabeludo</b>									
<b>Coceira</b>									
<b>Formigamento na pele</b>									
<b>Queimação</b>									
<b>Sonolência</b>									
<b>Dificuldade de concentração</b>									
<b>Mudança de humor</b>									
<b>Outros (especifique)*</b>									

Você acha que recebeu uma estimulação real ou falsa: (    ) Falsa            (    ) Real

**ANEXO IV: MINI EXAME DO ESTADO MENTAL (Brucki et al., 2003)**

<b>Agora vou lhe fazer algumas perguntas que exigem atenção e um pouco de sua memória. Por favor, tente se concentrar para responde-las.</b>	<b>Certo</b>	<b>Errado</b>
1. Que dia é hoje?	<b>1</b>	<b>0</b>
2. Em que mês estamos?	<b>1</b>	<b>0</b>
3. Em que ano estamos?	<b>1</b>	<b>0</b>
4. Em que dia da semana estamos?	<b>1</b>	<b>0</b>
5. Que horas são agora aproximadamente? <b>(Considere correta a variação de mais ou menos uma hora)</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
6. Em que local nós estamos? <b>(dormitório, sala, apontando para o chão).</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
7. Que local é este aqui? <b>(apontando ao redor num sentido mais amplo).</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
8. Em que bairro nós estamos ou qual o nome de uma rua próxima?	<b>1</b>	<b>0</b>
9. Em que cidade nós estamos?	<b>1</b>	<b>0</b>
10. Em que estado nós estamos?	<b>1</b>	<b>0</b>
Vou dizer 3 palavras, e o/a senhora/a irá repeti-las a seguir: CARRO, VASO, TIJOLO. <b>(Falar as três palavras em sequência. Caso o idoso não consiga, repita no máximo 3 vezes para aprendizado. Pontue a primeira tentativa)</b>		
11. Carro	<b>1</b>	<b>0</b>
12. Vaso	<b>1</b>	<b>0</b>
13. Tijolo	<b>1</b>	<b>0</b>
Gostaria que o/a senhora/a me dissesse quanto é <b>(Se houver erro, corrija e prossiga. Considere correto se o examinado espontaneamente se corrigir).</b>		
14. 100 – 7	<b>1</b>	<b>0</b>
15. 93 – 7	<b>1</b>	<b>0</b>
16. 86 – 7	<b>1</b>	<b>0</b>
17. 79 – 7	<b>1</b>	<b>0</b>
18. 72 – 7	<b>1</b>	<b>0</b>
O/a senhor/a consegue se lembrar das 3 palavras que lhe pedi que repetisse agora há pouco? <b>Atenção: o entrevistador não deve dizer as palavras.</b>		
19. Carro	<b>1</b>	<b>0</b>

20. Vaso	1	0
21. Tijolo	1	0
22. Mostre um RELÓGIO e peça ao entrevistado que diga o nome	1	0
23. Mostre uma CANETA e peça ao entrevistado que diga o nome	1	0
24. Preste atenção: vou lhe dizer uma frase e quero que repita depois de mim: “NEM AQUI, NEM ALI, NEM LÁ”. (Considere somente se a repetição for perfeita)	1	0
Agora pegue este papel com a mão direita. Dobre-o ao meio e coloque-o no chão. (Falar todos os comandos de uma vez só)		
25. Pega a folha com a mão correta	1	0
26. Dobra corretamente	1	0
27. Coloca no chão	1	0
28. Vou lhe mostrar uma folha onde está escrita uma frase. Gostaria que fizesse o que está escrito: “FECHE OS OLHOS”	1	0
29. Gostaria que o/a senhor/a escrevesse uma frase de sua escolha, qualquer uma, não precisa ser grande. (Oferecer esta folha ao idoso, cobrindo os itens até este ponto)	1	0
30. Vou lhe mostrar um desenho e gostaria que o/a senhor/a copiasse, tentando fazer o melhor possível. (O idoso deverá desenhar na folha em branco depois desta. Considere apenas se houver 2 pentágonos interseccionados, 10 ângulos, formando uma figura com 4 lados e com 2 ângulos)	1	0
<b>31. Pontuação Total:</b>		