



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO CENTRO  
DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS PROGRAMA DE  
PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOLOGIA CURSO DE  
MESTRADO EM PSICOLOGIA

LARISSA DE SIQUEIRA COELHO

**EFEITOS DA ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENTE  
CONTÍNUA CEREBELAR ASSOCIADA AO TREINO COGNITIVO NA  
MEMÓRIA DE TRABALHO EM IDOSOS SAUDÁVEIS**

LARISSA DE SIQUEIRA COELHO

**EFEITOS DA ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENTE  
CONTÍNUA CEREBELAR ASSOCIADA AO TREINO COGNITIVO NA MEMÓRIA  
DE TRABALHO EM IDOSOS SAUDÁVEIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Psicologia da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para obtenção do título de mestre em psicologia.

**Área de concentração:** Psicologia

**Orientadora:** Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Renata Maria Toscano Barreto Lyra Nogueira

**Recife  
2019**

Catálogo na fonte  
Bibliotecária Maria do Carmo de Paiva, CRB4-1291

C672e Coelho, Larissa de Siqueira.

Efeitos da estimulação transcraniana por corrente contínua cerebelar associada ao treino cognitivo na memória de trabalho em idosos saudáveis / Larissa de Siqueira Coelho. – 2019.

95 f. : il. ; 30 cm.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Renata Maria Toscano Barreto Lyra Nogueira.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, CFCH.  
Programa de Pós-graduação em Psicologia, Recife, 2019.

Inclui referências, apêndices e anexos.

1. Psicologia. 2. Neurociência cognitiva. 3. Memória em idosos. 4. Cerebelo.  
I. Nogueira, Renata Maria Toscano Barreto Lyra (Orientadora). II. Título

150 CDD (22. ed.)

UFPE (BCFCH2019-109)

LARISSA DE SIQUEIRA COELHO

**EFEITOS DA ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENTE  
CONTÍNUA CEREBELAR ASSOCIADA AO TREINO COGNITIVO NA MEMÓRIA  
DE TRABALHO EM IDOSOS SAUDÁVEIS**

Dissertação apresentada ao Programa  
de Pós-Graduação em Psicologia da  
Universidade Federal de Pernambuco  
como requisito parcial para obtenção  
do título de mestre em psicologia

Aprovada em: 22/02/2019

**Banca Examinadora:**

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Renata Maria Toscano Barreto Lira Nogueira  
(Orientadora)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Paloma Cavalcante Bezerra de Medeiros  
(Examinadora Externa)  
Universidade Federal do Piauí

---

Prof.<sup>o</sup> Dr. Natanael Antônio dos Santos  
(Examinador Interno)  
Universidade Federal da Paraíba

## AGRADECIMENTOS

À FACEPE pelo apoio financeiro me dando a oportunidade de dedicação exclusiva nessa pesquisa e ao mundo acadêmico, que por tantas questões é tão excludente e restrito.

Aos meus pais e irmão por todo acolhimento e carinho.

À minha orientadora, Renata Toscano, pelo incentivo e aprendizagem.

Ao professor André Santos e ao departamento de Educação Física da UFPE pela disponibilidade de espaço para realização da coleta.

Aos membros do laboratório LANA pelas dicas sobre neuromodulação.

Aos membros do laboratório LNeC, que me ensinaram tanto sobre neurociências

À estudante de iniciação científica pela colaboração no projeto.

Aos estudantes da graduação em psicologia da UFPE pelo apoio na pesquisa.

Às funcionárias e aos funcionários da Universidade Federal de Pernambuco.

Às amigas e amigos pela escuta e apoio durante essa trajetória.

Aos voluntários idosos que contribuíram para a execução desse projeto, como também, mostraram que têm muito a oferecer com suas histórias de vida.

## RESUMO

Com o aumento da longevidade populacional, surge o interesse em avaliar o processo de envelhecimento e os aspectos cognitivos envolvidos, como também investir em protocolos neuroprotetivos através de tecnologias capazes de melhorar a qualidade de vida dos idosos. Durante essa fase, é possível ver alterações na memória, sendo mais frequentes na memória de trabalho. A memória de trabalho envolve várias estruturas neurais em ambos os hemisférios cerebrais. No entanto, recentemente descobriu-se que o cerebelo apresenta influência em funções não-motoras, a exemplo da memória de trabalho. Estudos recentes têm apresentado técnicas neuromodulatórias, como a estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC) que são capazes de incentivar a neuroplasticidade, potencializando o desempenho do indivíduo. O presente estudo investigou os efeitos agudos e cumulativos da estimulação transcraniana aplicada no cerebelo e associada ao treino cognitivo para memória de trabalho em idosos saudáveis. Trinta voluntários, na faixa etária de 60 até 72 anos, participaram do estudo. Cada voluntário foi submetido a cinco sessões e foram divididos através de randomização em dois grupos, no qual o Grupo Experimental (15 participantes) recebeu uma corrente elétrica anódica (ETCCc anódica) e o Grupo Controle (15 participantes) recebeu uma corrente *sham* (ETCCc simulada), ambos realizaram o treino cognitivo ao mesmo tempo que receberam a estimulação transcraniana por corrente contínua cerebelar anódica ou *sham* (*online*). Os desempenhos dos participantes foram medidos através de testes neuropsicológicos específicos para avaliação da memória de trabalho (teste dos dígitos na ordem direta, na ordem inversa e teste de sequência de números e letras) (*offline*) em cinco momentos. Sendo avaliados na primeira sessão antes e após a intervenção para averiguar os efeitos agudos e avaliados na última sessão para investigar os efeitos cumulativos. Após uma semana e três meses da última sessão de estimulação, os participantes realizaram novamente os testes neuropsicológicos para verificar possíveis resquícios da intervenção (*follow-up*). Os resultados sugerem que não houve uma diferença entre o desempenho do Grupo Experimental (ETCC anódica) e Grupo Controle (ETCC *sham*) nos diferentes testes neuropsicológicos independente do momento de aplicação ( $p > 0,05$ ). Enquanto que a ETCCc anódica melhorou o desempenho do Grupo Experimental na análise intra-grupo no teste de dígitos na ordem direta quando comparado a *baseline* e o *follow-up* de três meses ( $p < 0,05$ ). Estes resultados permitem concluir que: (I) o conceito de polaridade-dependente não é bem difundido para a estimulação transcraniana por corrente contínua no cerebelo, visto que na própria literatura não há um consenso quanto às respostas dos tipos de estimulação (anódica, catódica e *sham*) nas tarefas

voltadas para a memória de trabalho; (II) aumentar o número de sessões pode ser interesse para encontrar efeitos cumulativos; (III) diminuir o eletrodo pode provocar estimulação mais focal nas áreas cerebelares; (IV) diferentemente da literatura descrita para a população jovem, os protocolos de ETCC para idosos devem ser diferenciados, pois as mudanças fisiológicas e funcionais no cerebelo relativo ao próprio processo de envelhecimento podem influenciar nos efeitos da ETCC cerebelar anódica.

Palavras-chave: Cerebelo. Treino cognitivo. Estimulação transcraniana por corrente contínua. Idosos.

## ABSTRACT

With the increase in population longevity, there is an interest in evaluating the aging process and the cognitive aspects involved, as well as investing in neuroprotection protocols through technologies capable of improving the quality of life of the elderly. During this phase, you can see changes in memory, being more frequent in working memory. Working memory involves several neural structures in both hemispheres of the brain. However, it has recently been discovered that the cerebellum has influence on non-motor functions, such as working memory. Recent studies have presented neuromodulatory techniques, such as transcranial direct current stimulation (tDCs) that are capable of stimulating neuroplasticity, enhancing the performance of the individual. The present study investigated the acute and cumulative effects of transcranial stimulation applied to the cerebellum and associated with cognitive training for working memory in healthy elderly. Thirty volunteers, aged 60 to 72 years, participated in the study. Each volunteer was submitted to five sessions and divided by randomization into two groups, in which the Experimental Group (15 participants) received an anodic electric current (anodic tDCS) and the Control Group (15 participants) received a sham current (simulated tDCS), both underwent cognitive training while receiving transcranial anodic or sham (online) DC current stimulation. Participants' performances were measured using specific neuropsychological tests to assess working memory (direct digit test, reverse order, and sequence test of numbers and letters) (offline) in five moments. Being evaluated in the first session before and after the intervention to ascertain the acute effects and evaluated in the last session to investigate the cumulative effects. After a week and three months of the last stimulation session, the participants again performed neuropsychological tests to check for possible remnants of the intervention (follow-up). The results suggest that there was no difference between the performance of the Experimental Group (anodic tDCS) and Control Group (tDCS sham) in the different neuropsychological tests independent of the moment of application ( $p > 0.05$ ). While the anodic tDCS improved the performance of the Experimental Group in the intra-group analysis in the direct order digits test when compared to baseline and the three-month follow-up ( $p < 0.05$ ). These results allow to conclude that: (I) the concept of polarity-dependent is not well diffused for transcranial direct current stimulation in the cerebellum, since in the literature there is no consensus regarding the responses of the types of stimulation (anodic, cathodic and sham) in tasks focused on working memory; (II) increasing the number of sessions may be of interest to find cumulative effects; (III) decreasing the electrode may cause more focal stimulation in the cerebellar areas; (IV) differently from the

literature described for the young population, the tDCS protocols for the elderly should be differentiated, since the physiological and functional changes in the cerebellum related to the aging process itself may influence the effects of anodic cerebellar tDCS.

**Keywords:** Cerebellum. Cognitive training. Transcranial direct current stimulation. Aged.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Organização Sináptica do microcircuito cerebelar.....	19
Figura 2 -	As três principais divisões funcionais do cerebelo.....	20
Figura 3 -	Representação do modelo multicomponente da memória de trabalho de Baddeley.....	25
Figura 4 -	Posicionamento dos eletrodos para a estimulação transcraniana por corrente contínua cerebelar.....	47
Figura 5 -	Representação da tarefa N-back.....	48
Figura 6 -	Representação da tarefa Reconhecimento de faces.....	50
Figura 7 -	Representação da tarefa <i>Genius</i> .....	51
Figura 8 -	Delineamento metodológico do estudo.....	54
Quadro 1-	Protocolos de estudos que aplicaram estimulação transcraniana por corrente contínua cerebelar (ETCCc) na memória de trabalho em indivíduos saudáveis.....	33
Quadro 2-	Estudos nacionais realizados com treino cognitivo em idosos.....	36
Gráfico 1-	Médias do Grupo Experimental no teste Dígitos na Ordem Direta entre cinco tempos de avaliação.....	56
Gráfico 2-	Médias do Grupo Controle no teste na Ordem Direta entre os cinco tempos de avaliação.....	57
Gráfico 3-	Médias do Grupo Experimental no teste Dígitos na Ordem Inversa entre cinco tempos de avaliação.....	57
Gráfico 4-	Médias do Grupo Controle no teste Dígitos na Ordem Inversa entre os cinco tempos de avaliação.....	58
Gráfico 5-	Médias do Grupo Experimental no teste Sequência de números e Letras entre cinco tempos de avaliação.....	58
Gráfico 6 -	Médias do Grupo Controle no teste de Sequência de Números e Letras entre os cinco tempos de avaliação.....	59

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Descrição da amostra por grupo.....	42
Tabela 2 -	Média do desempenho dos grupos nos teste de rastreio MoCa e escala de depressão geriátrica (EDG-15).....	52
Tabela 3 -	Média do desempenho entre os grupos Experimental e Controle nos testes neuropsicológicos.....	59
Tabela 4 -	Porcentagem dos principais efeitos adversos relatados pelos participantes nos Grupos Experimental (ETCCc anódica) e Controle (ETCCc <i>sham</i> ).....	60

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A/m <sup>2</sup>	<i>ampère por metro ao quadrado</i>
AMPA	<i>α-amino-3-hydroxy-5-methyl-4-isoxazole propionic acid</i>
AMPc	monofosfato cíclico de adenosina
AVC	acidente vascular cerebral
CCL	comprometimento cognitivo leve
cm	Centímetros
cm <sup>2</sup>	centímetros quadrados
C/ cm <sup>2</sup>	Coulomb por centímetros quadrados
CSS	<i>Cascading Style Sheets</i>
D1	Dopamina
DOD	dígitos ordem direta
DOI	dígitos ordem indireta
DSM	Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (do inglês, <i>Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders</i> )
EDG	Escala de Depressão Geriátrica
EEG	eletroencefalografia
ETCC	estimulação transcraniana por corrente contínua
ETCCc	estimulação transcraniana por corrente contínua cerebelar
F	Feminino
Gs	Proteína G
GABA	<i>Gamma-AminoButyric Acid</i>

GENSC	Grupo de pesquisa em Exercício Físico, Nutrição e Sistema Nervoso Central
GLM	modelo linear generalizado (do inglês, <i>Generalized Linear Models</i> )
LTD	depressão de longa duração (do inglês, <i>long-term depression</i> )
LTP	potenciação de longa duração (do inglês, <i>long-term potentiation</i> )
M	Masculino
mA	Miliampères
mA/cm <sup>2</sup>	miliampères por centímetros quadrado
mm	Milímetros
M1	córtex motor primário
MoCA	Avaliação Cognitiva de Montreal (do inglês. <i>Montreal CognitiveAssessemen</i> )
MT	memória de trabalho
NMDA	<i>N-methyl-d-aspartate</i>
NaCl	cloreto de sódio
ONU	Organização das Nações Unidas
PASAT	Tarefa de audição para cálculos (do inglês, <i>Paced Auditory Serial Addition</i> )
PASST	Tarefa de subtração para cálculo (do inglês, <i>Paced Auditory Serial Subtraction</i> )
PEM	potencial evocado motor
POFA	<i>Pictures of Facial Affect</i>
PS	Procurar Símbolos
SNL	Sequência de Números e Letras
TCLE	termo de consentimento livre e esclarecido

UFPE Universidade Federal de Pernambuco

V Volts

VGCC canais de cálcio dependentes de voltagem

HTML *HyperText Markup Language*

WAIS Escala de Inteligência Wechsler para Adultos

$\mu\text{V}$  Microvolts

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>16</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>18</b>
<b>2.1 Cerebelo</b>	<b>18</b>
2.1.1 Anatomia funcional do cerebelo	20
2.1.2 Funções cerebelares cognitivas e emocionais	21
<b>2.2 Considerações gerais sobre a memória e envelhecimento</b>	<b>23</b>
2.2.1 Memória de trabalho	24
<b>2.3 Estimulação transcraniana por corrente contínua cerebelar (ETCCc)</b>	<b>27</b>
2.3.1 Breve histórico	27
2.3.2 Mecanismo de ação da ETCCc	28
2.3.3 Parâmetros da ETCCc	29
2.3.4 Segurança da ETCCc	31
<b>2.4 Efeitos das estimulações cerebelares na memória de trabalho em indivíduos saudáveis</b>	<b>32</b>
<b>2.5 Treino Cognitivo</b>	<b>34</b>
2.5.1 Treino Cognitivo em idosos	35
2.5.2 Treino Cognitivo na memória de trabalho em idosos saudáveis	38
<b>3 OBJETIVOS</b>	<b>40</b>
<b>3.1 Objetivo Geral</b>	<b>40</b>
<b>3.2 Objetivos específicos</b>	<b>40</b>
<b>4 METODOLOGIA</b>	<b>41</b>
<b>4.1 Aspectos éticos</b>	<b>41</b>
4.1.1 Comitê de ética	41
<b>4.2 População/Amostra</b>	<b>41</b>
<b>4.3 Delineamento metodológico</b>	<b>43</b>
4.3.1 Tipo de estudo	43
4.3.2 Critérios de inclusão	43
4.3.3 Critérios de exclusão	44
4.3.4 Local e período do estudo	44
4.3.5 Instrumentos	44
4.3.6 Medidas cognitivas pré e pós-treino e estimulação	45
4.3.7 Estudo piloto	46

4.3.8 Protocolo da Estimulação Transcraniana de Corrente Contínua Cerebelar	46
4.3.9 Protocolo do treino cognitivo	47
4.3.9.1 <i>Descrição das tarefas do treino cognitivo por sessão</i>	48
4.3.10 Procedimento experimental	52
<b>5 RESULTADOS</b>	<b>55</b>
<b>5.1 Análise dos dados</b>	<b>55</b>
<b>5.2 Descrição das análises</b>	<b>55</b>
<b>6 DISCUSSÃO</b>	<b>61</b>
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>63</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>64</b>
<b>APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO</b>	<b>80</b>
<b>APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO SOCIODEMOGRÁFICO EM IDOSOS</b>	<b>83</b>
<b>APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO DE EFEITOS ADVERSOS</b>	<b>86</b>
<b>APÊNDICE D - PROTOCOLO DE REGISTRO DA TAREFA “LISTA DE PALAVRAS”</b>	<b>87</b>
<b>APÊNDICE E - PROTOCOLO DE REGISTRO DA TAREFA “RECONHECIMENTO DE FACES”</b>	<b>92</b>
<b>APÊNDICE F - PROTOCOLO DE REGISTRO DA ATIVIDADE “GENIUS”</b>	<b>93</b>
<b>ANEXO A - MONTREAL COGNITIVE ASSESSMENT (MOCA)</b>	<b>94</b>
<b>ANEXO B - ESCALA DE DEPRESSÃO GERIÁTRICA (EDG-15)</b>	<b>95</b>

# 1 INTRODUÇÃO

O cerebelo é uma estrutura neural que possui ligações com diversas regiões do sistema nervoso central (BUGALHO; CORREA; VIANA-BAPTISTA, 2006). Ao longo do tempo, houve um aumento no interesse em estudar seus circuitos e as funções específicas que desempenha (ITO; 2012). Fato que levou a evidências de que o cerebelo não estava apenas relacionado na aquisição de habilidades motoras, mas também em desempenhar um papel significativo na operação de funções cognitivas, processamento emocional e comportamento (BALDAÇARA *et al.*, 2011).

Uma das divisões funcionais estudadas, a cerebrocerebelo, está envolvida com várias regiões do córtex cerebral, na qual a principal entrada para o cerebrocerebelo envolve o córtex cerebral contralateral. Suas eferências são transmitidas através do núcleo denteado que se projetam ao córtex de associação pré-frontal, envolvido, por exemplo, na memória de trabalho (MARTIN, 2013).

Por ter diversas ligações e funções, o cerebelo tornou-se uma estrutura alvo nos estudos direcionados a compreensão do processo de envelhecimento (BERNARD; SEIDLER, 2014). Sabe-se que com o avanço da idade há algumas alterações no cerebelo, como uma redução no volume, na substância branca (HOOGENDAMA *et al.*, 2012; KOPPELMANS *et al.*, 2015) e na quantidade de células denominadas Purkinje (ANDERSEN *et al.*, 2003; WOODRUFF-PAK *et al.*, 2010; ZHANG; ZHU; HUA, 2010).

Além disso, mudanças nas habilidades cognitivas, marcadamente na memória e na capacidade de solucionar problemas, podem surgir como consequência natural do processo de envelhecimento. No entanto, quando tais alterações interferem na independência funcional e emocional dos idosos pode sinalizar algum quadro de demência (MATTOS; JUNIOR, 2010).

Ultimamente, técnicas de estimulações cerebrais não invasivas aplicadas no cerebelo têm sido utilizadas para compreender a fisiologia do cerebelo durante tarefas comportamentais e cognitivas e motores, bem como para modular funções cerebelares (GRIMALDI *et al.*, 2016). Dentre as técnicas, uma das mais utilizadas é a estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC), que está envolvida na indução da neuroplasticidade (GRIMALDI *et al.*, 2014).

A ETCC é uma técnica que utiliza corrente elétrica contínua e de baixa intensidade, capaz de alterar a excitabilidade na região estimulada podendo induzir o aumento ou a diminuição da excitabilidade, dependendo da polaridade utilizada. É um método não invasivo,

seguro, indolor, de fácil aplicação e com poucos efeitos adversos (CRETAZ, 2017; MONTE-SILVA; BAPTISTA; BALTAR, 2017).

Além disso, a ETCC figura como uma ferramenta adjuvante interessante no tratamento de diversas doenças de condições neurológicas, psiquiátricas e motoras (STAGG; NITSCHÉ, 2011), sendo utilizada em associação com outras técnicas e terapias, como o treino cognitivo no tratamento de processos degenerativos da demência (SILVIA *et al.*, 2017).

O treino cognitivo envolve intervenções comportamentais que têm como objetivo preservar, como também, potencializar as capacidades intelectuais de um indivíduo, através de atividades cognitivas específicas com o objetivo de produzir melhoras na realização de funções da vida diária (NUNES, 2017).

Em uma revisão sistemática de estudos com treino cognitivo para idosos, feito no Brasil, Santos e Flores-Mendoza (2017) mostram que idosos que são submetidos a um treino cognitivo, apresentam um melhor desempenho nos resultados das avaliações neuropsicológicas o que leva a crer no papel importante do treino na plasticidade cognitiva.

Esta dissertação está dividida em nove seções. Na seção 1, encontra-se a introdução que apresenta aspectos gerais da dissertação. Na seção 2 é apresentada a fundamentação teórica, em que são relatados aspectos gerais sobre cerebelo, memórias, enfatizando a memória de trabalho, a estimulação transcraniana por corrente contínua e treino cognitivo. Na seção 3, descreverá os objetivos deste trabalho e apresentará a hipótese da pesquisa. A seção 4 inclui a metodologia, apresentando os aspectos éticos, a caracterização dos participantes, critério de exclusão e inclusão, local e período de realização da coleta, instrumentos, protocolos da pesquisa, procedimento experimental. Na seção 5 são reportados os resultados. A seção 6 é discutida os achados da pesquisa com base com na literatura vigente. Na seção 7 apresenta as considerações finais. Na seção 8, encontram-se as referências e na Seção 9 apresentam os anexos e apêndices.

Dessa forma, esta dissertação se propôs a investigar os efeitos da estimulação transcraniana por corrente contínua cerebelar (ETCCc) associada a um treino cognitivo da memória de trabalho em idosos saudáveis. Estudar esses efeitos podem auxiliar na compreensão dos mecanismos cerebelares direcionados as funções cognitivas e contribuir para o desenvolvimento de estratégias de prevenção e técnicas terapêuticas alternativas para a reabilitação de indivíduos com comprometimentos cognitivos

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Cerebelo

O cerebelo está situado na fossa craniana posterior, no qual se conecta direta ou indiretamente a uma variedade de estruturas, incluindo tronco cerebral, medula espinal e regiões subcorticais e corticais cerebrais, como exemplo do córtex-pré-frontal, responsável por funções executivas (memória de trabalho, atenção, processos de decisão baseados em estratégias cognitivas), memória verbal e linguagem.

Estabelecem também conexões com o córtex parietal posterior, temporal superior, região occipito-temporal e regiões límbicas (BUGALHO; CORREA; VIANA-BAPTISTA, 2006; ROOSTAEI *et al.*, 2014). Dessa forma, seus circuitos anatomo-funcionais permitem influência em funções motoras, comportamentais, cognitivas e afetivas (GELLERSEN *et al.*, 2017).

O cerebelo possui duas principais vias aferentes de conexão glutamatérgica, denominadas fibras trepadeiras e musgosas, ambas as entradas são direcionadas para neurônios dos núcleos profundos e do córtex. Como também, é composto pelas células de Purkinje, única via eferente e GABAérgica, nas quais projetam os sinais eferentes do córtex cerebelar para os neurônios dos núcleos profundos (GUYTON; HALL; GUYTON, 2006).

No circuito cerebelar, as sinapses excitatórias e inibitórias são comparadas tanto no córtex cerebelar como nos núcleos cerebelares, visto que nos núcleos cerebelares as células de Purkinje convergem com aferências excitatórias das fibras trepadeiras e musgosas (LISBERGER; THATCH, 2014).

As fibras trepadeiras se originam do núcleo olivar superior e são conhecidas pelo seu papel no aprendizado motor (MIALL *et al.*, 1993). O seu potencial de ação apresenta no início uma grande magnitude seguida de potenciais secundários de menores amplitudes, na qual esse conjunto de potenciais de ação é chamado de espículas complexas (GUYTON; HALL; GUYTON, 2006).

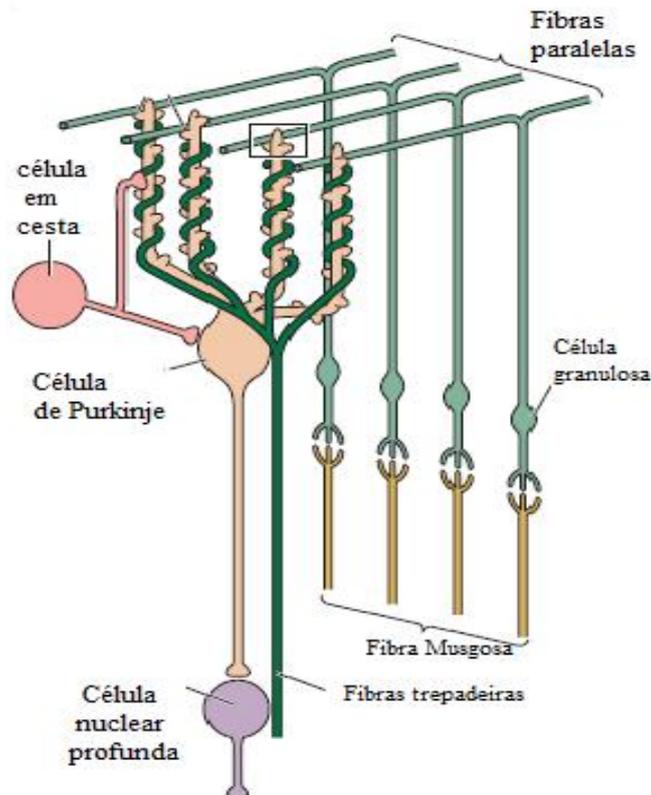
As fibras musgosas envolvem uma rede de interneurônios inibitórios e excitatórios (MARTIN, 2013), estas por sua vez, apresentam ligações aferentes com diversas estruturas como a medula espinal, o sistema vestibular e o núcleo reticular lateral (RAHIMI-BALAEI *et al.*, 2015). Por meio de sinapses com as células granulosas são originados axônios especializados chamados fibras paralelas, nas quais se bifurcam na camada molecular para

formar ramos que transmitem informações através de sinapses excitatórias para os dendritos das células de Purkinje (Figura 1) (PURVES *et al.*, 2004). Essas fibras geram potenciais de ação menos expressivos comparados às fibras trepadeiras (NARO *et al.*, 2016).

As fibras paralelas também podem inibir os neurônios de Purkinje através das sinapses que fazem com os interneurônios cerebelares (célula em cesta, estreladas e célula Golgi). (LISBERGER; THATCH, 2014)

O córtex cerebelar possui substância cinzenta e branca, em que na parte cinzenta encontram-se três camadas: a camada das células de Purkinje, das células granulares e a camada molecular. Na parte central, encontra-se a substância branca que possui núcleos cerebelares no neocerebelo (núcleo dentado), paleocerebelo (núcleo emboliforme e globoso) e arquicerebelo (núcleo fastígio) (DAMIANI *et al.*, 2016).

Figura 1- Organização sináptica do microcircuito cerebelar



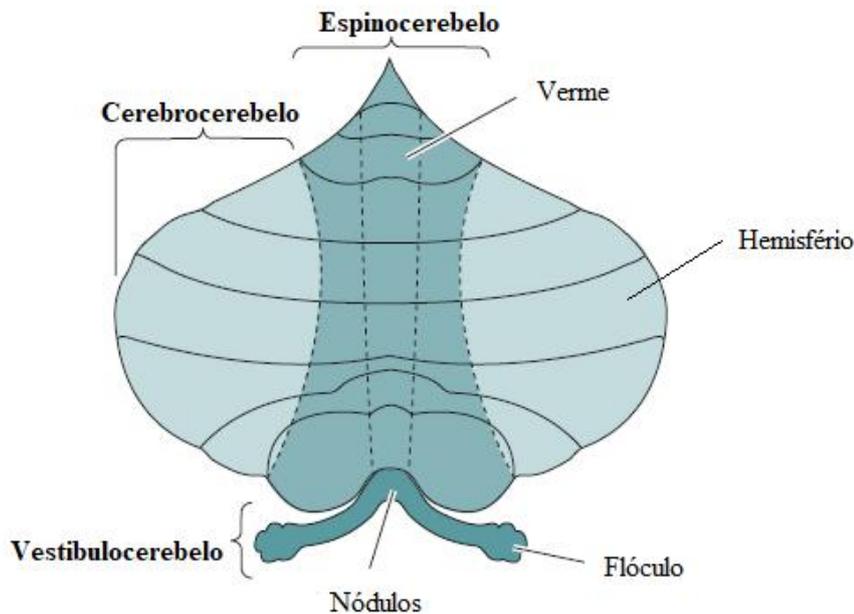
Fonte: Adaptado de Purves e colaboradores (2004, p.442)

### 2.1.1 Anatomia funcional do cerebelo

Anatomicamente, o cerebelo é dividido em dois hemisférios (porções laterais) e verme (porção central do cerebelo que interconecta seus hemisférios). O verme está relacionado à propriocepção do esqueleto axial (tronco e porções proximais dos membros), além de estar conectado a atribuições das funções afetivas. Enquanto que as porções mediais dos hemisférios relacionam-se com a propriocepção das extremidades proximais dos membros inferiores e superiores, como também, a programação motora e cognição (DAMIANI *et al.*, 2016).

Além disso, transversalmente, divide-se em lobos anterior, posterior e floculonodular, nos quais podem ser divididos em três unidades funcionais, em que são remetidas aos principais sistemas de aferências: espinocerebelo, cerebrocerebelo e vestibulocerebelo (PURVES *et al.*, 2004) (Figura 2).

Figura 2- As três principais divisões funcionais do cerebelo



Fonte: adaptado de Purves e colaboradores (2004, p.436)

O espinocerebelo compreende o verme e o hemisfério intermediário, de ambos o lobo anterior e o posterior. Suas aferências (*input*) sensoriais somáticas vêm da medula espinal, sendo importante para o controle da postura e de movimentos do tronco e membros

(MARTIN, 2013). Além do mais, uma porção do verme do lobo posterior pode ter um papel relevante em funções não motoras, visto que está conectado com áreas límbicas, incluindo a amígdala e hipocampo o que contribui para os aspectos autonômicos e somáticos do medo (TIMMANN *et al.*, 2010).

Segundo Martin (2013), o vestibulocerebelo, que consiste no lobo floculonodular, apresenta aferências (*input*) e eferências (*output*) diretamente com o núcleo vestibular. Isso possibilita que essa região tenha influência sobre a manutenção do equilíbrio e do controle dos movimentos dos olhos e da cabeça.

O cerebrocerebelo compreende o hemisfério lateral (lobos anterior, posterior e o núcleo denteado). Suas aferências (*input*) são transmitidas por neurônios nos núcleos pontinos ipsilaterais e suas eferências (*output*) enviam projeções do núcleo denteado para o córtex motor, pré-motor e pré-frontal através de conexões com núcleos talâmicos (ENGELHARDT; MOREIRA, 2009).

Dessa forma, está relacionado com o planejamento e com a execução dos movimentos, além de exercer certas funções cognitivas, a exemplo da memória de trabalho, onde a informação que é utilizada para planejar e moldar comportamentos futuros são temporariamente armazenados (LISBERGER; THATCH, 2014).

### 2.1.2 Funções cerebelares cognitivas e emocionais

É visto que o cerebelo apresenta relação em processos cognitivos e emocionais (FERRUCCI *et al.*, 2012; KOZIOL *et al.*, 2014), evidenciada pelo circuito cerebelo-cerebral formado pelas via aferente córtico-ponto-cerebelar e via eferente cerebelo-tálamo-cortical garantindo uma conexão com áreas do córtex pré-frontal, córtex parietal posterior e do córtex pré-frontal dorsolateral (BAYAT *et al.*, 2016).

Essas áreas desempenham influência na memória de trabalho (MARVEL; DESMOND, 2010), nos comportamentos cognitivos e em transtornos psiquiátricos (DOLAN *et al.*, 1993; KELLY; STRICK, 2003; DELL'OSSO *et al.*, 2015). Como também, o vérmis, as regiões adjacentes dos hemisférios e os núcleos fastigiais estão ligados anatomicamente com a amígdala e o hipocampo, o que evidencia a participação do cerebelo nas funções emotivas (HOCHE *et al.*, 2016).

O cerebelo está ligado a regiões autonômicas, estruturas límbicas do circuito de papez e áreas de associação supratentorial, visto que as áreas corticais enviam informações para o

cerebelo através da ponte basilar, enquanto que os núcleos profundos do cerebelo enviam informações para as áreas pré-frontais através de vias dentatotalâmicas (SMET *et al.*, 2013).

O núcleo denteado do cerebelo transmite informações através de vias aferentes do lobo posterior para as regiões de ordem superior do córtex cerebral, sendo as partes ventral e lateral do núcleo denteado as mais envolvidas nessas projeções (DUM; STRICK, 2003; SCHMAHMANN, 2018).

Stoodley e colaboradores (2012) realizaram um estudo com ressonância magnética em nove sujeitos saudáveis, no qual ao aplicar a tarefa N-back para memória de trabalho evidenciou que as regiões dos lobos posterior superior do cerebelo foram ativadas, enquanto que para atividades motoras foram ativadas as regiões do lobo anterior e partes adjacentes do lóbulo VI, confirmando a dicotomia motor-cognitiva do cerebelo.

Outros estudos com ressonância magnética em indivíduos saudáveis (BUCKNER *et al.*, 2011; GUELL; GABRIELI; SCHMAHMANN, 2018a) evidenciaram uma representação tripla de ativação de domínios cognitivos (memória de trabalho, linguagem, processos sociais e emocionais) na região do lóbulo posterior do cerebelo (lóbulo VI / Crus I, Crus II/VIIB e lóbulo IX. Logo foi visto que o cerebelo estabelece uma dicotomia com o córtex cerebral, tronco cerebral e medula espinhal, em que a função sensório-motora está relacionada principalmente pelas regiões do lobo anterior, partes adjacentes do lóbulo VI e lóbulo VIII, enquanto que o cerebelo cognitivo relaciona-se ao lobo posterior (SCHMAHMANN, 2018).

Essa ativação da região dos lobos posterior pode variar de acordo com os aspectos cognitivos, no qual os lobos VI e Crus I estão relacionados com a linguagem e a memória de trabalho verbal, como também os lobos VI, Crus I e VIIB são ativados em tarefas de funções executivas (SCHMAHMANN, 2018).

Atualmente, vem sendo apresentado à perspectiva de que o cerebelo possui envolvimento com a cognição social, visto que estudos com imagens cerebrais mostram ativação em regiões laterais do cerebelo, como também a interação entre o Crus I e a junção temporoparietal durante tarefas de cognição social (VAN OVERWALLE; MARIËN, 2016; SOKOLOV, 2018).

Um estudo realizado por Ferrucci e colaboradores (2012), utilizou a ETCCc em 21 sujeitos saudáveis, a fim de avaliar o papel do cerebelo no reconhecimento de expressões faciais. Os resultados mostraram que a ETCCc anódica e catódica aumentaram significativamente o processamento sensorial em respostas às expressões faciais negativas, sugerindo que o cerebelo está envolvido, principalmente, nos processos de emoções negativas.

Pacientes com danos cerebelares possuem dificuldade em reconhecer expressões emocionais, principalmente nas emoções de valência negativa e positiva quando comparadas a emoções neutras, visto que alterações na rede cerebelar-límbica prejudicam a percepção facial, principalmente na extração de informações na região dos olhos (SCHUTTER *et al.*, 2009; HOICHE *et al.*, 2016; ADAMASZEK *et al.*, 2017).

Uma lesão cerebelar pode comprometer a capacidade metalinguística do indivíduo, como por exemplo, sua capacidade de compreender expressões metafóricas ou construir frases, resultando em déficits cognitivos específicos no domínio da sintaxe e semântica (GARCIA *et al.*, 2017; GUELL; GABRIELI; SCHMAHMANN, 2018b).

Schmahmann e colaboradores (2007) apresentam evidências que pacientes com anormalidades cerebelares podem ter comportamentos e distúrbios emocionais, como déficit de atenção, hiperatividade, transtorno obsessivo-compulsivo, depressão, desordem bipolar, ansiedade, transtorno do pânico, falta de iniciativa, apatia e irritabilidade. Lesões nessa área estão relacionadas com várias condições neurológicas, como doença de Alzheimer, AVC, demência frontotemporal, fibromialgia, doença de Huntington e doença de Parkinson (GUELL *et al.*, 2018).

Destarte, o cerebelo é uma estrutura com potencial para o tratamento de sintomas cerebelares não motores, o que leva a crer que a modulação nessa região pode ativar vários sistemas diferentes como cerebelo-tálamo-cortical e redes límbico-tálamo-corticais (KOCH, 2010).

## **2.2 Considerações gerais sobre a memória e envelhecimento**

A memória pode ser definida como um conjunto de processos cognitivos, nos quais envolvem a aquisição, consolidação e evocação de informações (IZQUIERDO, 2014). Na aquisição, as informações que chegam ao sistema nervoso por meio de estruturas sensoriais são selecionadas e transportadas até o cérebro para serem armazenadas (JÚNIOR; FARIA, 2015), enquanto na consolidação, os processos metabólicos que envolvem neuroplasticidade e síntese proteica em diversas estruturas do cérebro, produzem uma memória duradoura que, após serem consolidadas, são evocadas através de processos implícitos ou processos explícitos (MCGAUGH, 2000; DUDAI, KARNI, BORNI, 2015).

Várias áreas do encéfalo estão envolvidas no processo de memória, como as áreas associativas dos lobos frontais, parietais, occipitais, temporais e parte do sistema límbico, do hipocampo e da amígdala (TORTORA; GRABOWSKY, 2002). Evidências demonstram que

a ativação noradrenérgica está envolvida na formação e manutenção da memória (KUFFEL *et al.*, 2014), agindo através de receptores específicos, principalmente, na região CA1 do hipocampo (IZQUIERDO; MEDINA, 1997; IZQUIERDO *et al.*, 2006).

Na taxonomia clássica, a memória pode ser dividida quanto ao conteúdo sendo classificada em: memória não-declarativa ou implícita e declarativa ou explícita, em que a principal diferença entre elas é que as memórias declarativas têm a capacidade de consciência de recordação para fatos e eventos, enquanto que as memórias não-declarativas estão ligadas a aprendizagens não-conscientes que se expressam através do desempenho, como por exemplo, andar de bicicleta (SQUIRE; ZOLA, 1996).

Segundo os mesmos autores, a memória também pode ser classificada quanto ao seu tempo de duração, sendo chamada memória de longo prazo quando duram horas ou toda a vida, e memória de curto prazo para aquela com até poucos minutos. Acrescenta-se à taxonomia a memória sensorial e de trabalho.

A memória de trabalho, por sua vez, pode ser conceituada como um sistema que mantém e armazena informações em curto prazo, no qual é a base dos processos do pensamento humano, sendo capaz de manipular e processar certas informações, permitindo a execução de uma gama de atividades cognitivas, como raciocínio, aprendizagem e compreensão (BADDELEY, 2003).

Evidências demonstram mudanças no funcionamento da memória durante o envelhecimento saudável (YASSUDA, 2002; WEST; BAGWELL; DARK-FREUDEMAN 2005; SOUZA *et al.*, 2010; BOURSCHEID; MOTHE; IRIGARAY, 2016). Sabe-se que nessa fase as perdas neuronais, responsáveis pela diminuição da velocidade do processamento das informações, implicam na maior lentificação para a leitura, compreensão e memorização (YASSUDA; LASCA; NERI, 2005), o que consequentemente afeta à capacidade de formar novas memórias, planejar e realizar várias tarefas ao mesmo tempo (*multitasking*) (SHERMAN; GRIFFITH; REYNOLDS, 2017).

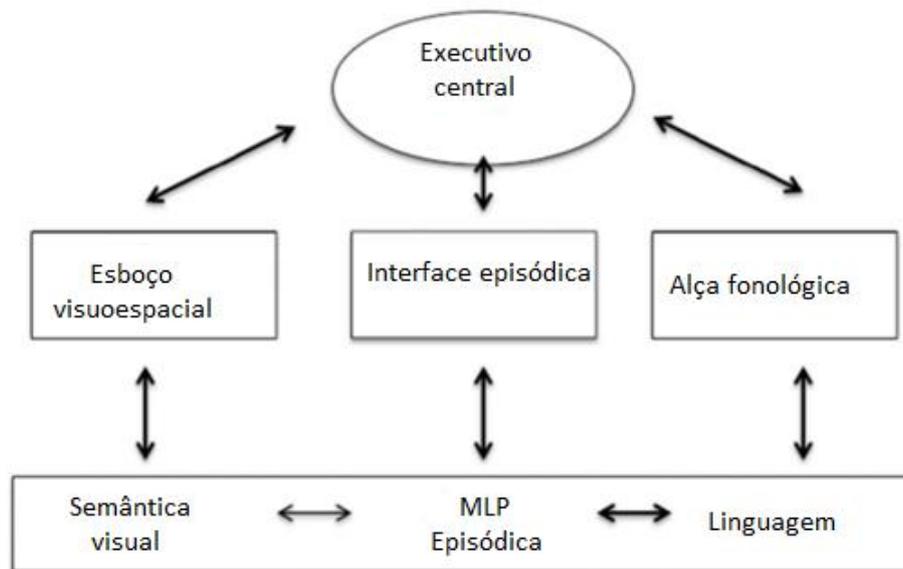
### 2.2.1 Memória de trabalho

A memória de trabalho é constituída por um executivo central e por dois sistemas subordinados: alça fonológica e o esboço visuoespacial (Figura 3), em que o primeiro está relacionado à memória de trabalho verbal, sendo responsável pelo armazenamento temporário de informação verbal e acústica e o segundo subsistema está relacionado à memória de trabalho visuoespacial, no qual permite o armazenamento temporário de informações visuais e

espaciais (GABRIEL; MORAIS; KOLINSKY, 2016).

O executivo central faz parte do sistema da memória de trabalho, em que umas das suas funções são: coordenar os subsistemas alça fonológica e esboço visuoespacial, atenção seletiva e reter e manipular informações da memória de longo prazo (BADDELEY, 1996).

Figura 3 - Representação do modelo multicomponente da memória de trabalho de Baddeley



Fonte: adaptado de Gabriel e colaboradores (2016, p. 67), adaptado de Baddeley (2000, p. 421)

Baddeley (2000) sugere o *buffer* episódico como um componente para o modelo da memória de trabalho, sendo considerado um sistema de armazenamento temporário controlada pelo executivo central, no qual é capaz de integrar informações de diferentes fontes, inclusive, alimentando e recuperando informações da memória de longo prazo.

Outrossim, a memória de trabalho é um processo fundamental para as funções executivas (CORSO; CROMLEY; SPERB; SALLES, 2016), como também participa da regulação e reconhecimento das emoções (TREZISE; REEVE, 2015; SAYLIK; RAMAN; SZAMEITAT; 2018).

Tem-se discutido a existência da memória de trabalho a nível neuronal, propondo modelos teóricos que mostram padrões de ativação cerebral (CHAI; ABD HAMID; ABDULLAH, 2018). Alguns estudos evidenciam que a memória de trabalho verbal está associada ao hemisfério esquerdo (VAN DAM *et al.*, 2015), em que a área de Broca e

Wernicke estão ligadas ao *loop* fonológico (ROGALSKY; MATCHIN; HICKOK, 2008; IVANOVA *et al.*, 2014), enquanto que a memória de trabalho visuoespacial apresentam relação com o hemisfério direito (VAN DAM *et al.*, 2015), hemisfério esquerdo (PAULRAJ *et al.*, 2018), córtex pré-frontal direito (SUZUKI *et al.*, 2018) e o lobo occipital (CHAI; ABD HAMID; ABDULLAH, 2018).

A região do córtex pré-frontal dorsolateral (CPFDL) está relacionada com a memória de trabalho, visto que essa área tem sido implicada em tarefas que exigem controle executivo, como as de tomada de decisões e atividades como planejamento e raciocínio (KIM *et al.*, 2015; JIMURA *et al.*, 2017).

Dima e colaboradores (2014) ao realizar um estudo de neuroimagem demonstraram que as tarefas de memória de trabalho envolvem um circuito de ativação que inclui, para além do córtex pré-frontal e dorsolateral, a região do lobo parietal e do córtex cingulado anterior. Esta, por sua vez, estaria ligada a processos atencionais relacionada na tarefa (OSAKA, 2003), entretanto a memória de trabalho não é apenas a nível cortical, visto que estudos de neuroimagem indicam ativação do núcleo caudado, tálamo (MOORE *et al.*, 2013; BOLKAN *et al.*, 2017) e do mesencéfalo, incluindo a área tegmentar ventral, substância nigra e núcleo caudal cortical (MURTY *et al.*, 2011).

Evidências mostram a relação do cerebelo na memória de trabalho verbal (BOEHRINGER *et al.*, 2013, TOMLINSON *et al.*, 2014), como também na memória de trabalho visuoespacial (THURLING *et al.*, 2012; BAIER, MULLER, DIETERICH, 2014). Estudos com neuroimagem tem mostrado ativação de certas regiões do cerebelo durante tarefas de memória de trabalho, revelando ativações bilaterais no lóbulo VI/ CRUS I e nos lóbulos VIIb/ VIIIa (STOODLEY; SCHMAHMANN, 2012; BRISSSENDEN *et al.*, 2018).

A memória de trabalho é um dos processos cognitivos afetados pelo envelhecimento, visto que o declínio dos processos de atenção seletiva e controle inibitório estão entre as possíveis justificativas para o menor desempenho dos idosos nas atividades que avaliam esta capacidade (BILING; FINGER, 2016).

Pode-se considerar que com o envelhecimento, os subsistemas da alça fonológica e o esboço visuoespacial são afetados comprometendo o armazenamento de informações proporcionado (BEIGNEUX, PLAIE; ISINGRINI, 2007), o que pode explicar parte do baixo desempenho dos idosos quando comparados aos jovens em relação a tarefas que requer memória de trabalho fonológica e memória de trabalho visual (JOST *et al.*, 2011; GRIVOL; HAGE, 2011; URESTI-CABRERA *et al.*, 2015). O sistema executivo central é afetado devido à diminuição das atividades nas áreas frontais do cérebro ocasionadas pelo

envelhecimento (BADDELEY, 1986).

Experimentos neuropsicológicos ao avaliar a memória de trabalho em idosos, demonstram que estes podem apresentar um déficit nos resultados da tarefa de repetição de dígitos (*span*), principalmente, referente à de ordem inversa (MYERSON *et al.*, 2003; GOFFAUX *et al.*, 2008). Dessa forma, alguns estudos vêm inovando ao utilizar a ETCCc, a fim de modular o cerebelo e provocar efeitos positivos no desempenho de indivíduos em tarefas que envolvem a memória de trabalho (POPE; MIAL; 2012; POPE, 2015).

## **2.3 Estimulação transcraniana por corrente contínua cerebelar (ETCCc)**

### **2.3.1 Breve histórico**

O uso da eletricidade para aplicação terapêutica é conhecida desde a antiguidade, visto que os relatos apontam que o médico do império romano, Scribonius Largus, fazia uso do peixe elétrico para o tratamento de pacientes com queixa de cefaleia e atrite gotosa (PRIORI, 2003; PASCUAL-LEONE; WAGNER, 2007). No século XIX, houve as primeiras aplicações de corrente elétrica em um ponto isolado de um cérebro exposto (ZAGO *et al.*, 2008) e a partir dos anos 60, resultados de estudos com animais mostraram que correntes de baixa intensidade (0,1-0,5  $\mu$ A) foram capazes de alterar a excitabilidade cortical em ratos (BINDMAN; LIPPOLD; REDFEARN, 1964).

Nos anos 2000, o estudo de Nitsche e Paulus tornou-se referência na aplicação da ETCC em humanos por verificaram os efeitos e duração da ETCC anódica e catódica aplicada sobre o córtex motor. Os pesquisadores utilizaram uma medida de potencial evocado motor (PEM), em que constataram um aumento da excitabilidade cortical em relação à estimulação anódica, enquanto que a estimulação catódica resultou no efeito contrário.

No que se refere à ETCCc, um dos primeiros estudos foi de Ugawa e colaboradores (1991) que investigaram a aplicação da estimulação elétrica cerebelar anódica na região do ílion avaliando as respostas de potencial evocado motor (PEM) no M1 contralateral mostrando que o cerebelo tinha influência sobre a área ligada ao aprendizado motor e que esta poderia ser modulada.

Nos anos seguintes, pesquisadores estenderam suas investigações da ETCCc para além das funções motoras. A exemplo do estudo clássico de Ferrucci e colaboradores (2008) que foi o primeiro a investigar os efeitos da ETCCc na memória de trabalho em indivíduos saudáveis.

Em seguida, outros estudos surgiram a fim de verificar os efeitos da ETCCc em

funções cognitivas e emocionais, como a memória de trabalho, aprendizagem, funcionamento neuropsicológico, processamento de informações musicais e espaciais, percepção de fala, atenção (FERRUCCI *et al.*, 2013; MACHER *et al.*, 2014; MINICHINO *et al.*, 2015; PICAZIO *et al.*, 2015; LAMETTI *et al.*, 2016; MANNARELLI *et al.*, 2016; VAN WESSEL *et al.*, 2016).

### 2.3.2 Mecanismo de ação da ETCCc

A ETCC é uma técnica de modulação cortical não invasiva e indolor, capaz de induzir o aumento (estimulação anódica) ou a diminuição (estimulação catódica) da atividade neuronal, o que caracteriza sua natureza polaridade-dependente (NITSCHKE *et al.*, 2008). É possível modular diversas funções cognitivas e motoras dependendo da região cortical de interesse para a estimulação (BRUNONI *et al.*, 2012).

A ETCC não é capaz de gerar potenciais de ação devido à baixa intensidade da corrente (NITSCHKE *et al.*, 2008), entretanto os efeitos da ETCC a nível celular induz a modulação do potencial de repouso da membrana que leva a alterações nos gradientes de concentração dos íons no interior e exterior das membranas através de mecanismos neuroplásticos semelhantes à potenciação de longa duração (*long-term potentiation- LTP*), que aumenta a eficácia sináptica, e depressão de longa duração (*long-term depression- LTD*) que reduz a eficácia sináptica (STAGG; NITSCHKE, 2011).

A LTP e LTD acontecem através de ligações glutamatérgicas, em que o glutamato liberado como neurotransmissor atua nos seus receptores ionotrópicos *N-methyl-d-aspartate* (NMDA) e *α-amino-3-hydroxy-5-methyl-4-isoxazole propionic acid* (AMPA) na membrana plasmática pós-sináptica (SADOWSKI, 2008). Os receptores NMDA localizados na membrana pós-sináptica das sinapses excitatórias permitem maior permeabilidade ao cálcio em relação aos receptores AMPA, que por sua vez, tem canais mais permeáveis ao sódio e potássio que permitem a despolarização dos neurônios (GILLICK; ZIRPEL, 2012).

Quando a membrana pós-sináptica está no seu potencial de repouso, os canais NMDA ficam bloqueados pelo íon magnésio, o que impede o influxo de cálcio para o terminal pós-sináptico, porém ao ocorrer à despolarização pós-sináptica, os íons de magnésio são liberados dos canais NMDA permitindo que haja o influxo do cálcio a favor do gradiente de concentração (RUGGIERO *et al.*, 2011). Esse aumento intracelular do cálcio ativa as proteínas quinases que eleva o número de receptores da AMPA na membrana celular provocando a LTP (RAMOS, 2014).

Em relação ao LTD, é necessário que os neurônios recebam estimulação de baixa frequência, como também seja necessária a ativação dos receptores NMDA e o influxo do cálcio, que é menor comparado ao LTP. Essa baixa amplitude do influxo do cálcio provoca a ativação das proteínas fosfatases que leva a redução dos receptores AMPA na membrana e consequentemente à redução da eficácia sináptica (GILLICK; ZIRPEL, 2012).

A ETCC induz à plasticidade em nível neuronal que despolariza (ETCC anódica) ou hiperpolariza (ETCC catódica) a membrana, podendo aumentar ou reduzir o influxo de cálcio pelas vias dos receptores ionotrópicos *N-methyl-d-aspartate* (NMDA) e canais de cálcio dependentes de voltagem (VGCC), enquanto que a redução da atividade do GABA (*Gamma-AminoButyric Acid*) bloqueia esses efeitos (STAGG *et al.*, 2018).

Presume-se que uma menor concentração de cálcio pós-sináptico é induzida pela ETCC catódica o que resulta na LTD, enquanto que uma maior concentração de cálcio pós-sináptico é induzida pela ETCC anódica, o que provoca a LTP. Em casos de concentração moderada de cálcio, ocorrerá um fenômeno conhecido como “*no man’s land*”, na qual não vão resultar em plasticidade, com isso, não induz LTP e LTD (STAGG *et al.*, 2018).

Com a ETCC é possível modular diversas áreas corticais, incluindo o cerebelo, na qual a técnica denomina-se de ETCC cerebelar (ETCCc), cujos princípios são muitos semelhantes ao da ETCC (FERRUCCI; PRIORI, 2018). Os efeitos da ETCCc são polaridade-dependentes e mecanismos semelhantes ao LTP que modificam o potencial das membranas das células de Purkinje (GALEA *et al.*, 2009). Nesse caso, a ETCCc anódica aumenta a excitabilidade das células de Purkinje, enquanto que a ETCCc catódica promove o efeito oposto (GRIMALDI *et al.*, 2016).

A ETCCc estimula regiões como as fibras musgosas, as fibras trepadeiras e células da glia, podendo provocar alterações neurofisiológicas na interação cérebro-cerebelo e influenciando funções como a marcha, aprendizagem motora e cognição (GRIMALDI *et al.*, 2014; FERRUCCI; CORTESE; PRIORI, 2015).

### 2.3.3 Parâmetros ETCCc

A ETCC permite realizar dois tipos de estimulação: ativa e *sham* (fictícia), em que na estimulação ativa, a intensidade da corrente aumenta de forma gradual (rampa de subida) até chegar à intensidade pré-estabelecida permanecendo constante até o final da sessão (BRUNONI; PINHEIRO; BOGGIO, 2012).

Em relação à estimulação simulada (*sham*), a corrente normalmente realiza uma rampa de subida de 30 segundos, sendo gradativamente diminuída até zerar, no entanto, o visor do aparelho continua funcionando o que permite a confiabilidade do efeito placebo e permite que o voluntário sinta as sensações iniciais da estimulação (prurido, formigamento e queimação), mas sem produzir o efeito modulatório (NITSCHKE *et al.*, 2008; BRUNONI; PINHEIRO; BOGGIO, 2012) e permanecendo com a montagem pelo mesmo tempo da estimulação ativa.

Os efeitos da ETCC dependem de alguns fatores como, por exemplo, a direção e duração do fluxo da corrente elétrica, a intensidade, a polaridade, o posicionamento, o tamanho dos eletrodos (NITSCHKE *et al.*, 2008). Geralmente, os eletrodos são posicionados de acordo com o Sistema Internacional 10-20 da eletroencefalografia (EEG), de forma que suas posições fiquem localizadas na área na qual deseja estimular, a fim de obter um efeito excitatório ou inibitório (NITSCHKE *et al.*, 2003a).

Na maior parte das aplicações, a ETCC utiliza-se de montagem bipolar, em que um eletrodo ânodo (sinalizado com a cor vermelha) indica o terminal positivo onde a corrente flui para a área do escalpo, em que se deseja provocar a excitabilidade, enquanto que o cátodo (sinalizado com a cor azul/preta) indica o terminal negativo relativo ao eletrodo de retorno, no qual promove o efeito de inibição (DA SILVA *et al.*, 2011).

No caso da ETCCc, o tamanho dos eletrodos varia em relação à área em que se deseja estimular. Geralmente, utiliza-se o eletrodo de tamanho 5x5 cm (25cm<sup>2</sup>), posicionados cerca de 1-3 cm lateralmente ao ínion para estimular metade do cerebelo, enquanto que a estimulação para todo o cerebelo requer um eletrodo com medidas 5x7 cm (35 cm<sup>2</sup>) colocados a cerca de 1-2 cm abaixo do ínion (WOODS *et al.*, 2016). No que se refere ao eletrodo de retorno, geralmente o seu posicionamento é sobre o músculo bucinador ipsilateral ou no músculo deltoide contralateral (FERRUCCI; CORTESE; PRIORI, 2015).

A área do eletrodo está relacionada com a intensidade da corrente, visto que quanto menor o tamanho do eletrodo, maior será a densidade da corrente o que proporciona uma estimulação mais focal e duradoura. Entretanto, os riscos de desconforto, lesões na pele e toxicidade no tecido nervoso aumentam (BASTANI; JABERZADEH, 2013).

Os protocolos de estimulação com ETCC cerebelar têm utilizado com mais frequência correntes de intensidade variando entre 1-2mA, eletrodos com tamanho entre 20 cm<sup>2</sup> a 35 cm<sup>2</sup> e tempo de estimulação entre 15 e 25 minutos (VAN DUN *et al.*, 2016).

Outro aspecto importante a ser considerado é o número total de sessões, embora não haja um consenso em relação ao número ideal de sessões, considera-se que sessões sucessivas

resultam em efeitos cumulativos e mais duradouros (BRUNONI, PINHEIRO, BOGGIO, 2012).

#### 2.3.4 Segurança da ETCCc

A ETCC mostra-se uma técnica segura sem a presença de efeitos adversos graves, (NITSCHKE *et al.*, 2003b; POREISZ *et al.*, 2007), entretanto alguns critérios sobre a corrente devem ser levados em consideração para garantir a segurança na hora de aplicá-la (BOGGIO, 2006), pois caso haja uma impedância ou distribuição não uniforme da corrente sob a superfície do eletrodo pode ocorrer irritação ou queimadura na pele (PALM *et al.*, 2008; FRANK *et al.*, 2010; BRUNONI *et al.*, 2012). Ainda assim, há pesquisas que administraram a ETCC com sujeitos que apresentavam condições dermatológicas frágeis e obtiveram efeitos seguros (LOO *et al.*, 2011; SHIOZAWA *et al.*, 2013).

Dessa forma, é preciso ter alguns cuidados antes de iniciar a estimulação, como limpar o local da pele que vai ser posto os eletrodos e utilizá-los com esponjas embebidas de solução salina de concentração entre 15 e 140 mm de NaCl para eliminar o contato direto com a pele e diminuir a chances de efeitos adversos (DUNDAS *et al.*, 2007).

As correntes com valores de carga entre 0,0045 a 0,08 C/cm<sup>2</sup> apresentam segurança para sujeitos saudáveis (CAUMO, 2012). Dessa forma, os protocolos em humanos utilizam correntes sempre abaixo de 1A/m<sup>2</sup>, com densidade média entre 0,4 a 0,8 A/m<sup>2</sup> (OKANO *et al.*, 2013).

Brunoni e colaboradores (2011), em uma revisão de literatura, identificaram os efeitos colaterais mais frequentes após a estimulação da ETCC, no qual prurido, formigamento, sensação de queimação, cefaleia e algum tipo de desconforto foram os mais significativos nos relatos dos voluntários. Além disso, eles desenvolveram um questionário simples para ser aplicado ao final de cada sessão como uma forma de reconhecer efeitos intensos e/ou frequentes, possibilitando ao aplicador, caso seja necessário, interromper o protocolo de estimulação.

Outros estudos relatam efeitos adversos, como “gosto metálico” na boca e irritação na pele quando o eletrodo de referência é colocado no músculo deltóide (FERRUCCI; CORTESE; PRIORI, 2015), e também tontura, náusea, dificuldade de concentração e vertigem (POREISZ *et al.*, 2007; WESSEL *et al.*, 2015). Além disso, é imprescindível considerar alguns critérios de exclusão para aplicar a ETCC, por isso os voluntários não

devem apresentar eczemas agudos, implante metálico próximo à área que deseja estimular, epilepsia ou qualquer doença que possa ser alterada com a estimulação (NITSCHKE *et al.*, 2008).

#### **2.4 Efeitos das estimulações cerebelares na memória de trabalho em indivíduos saudáveis**

Ferrucci e colaboradores (2008) realizaram o primeiro estudo que utilizavam a estimulação transcraniana por corrente contínua cerebelar (ETCCc) na memória de trabalho em 17 indivíduos saudáveis. O estudo mostrou que tanto a estimulação anódica e catódica sobre os dois lados do cerebelo não tiveram um efeito significativo na melhora do tempo de reação dos voluntários em uma tarefa de memória de trabalho, executada posteriormente a estimulação (*offline*), quando comparada a estimulação *sham*. Este efeito negativo também apareceu na estimulação cerebelar catódica no desempenho dos voluntários no teste de dígitos de ordem inversa.

Macher e colaboradores (2014) utilizaram a ressonância magnética funcional para investigar o funcionamento do hemisfério direito do cerebelo na execução do teste de Sternberg. Diante disso, foi visto que após a estimulação anódica houve uma redução na capacidade de reconhecimento de itens na tarefa de Sternberg, como também uma ativação no lóbulo VIIB direito e o córtex parietal posterior durante a fase de codificação tardia sugerindo uma interação entre essas duas regiões no fluxo da informação verbal para o armazenamento fonológico.

O estudo de Boehringer e colaboradores (2013) com 40 indivíduos saudáveis utilizaram a ETCC catódica *offline* sobre o hemisfério direito do cerebelo e demonstraram que ocorreu um aumento de erro nas tarefas de dígitos de ordem direta e inversa em comparação com a estimulação fictícia (*sham*) e em comparação com antes da estimulação.

Diferente de outros estudos, Van Wessel e colaboradores (2016) aplicaram a ETCC anódica, catódica e *sham* avaliando o desempenho dos participantes durante a atividade do N-Back (*online*) e observaram que não houve efeito significativo da estimulação cerebelar nos resultados da tarefa de N-Back.

Em contrapartida, Pope e Miall (2012) realizaram uma pesquisa utilizando a ETCC em três modos: anódica, catódica e *sham* sobre o hemisfério direito do cerebelo. Antes e após a estimulação empregaram uma tarefa de audição para cálculos (PASAT), essa tarefa envolve a memória de trabalho, atenção e capacidade aritmética, como também uma tarefa de

subtração audição (PASST) e uma tarefa de geração de verbo. Os resultados mostraram efeito positivo da estimulação catódica sobre o desempenho dos voluntários nas tarefas PASST e geração de verbo comparada às outras duas estimulações.

Diante dessas evidências, é visto que a amostra dos estudos apresenta uma quantidade pequena de participantes e que os efeitos controversos em diferentes habilidades cognitivas relacionadas à estimulação transcraniana cerebelar na memória de trabalho evidencia a importância de estudos direcionados a este campo. Ademais essas intervenções podem figurar como importantes estratégias terapêuticas e/ou neuroprotetivas.

No Quadro 1, estão sumarizados os protocolos dos estudos que aplicaram estimulação transcraniana por corrente contínua cerebelar na memória de trabalho.

Quadro 1 – Protocolos de estudos que aplicaram estimulação transcraniana por corrente contínua cerebelar (ETCCc) na memória de trabalho em indivíduos saudáveis.

Estudo	Número de participantes	Tipo de estimulação	Realização da atividade	Duração da estimulação (min)	mA	Tamanho do eletrodo	Eletrodo ativo	Eletrodo de referência
Ferrucci <i>et al.</i> (2008)	17	Anódica/catódica/ <i>sham</i>	<i>Offline</i>	15 min	2mA	21 cm <sup>2</sup> (eletrodo escalpo) e 64 cm <sup>2</sup> eletrodo deltóide	2 cm abaixo e 1 cm posterior ao processo mastoide	Músculo deltóide direito
Pope e Mial (2012)	66 (12 M, 54 F)	Anódica/catódica/ <i>sham</i>	<i>Offline</i>	20 min	2mA	25 cm <sup>2</sup>	1 cm abaixo, 4 cm à direita do inion	Músculo deltóide direito
Boehringer <i>et al.</i> (2013)	40 (20 M, 20 F)	Catódica/ <i>sham</i>	<i>Offline</i>	25 min	2mA	25 cm <sup>2</sup>	2 cm abaixo e 1 cm posterior a direita ao processo mastoide	Músculo bucinador direito
Macher <i>et al.</i> (2014)	16 (8 M, 8 F)	Anódica/catódica/ <i>sham</i>	<i>Offline</i>	25 min	2mA	25 cm <sup>2</sup>	2 cm abaixo e 1 cm posterior a direita ao processo mastoide	Músculo bucinador direito
Van Wessel <i>et al.</i> (2016)	12 (6 M, 6 F)	Anódica/catódica/ <i>sham</i>	<i>Online</i>	20 min	2mA	12 mm	3 cm à direita do inion	Músculo bucinador esquerdo

Legenda: cm: centímetro; F: feminino, M: masculino, min: minutos; mA: miliampère

## 2.5 Treino Cognitivo

O treino cognitivo pode ser considerado como uma prática guiada que se utiliza de um conjunto de tarefas padronizadas com objetivo de melhorar e, se possível, preservar o funcionamento de determinados domínios cognitivos, como a memória, linguagem, atenção ou funções executivas (BAHAR-FUCHS; CLARE; WOODS, 2013).

De forma geral, essa melhoria no nível de cognição está relacionada a ideia de plasticidade cerebral, e contribui para o aumento de habilidades que permitem ao indivíduo benefícios ao realizar suas atividades diárias (NUNES, 2017).

Os treinos cognitivos podem assumir um formato unimodal, em que se treina uma habilidade específica (por exemplo, memória de trabalho), ou multimodal referente ao treino de diversas habilidades cognitivas (GOLINO; FLORES-MENDOZA, 2016). Dessa forma, podem-se investigar as habilidades adquiridas pelo treino cognitivo em diferentes domínios, em que são considerados os efeitos de transferência proximal (*near transfer*) para aquelas habilidades que se pretendia investigar e efeitos de transferência de longo alcance (*far transfer*) para as competências que não eram o objetivo da intervenção, mas foram adquiridas indiretamente (SALA *et al.*, 2018).

As intervenções podem utilizar tarefas de “lápiz e papel” (GOLINO; FLORES-MENDOZA, 2016), como também podem utilizar computadores, videogames e tablets (KUEIDER *et al.*, 2012; MASEDA *et al.*, 2013; ZIMMER; MARCHI; COLUSSI, 2017; BARROSO *et al.*, 2018). Além disso, os treinos podem ocorrer em grupo ou individual (GOLINO; FLORES-MENDOZA, 2016). Observa-se o predomínio de intervenções em grupos, explicado pelo fato de que o treino coletivo aumenta a motivação e adesão dos participantes. No entanto, acaba gerando uma carência de intervenções individuais (SANTOS; FLORES-MENDOZA, 2017).

Os programas de treinos cognitivos apresentam uma grande diversidade quanto à duração, às estratégias ensinadas e a metodologia empregada, o que provoca um campo amplo em relação aos seus efeitos, às tarefas não treinadas e à manutenção em longo prazo (YASSUGA *et al.*, 2006).

O início dos estudos nesse campo coincide com o aumento da expectativa de vida da população nos países desenvolvidos gerando uma demanda de serviços e pesquisas destinadas à população idosa. Essas pesquisas foram realizadas como forma de validar a eficácia das intervenções no desempenho cognitivo de idosos, servindo de moldes para estudos posteriores e para o avanço metodológico na área (SANTOS; FLORES-MENDOZA, 2017).

### 2.5.1 Treino Cognitivo em idosos

O treino cognitivo é considerado uma ferramenta que pode auxiliar na preservação e no aumento das funções cognitivas, sendo capaz de influenciar na qualidade de vida e no bem-estar psicológico de idosos (IRIGARAY; SCHNEIDER; GOMES, 2011).

Chariglione e Janczura (2013) aplicaram diferentes treinos cognitivos de memória em idosos alfabetizados e não alfabetizados moradores de uma instituição. Os resultados mostraram que treinos cognitivos para memória relacionados à rotina dos idosos têm impacto positivo nos desempenhos dos testes em ambos os grupos ressaltando que a capacidade de reserva cognitiva pode ser mobilizada e melhorada.

Outra questão levantada foi que funções como orientação, atenção, memória, raciocínio, julgamento e compreensão foram mais beneficiadas com o treino cognitivo de memória para ambos os grupos. Em contrapartida, as autoras não encontraram influência do treino nos testes de reconhecimento de figuras.

Golino e Flores-Mendoza (2016) desenvolveram um programa de treino cognitivo para idosos original para o contexto brasileiro. Foi um grupo de 15 idosas, que foram divididos em dois grupos: GE (recebeu o treino) e GC (que não recebeu o treino). O protocolo de treino constituiu de 12 sessões cada uma com duração de 90 minutos, na modalidade individual de aplicação. Os resultados mostraram que o grupo experimental apresentou um desempenho mais significativo nas avaliações entre o pré-teste e o pós-teste em comparação com o grupo experimental.

Estudos nacionais que utilizaram programas de treino cognitivo para idosos (ver Quadro 2), mostraram que os treinos variam de 4 sessões até 48 sessões e no que se refere ao domínio cognitivo, a maioria dos delineamentos utiliza de intervenções com um maior foco para habilidades mnemônicas.

Quadro 2 – Estudos nacionais realizados com treino cognitivo em idosos

Estudos	Nº de sessões	Função Alvo do Treino	Resultados
Yassuda, Batistoni, Fontes e Neri (2006)	4 sessões	Memória episódica	No pós-teste o grupo Experimental apresentou melhor desempenho na recordação de texto e maior uso de estratégias
Silva e Yassuda (2009)	8 Sessões	Memória episódica	Os participantes tiveram um ganho pós-teste para as estratégias ensinadas sugerindo a eficácia de estratégias baseada na criação de imagens mentais
Lima-Silva et al. (2010)	5 sessões	Memória episódica	O grupo Treino apresentou ganho significativo entre o pré e o pós-teste no resgate e na auto eficácia para a memorização de histórias do que o grupo controle
Carvalho, Neri e Yassuda (2010).	5 sessões	Memória episódica	Melhoria significativa no desempenho da memória episódica
Irigaray, Schneider e Gomes (2011).	12 sessões	Verificar os efeitos de um treino cognitivo na qualidade de vida e no bem-estar psicológico de idosos.	Após o treino cognitivo, os idosos do grupo Experimental apresentaram melhor desempenho nas funções de atenção, memória, linguagem, práxis, resolução de problemas e funções executivas em relação aos idosos do Grupo Controle

Aramaki e Yassuda (2011).	5 sessões	Memória episódica	Houve efeitos após a manutenção do treino original realizado em 2008, e possíveis ganhos adicionais em alguns aspectos da memória após a segunda intervenção
Lima-Silva e Yassuda (2012).	8 Sessões	Memória episódica	O Grupo Experimental apresentou melhor desempenho cognitivo, quando comparado ao Grupo Controle, após a intervenção
Dias e Lima (2012)	12 sessões	Memória episódica	Observou-se diferença significativa entre pré e pós-intervenções nos grupo Estimulação Cognitiva para todas variáveis avaliadas, enquanto que nenhuma alteração significativa foi notada no Grupo Controle
Teixeira-Fabrizio <i>et al.</i> (2012)	6 sessões	Memória episódica, funções executivas.	Os resultados indicaram a influência da escolaridade no uso de estratégias de memória no pré-teste. No pós-teste, apontaram para aumento na velocidade de processamento e na utilização de estratégias
Paulo e Yassuda (2012)	8 Sessões	Memória episódica	O Grupo Experimental apresentou um maior desempenho cognitivo em relação ao Grupo Controle
Oliveira et al. (2014)	48 sessões	Memória e Linguagem	Houve uma melhora nos escores do grupo após a estimulação cognitiva
Tavares, Shimidt e Witter (2015)	8 sessões	Memória	Os resultados dos pré- e pós-testes mostraram discreto efeito da intervenção em níveis de depressão, fluência verbal, memória e práxis

Soares, Santana e Rabelo (2015)	20 sessões	Memória, atenção, linguagem, habilidades visuoespaciais, raciocínio, flexibilidade cognitiva, velocidade de processamento	Maior uso das estratégias cognitivas e generalização destas para diversas atividades
---------------------------------	------------	---	--

Além disso, Morando e colaboradores (2018) analisaram 33 artigos sobre treino cognitivo de memória para idosos saudáveis. Segundo as autoras, a análise dos estudos ofereceram algumas questões, como por exemplo, os benefícios do treino nas funções cognitivas dos idosos, sugestão de sessões de reforço para encontrar efeitos de manutenção, a influência do treino de memória para outros domínios cognitivos, a influência positiva no humor, diminuição dos sintomas de depressão e ansiedade, a influência da escolaridade, estado civil e gênero no desempenho dos testes cognitivos.

Também foi observado que características como a preocupação com o mau desempenho e a percepção subjetiva acerca de sua memória podem influenciar no desempenho cognitivo, principalmente nas tarefas relacionadas à memória de trabalho.

## 2.5.2 Treino Cognitivo na memória de trabalho em idosos saudáveis

Pesquisadores têm investido nos treinos cognitivos da memória de trabalho por ela ser considerada um recurso cognitivo importante para o bom funcionamento de outros sistemas de memória (SALTHOUSE, 1991 citado por YASSUDA *et al.*, 2006).

Netto e colaboradores (2013) realizaram um treino cognitivo para memória de trabalho em idosos com 12 sessões, sendo cada uma com duração de 90 minutos. As tarefas dividiam-se em vídeos, listas de palavras, leituras, tarefas de sequência de figuras, manipulação mental de letras etc. Os resultados demonstraram que o treino para memória de trabalho melhorou as funções cognitivas relacionadas com a atenção concentrada, a aprendizagem e memória episódica.

Esses achados, assim como os de outros estudos, reiteram a ideia de que os programas de treinamento para memória de trabalho produzem efeitos de transferências proximal ou distal (RICHMOND *et al.*, 2011; BORELLA *et al.*, 2017). Zimmermann e colaboradores (2014) mostraram que um treino para a memória de trabalho apresentou efeitos de transferência para funções executivas em idosos saudáveis. O estudo de Heizel e

colaboradores (2013) mostram que apesar dos efeitos de transferência das medidas referentes à memória de trabalho (MT) ser menor nos idosos quando comparados á jovens adultos, são benéficos para manter e melhorar o funcionamento cognitivo na velhice.

Por fazer parte do processo das funções executivas (CORSO; CROMLEY; SALLES, 2016), a memória de trabalho recebe efeitos de treinos cognitivos voltados para estas funções (LOPES; BASTOS; ARGIMON, 2017).

É visto que muitos dos estudos com treino cognitivo para as funções executivas aplicam testes antes e após o treino cognitivo para mensurar o desempenho dos participantes, no qual um dos mais utilizados para averiguar a memória de trabalho são os testes de dígitos na ordem direta e inversa e sequência de números e Letras (WANG *et al.*, 2011; NOUCHI *et al.*, 2012; SUGANO *et al.*, 2012; IGIGARAY, GOMES; SCHNEIDER, 2012).

## 3 OBJETIVOS

### 3.1 Objetivo Geral

Investigar os efeitos da estimulação transcraniana por corrente contínua cerebelar (ETCCc) associada ao treino cognitivo na memória de trabalho em idosos saudáveis. Como hipótese de pesquisa, espera-se que em idosos saudáveis, a estimulação cerebelar não invasiva excitatória (ETCCc anódica) seja capaz de amplificar o treino cognitivo, melhorando o desempenho dos participantes em testes para a memória de trabalho *offline* (após estimulação).

### 3.2 Objetivos Específicos

- ✓ Comparar os efeitos imediatos de uma única sessão de ETCC cerebelar associada a treino cognitivo na memória de trabalho entre os Grupos Experimental (anódica) e Controle (*sham*).
- ✓ Avaliar os efeitos imediatos na memória de trabalho do Grupo Experimental (anódica) após uma sessão de ETCC cerebelar associada a treino cognitivo;
- ✓ Comparar os efeitos cumulativos após cinco sessões da ETCC cerebelar associada ao treino cognitivo na memória de trabalho entre o Grupo Experimental (anódica) e Grupo Controle (*sham*);
- ✓ Avaliar os efeitos cumulativos na memória de trabalho do Grupo Experimental (anódica) após cinco sessões de ETCC cerebelar associada a treino cognitivo;
- ✓ Avaliar os efeitos remanescentes da ETCC cerebelar associada ao treino cognitivo na memória de trabalho após uma semana e três meses da intervenção (*follow-up*) entre o Grupo Experimental e Grupo Controle.

## 4 METODOLOGIA

Em seguida serão apresentados os aspectos relacionados à pesquisa, como: aspectos éticos, população/amostra e delineamento metodológico.

## **4.1 Aspectos éticos**

### **4.1.1. Comitê de ética**

O presente estudo seguiu os procedimentos adotados para a realização de pesquisas com seres humanos, em que através da Plataforma Brasil foi encaminhado o projeto para apreciação pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), no qual obteve parecer aprovado (CAAE: 79909817.5.0000.5208).

Foi respeitada a autonomia do participante da pesquisa, garantindo seu anonimato e assegurando sua privacidade quanto a dados confidenciais, como rege a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde. Como também, todos os voluntários assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) que informava os riscos e benefícios da pesquisa.

## **4.2. População/Amostra**

Participaram desse estudo, 30 voluntários idosos destros, na faixa etária entre 60 e 72 anos (média  $\cong$  66,3), sendo 25 do sexo feminino e 5 do sexo masculino, moradores da cidade do Recife e região metropolitana de Pernambuco, nenhum dos participantes apresentou diagnóstico de doenças demenciais, transtornos psiquiátricos ou histórico de consumo de substâncias estimulantes.

A faixa etária escolhida foi apoiada na definição de velhice estabelecida pela ONU, em que para países em desenvolvimento, como o Brasil, começa a partir dos 60 anos (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2002). Além disso, o estatuto do idoso do Brasil classifica a pessoa idosa como aquela que apresenta idade igual ou superior a 60 anos (ALCÂNTARA, 2016).

Os participantes fazem parte do projeto proporcionado pelo grupo de pesquisa em Exercício Físico, Nutrição e Sistema Nervoso Central (GENSC) do departamento de Educação Física da Universidade Federal de Pernambuco.

A Tabela 1 apresenta os dados sociodemográficos da amostra (sexo, idade,

escolaridade, estado civil e renda mensal) e os aspectos clínicos.

Tabela 1- Descrição da amostra por grupo

<b>Características</b>	<b>Grupo Experimental (n=15)</b>	<b>Grupo Controle (n=15)</b>
<b>Idade</b> , média dos anos (DP)	66,2 (3,58)	66,4 (2,99)
<b>Sexo</b> , n (%)		
Feminino	(12) 80%	(13) 86,6%
Masculino	(3) 20%	(2) 13,3%
<b>Dominância</b> , n (%)		
Destros	(15) 100%	(15) 100%
<b>Estado Civil</b> , n (%)		
Casado	(5) 33,3%	(6) 40%
Solteiro	(3) 20%	(3) 20%
Divorciado	(6) 40%	(4) 26,6%
Viúvo	(1) 6,6%	(2) 13,3%
<b>Escolaridade</b> , n (%)		
Ensino Primário (< 8 anos)	(2) 13,3%	(0) 0%
Ensino Médio (10-11 anos)	(7) 46,6%	(6) 40%
Ensino Superior (> 12 anos)	(6) 40%	(9) 60%
<b>Região</b> , n (%)		
Urbana	(15) 100%	(15) 100%

<b>Renda, n (%)</b>		
Até um salário	(4) 26,6%	(2) 13,3%
Até dois salários	(7) 46,6%	(5) 41,6%
Até três salários	(1) 6,6%	(2) 13,3%
Acima de quatro salários mínimos	(3) 20%	(6) 40%
<b>Ingestão de álcool, n (%)</b>	(2) 13,3%	(3) 20%
<b>Insuficiência cardíaca, n (%)</b>	(0) 0%	(3) 20%
<b>Hipertensão, n (%)</b>	(2) 13,3%	(5) 33,3%
<b>Diabetes, n (%)</b>	(1) 6,7%	(1) 6,7%

---

Pode-se observar que na variável sexo houve uma predominância do sexo feminino nas duas amostras. Na variável escolaridade, observa-se que o Grupo Controle (GC) possui maior tempo de escolaridade em comparação com o Grupo Experimental (GE), como também há uma maior renda salarial no GC em relação ao Experimental.

Nos aspectos clínicos, há uma diferença entre os dois grupos quanto ao diagnóstico de insuficiência cardíaca e hipertensão, sendo a maior prevalência dessas condições no GC.

### 4.3. Delineamento metodológico

#### 4.3.1. Tipo de estudo

Tratou-se de um estudo randomizado, controlado e simples cego.

#### 4.3.2. Critérios de inclusão

Os critérios de elegibilidade foram: a) apresentar idade entre 60 a 75 anos; b) não ter diagnóstico de doenças crônicas demenciais; c) não ter histórico de dependência de substâncias estimuladoras do sistema nervoso central, tais como: bebidas alcoólicas e outras drogas, d) não apresentar transtornos psiquiátricos, tais como: depressão, esquizofrenia e psicose, de acordo com os critérios do DSM-V (*Diagnostic and Statistical Manual of Mental*

*Disorders- V edition*); e) apresentar pontuação igual ou superior a 26 pontos no teste de rastreio para demência *Montreal Cognitive Assessment (MoCA)*; f) apresentar pontuação inferior a 5 pontos na escala de depressão geriátrica versão reduzida (EDG-15).

#### 4.3.3. Critérios de exclusão

Os critérios de exclusão: a) deficiência auditiva ou visual não corrigida ou alterações motoras graves que possam impedir a realização da tarefa cognitiva; b) analfabetos; c) apresentar qualquer contraindicação para a aplicação da ETCC, tais como: marcapasso cardíaco, implante metálico na cabeça ou na face, área eczema próximo à região de estimulação e histórico de epilepsia ou crise convulsiva e instabilidade hemodinâmica.

#### 4.3.4. Local e período do estudo

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Antropometria da Pós-graduação do Departamento de Educação Física da Universidade Federal de Pernambuco. O laboratório localizava-se próximo ao projeto desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa em Exercício Físico, Nutrição e Sistema Nervoso Central (GENSC), evitando deslocamentos dos participantes e eventuais mortes experimentais. A coleta durou seis meses (março-setembro de 2018), período referente a estimulação junto ao treino cognitivo que ocorreu cinco vezes por uma semana.

Em seguida foi feito o acompanhamento (*follow up*), através da aplicação de testes neuropsicológicos para memória de trabalho, realizado uma semana e três meses após a última estimulação.

#### 4.3.5. Instrumentos

- **Questionário sociodemográfico;**
- **Questionário sobre efeitos adversos da aplicação da ETCC** (BRUNONI *et al.*, 2011): o questionário é aplicado ao final de cada sessão objetivando a identificar efeitos adversos e/ou frequentes nos participantes.
- **Montreal Cognitive Assessment (MoCA)** (NASREDDINE *et al.*, 2005) teste de triagem para rastreio cognitivo com o objetivo de identificar pacientes com comprometimento cognitivo leve (CCL). O teste é composto de 12 itens, na qual

abrange 8 domínios cognitivos, totalizando 30 pontos. Dentre os domínios cognitivos estão: a função visuoespacial/executiva; memória imediata; atenção; linguagem; abstração; evocação; orientação temporal e espacial.

- **Escala de Depressão Geriátrica versão reduzida (EDG-15) (YESAVAGE *et al.*, 1983):** escala de rastreio dos transtornos de humor em idosos composta por 15 perguntas negativas/afirmativas. A pontuação total é de 15 pontos, sendo considerada indício de depressão pontuação maior que 5 pontos.
- **Estimulador Transcraniano por corrente contínua TCT *Stimulator* (TCT *Research Limited*):** equipamento portátil, que gera uma corrente contínua, constituída por dois eletrodos de borracha (ânodo e cátodo) envoltos com esponjas embebidas em soro fisiológico, um amperímetro (medidor de intensidade de corrente elétrica), um potenciômetro (componente que permite a manipulação da intensidade da corrente) e um par de baterias (9V cada) para gerar a corrente aplicada.
- **Programa do N-Back:** produzido em JavaScript com framework JQuery 3.2.1, versão 1.0, e para a exibição dos estímulos utilizou HTML 5 e CSS 3, com framework Bootstrap 3.3.7.
- **Computador Samsung All in one E1 DP500A2L-KW1BR:** com sistema operacional Windows 8.1 -32/64 bits, com LED Full HD 21.5” utilizado para apresentar o experimento.
- **Programa SPSS para Windows versão 16 (2008):** utilizado para realizar a análise dos dados.
- **Outros:** papel, lápis, cadeira, mesa, protocolos impressos.

#### 4.3.6. Medidas cognitivas pré e pós-treino e estimulação

Para a avaliação do desempenho cognitivo antes (*baseline*) e após o treino cognitivo e a ETCCc foram utilizados os subtestes dos dígitos e sequência de números e letras da Escala de Inteligência Wechsler para adultos – WAIS III. Os testes foram aplicados individualmente em cinco sessões (ver item 4.3.10.).

- **Subteste Dígitos da Escala WAIS-III (FIGUEIREDO; NASCIMENTO, 2007):** é usado para avaliar a memória de trabalho e de curto prazo, em que o aplicador lê uma

sequência numérica na ordem direta (16 itens) e inversa (14 itens) e o examinando deve repetir em voz alta as sequências numéricas que conseguiu apreender.

- **Subteste sequência de número e letras da Escala WAIS-III (NASCIMENTO, 2002):** avalia a memória de trabalho auditiva, na qual o aplicador lê uma sequência de números e letras misturados para que em seguida o examinando possa repetir as sequências colocando os números na ordem crescente e as letras em ordem alfabéticas.

#### 4.3.7. Estudo piloto

Foi realizado um estudo piloto com dois participantes no intuito de analisar a viabilidade do protocolo desta pesquisa, verificando o tempo das sessões e a dificuldade dos participantes em executar e compreender as tarefas do treino cognitivo.

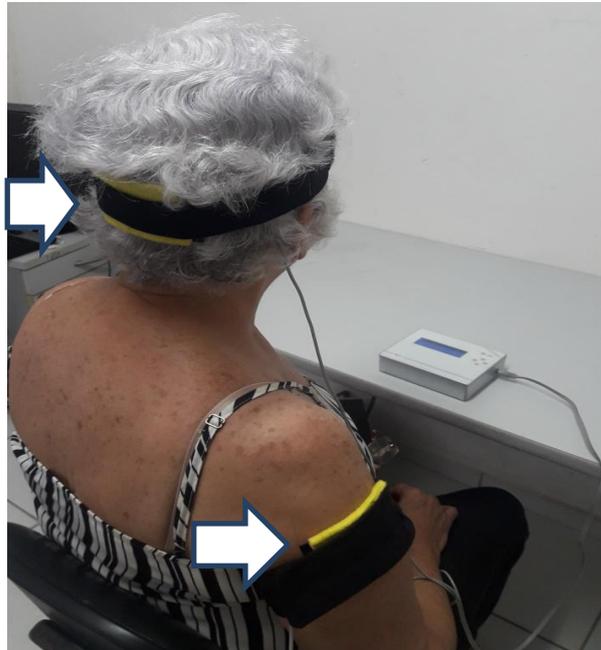
#### 4.3.8. Protocolo da Estimulação Transcraniana de Corrente Contínua Cerebelar

Para aplicação da ETCCc foi utilizado o Estimulador Transcraniano de corrente contínua TCT *Stimulator (TCT Research Limited)* conectado a um par de eletrodos de silicone-carbono (35cm<sup>2</sup>) embebidos em solução salina (NaCl 0,9%), o eletrodo “ativo” foi centrado sobre todo cerebelo na linha média 2 cm abaixo do íonion e 1 cm posterior ao processo mastoide, enquanto que o eletrodo de “referência” foi posicionado no músculo deltoide direito (Figura 4) (FERRUCCI *et al.*, 2013).

Os participantes receberam estimulação anódica com intensidade de corrente de 2mA e duração de 20 minutos (FERRUCCI *et al.*, 2013). Para garantir a segurança foi aplicada uma corrente de densidade 0,028 mA/cm<sup>2</sup>, visto que esse valor está abaixo do limiar para dano (NITSCHKE *et al.*, 2003b).

Para a estimulação *sham* (fictícia), foi utilizado o mesmo protocolo da estimulação anódica, no entanto, a corrente elétrica foi aplicada com duração de 30 segundos o que não é suficiente para provocar uma modulação (NITSCHKE *et al.*, 2008).

Figura 4 – Posicionamento dos eletrodos para a estimulação transcraniana por corrente contínua cerebelar



Fonte: a autora

Nota: A seta superior corresponde ao eletrodo ativo e a inferior ao eletrodo de referência

Ao final de cada sessão da ETCCc e dentro das 24 horas pós-estimulação, os participantes responderam a um questionário para identificar possíveis efeitos adversos (ver em apêndice C), em que avalia a presença ou ausência de efeitos adversos durante e/ou após a estimulação (BRUNONI *et al.*, 2011).

#### 4.3.9. Protocolo do treino cognitivo

A realização do treino cognitivo ocorreu individualmente e simultânea à estimulação transcraniana por corrente contínua. O treino constituiu-se de intervenção unimodal com foco na habilidade da memória de trabalho visando averiguar sua relação com o cerebelo.

O treino cognitivo foi composto por cinco sessões (CARVALHO; NERI; YASSUDA, 2010; LIMA-SILVA *et al.*, 2010; ARAMAKI; YASSUDA, 2011) com duração de uma semana. Destaca-se que para cada sessão foi realizada uma tarefa cognitiva que diversificou entre o modelo “informático” e “lápiz e papel”, a fim de dinamizar a intervenção.

Para a construção das tarefas foi desenvolvida uma gradação progressiva de níveis de dificuldade (fácil, médio e difícil) com o intuito de aumentar a motivação para a adesão ao treino (GOLINO; FLORES-MENDOZA, 2016), em que todos os participantes concluíram

dentro do tempo programado para cada tarefa. Os materiais utilizados nas atividades, incluindo os registros e folhas de instruções (ver apêndices D, E, F), foram desenvolvidos pela pesquisadora com base na literatura.

#### 4.3.9.1 Descrição das tarefas do treino cognitivo por sessão

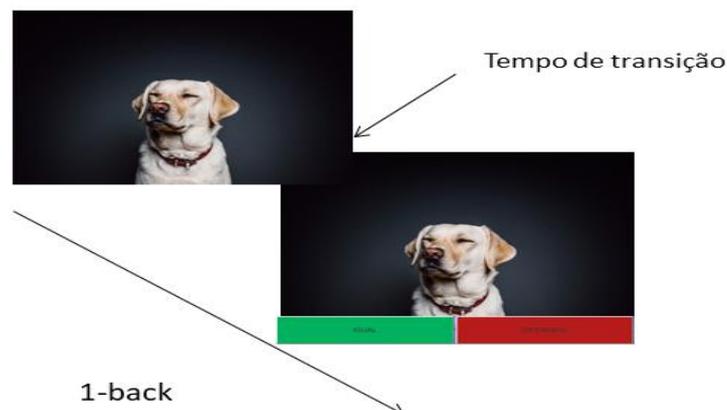
As tarefas descritas abaixo seguem a ordem de execução no procedimento experimental para os dois grupos (GE e GC).

##### A) Tarefa cognitiva N-Back visual (adaptado de VAN WESSEL *et al.*, 2016).

O N-Back é uma tarefa cognitiva amplamente utilizada para mensurar e estimular a habilidade da memória de trabalho (OWEN *et al.*, 2005; KÜPER *et al.*, 2015). Durante a tarefa do n-back visual foram apresentados aos participantes, numa distância de 60 centímetros da tela do computador, imagens de animais.

A tarefa do voluntário era julgar se a imagem que aparecia no momento era similar ou diferente à imagem anterior (1-back). Para registrar as respostas foram postos dois botões abaixo da imagem apresentada, em que o vermelho correspondia que a imagem atual era diferente da anterior e o verde que a imagem atual era igual a anterior (Figura 5). Os participantes foram instruídos a apertar com o *mouse* um dos botões da tela do computador e não foi estabelecido um tempo de resposta.

Figura 5 – Representação da tarefa N-Back



A tarefa foi dividida em quatro blocos, com duração de 5 minutos cada. Os blocos diferenciaram-se pela quantidade de imagens apresentadas e o tempo de transição entre elas.

- Primeiro bloco: o tempo de transição foi de 4 segundos com 52 imagens;
- Segundo bloco: o tempo de transição foi de 3 segundos com 62 imagens;
- Terceiro bloco: o tempo de transição foi de 2 segundos com 92 imagens;
- Quarto bloco: o tempo de transição foi de 1 segundo com 124 imagens.

Essa estratégia de separar por bloco foi planejada com intuito de atenuar possível cansaço. Ao final da realização dos quatro blocos, o programa do n-back registrou a pontuação dos números de acertos e erros dos participantes.

**B) Tarefa “lista de palavras”** (adaptado de LUCCIA; BUENO; SANTOS, 2005; CHARIGLIONE; JANCZURA, 2013).

Esta tarefa constituía em apresentar por meio de *slides* 4 listas de palavras (50 palavras cada lista) de categorias diferentes (alimento, objeto, profissões, *hobbies/jogos*) (ver apêndice D). Cada palavra ficava exposta na tela do computador por 2,4 segundos, totalizando um tempo de 2 minutos para cada lista.

A tarefa do idoso era ler em voz alta as palavras da lista e, ao final de cada lista, escrever na folha resposta todas as palavras que conseguisse recordar no tempo de 3 minutos.

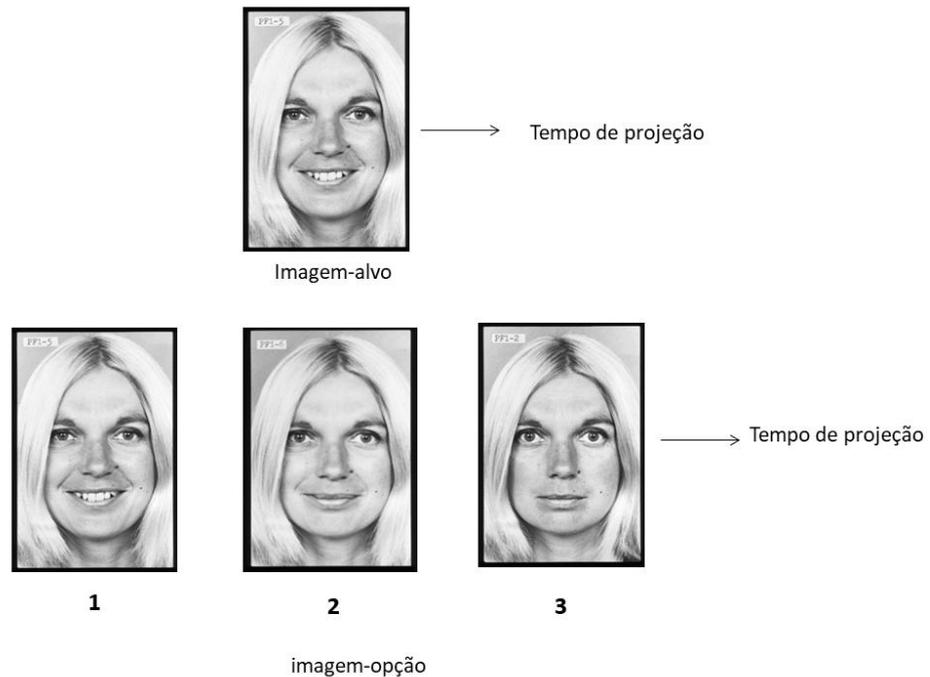
**C) Tarefa “Reconhecimento de faces”** (adaptado de STIERNSTRÖMER; WOLGAST; JOHANSSON, 2015).

A tarefa consistiu em apresentar por meio de *slides* um conjunto de imagens de faces frontais, em preto e branco, de homens e mulheres retiradas do Banco de expressões faciais *Pictures of Facial Affect (POFA)* desenvolvido pelo psicólogo Paul Ekman (1997). As fotos apresentavam expressões faciais relacionadas às seis emoções básicas (alegria, tristeza, nojo, medo, surpresa e raiva).

Os participantes foram instruídos de que a imagem de uma face (imagem-alvo) ficaria projetada na tela do computador. Em seguida, a imagem desaparecia, sendo apresentado um

conjunto de faces (imagem-opção), na qual o participante deveria identificar falando em voz alta o número correspondente a imagem apresentada anteriormente (imagem-alvo) (Figura 6).

Figura 6 - Representação da tarefa Reconhecimento de face



A tarefa foi dividida em 4 níveis, em que se diferenciaram pelo tempo de exibição da imagem-alvo e a quantidade da imagem-opção. Nos níveis 1 e 2, a imagem-alvo ficava projetada por 5 segundos e nos níveis 3 e 4 por 3 segundos.

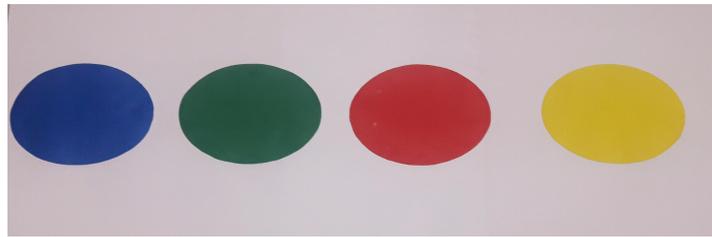
Em relação à quantidade da imagem-opção, no nível 1 foram expostas duas imagens para escolha; no nível 2 e 3 foram três imagens e no nível 4 foram quatro imagens.

As respostas dos participantes foram registradas pelos aplicadores no protocolo de registro (ver apêndice E). Vale ressaltar que para essa tarefa não foi solicitado que os participantes identificassem ou nomeassem as emoções, foi exigido apenas que reconhecessem as imagens semelhantes.

#### **D) Tarefa *Genius*** (adaptado de PASSOS, 2012; RAMOS; ROCHA, 2016)

No início da atividade, os participantes recebiam quatro fichas circulares de cores vermelho, azul, verde e amarelo e um suporte portátil de cor branca (Figura 7).

Figura 7 – Representação da tarefa *Genius*



Em seguida, foram instruídos de que seria apresentada uma sequência dessas cores na tela do computador por 5 segundos, na qual deveriam observar atentamente para que após a finalização da projeção tentasse reproduzir a sequência no suporte branco, conforme conseguisse lembrar.

As respostas dos participantes foram registradas em uma folha de registro (ver em anexo) pelos aplicadores para conferir os erros e acertos.

Ao todo foram projetadas 78 arranjos de sequência das cores, totalizando um tempo de vinte minutos para a realização da atividade, incluindo o tempo de reprodução das respostas pelos participantes.

A ideia inicial dessa tarefa era realizar o jogo através um meio eletrônico no *tablet*, entretanto na realização do estudo piloto foi visto que as participantes tiveram dificuldade em manusear o dispositivo.

#### **E) Tarefa “Arranjo de Figuras”**

Os participantes receberam os cartões do teste Arranjo de Figuras do WAIS-III desordenados com imagens que representava trechos de uma história. O voluntário era instruído a ordená-las seguindo uma ordem correta dos acontecimentos.

Ao todo foram 11 histórias (itens), nas quais foram contadas e organizadas dentro de tempos pré-determinados pelo teste. Cada história variava de acordo com o nível de complexidade das histórias e quantidade de cartões, o que estabelecia o nível de dificuldade entre os itens. Diante disso, alguns itens apresentaram a opção segunda tentativa para os participantes que não conseguisse ordenar as histórias de forma correta na primeira tentativa.

As respostas foram pontuadas seguindo a lógica: 0 (incorreta), 1 (correta na segunda tentativa) e 2 (correta na primeira tentativa), nas quais eram registradas na folha de respostas pelos aplicadores.

#### 4.3.10 Procedimento experimental

Todos os instrumentos foram aplicados individualmente, sendo padronizado para a população brasileira. As aplicações ocorreram num ambiente fechado e com pouca interferência sonora com o intuito de não interferir na concentração do participante.

A primeira sessão compreendeu na triagem presencial, em que foi realizada uma entrevista individual, na qual cada idoso respondeu a todos os instrumentos na seguinte ordem de aplicação: questionário sociodemográfico (ver em apêndice C), o teste de rastreio cognitivo MoCa (ver em anexo A) e a Escala de Depressão Geriátrica (EDG-15) (ver em anexo B), no qual os escores foram utilizados como critério de elegibilidade. O tempo de duração da triagem compreendeu aproximadamente a 1h30. Nenhum participante foi excluído por esse critério, pois apresentaram valores médios acima do ponto de corte conforme descrito na Tabela 2.

Tabela 2 - Média do desempenho dos grupos nos teste de rastreio MoCa e escala de depressão geriátrica (EDG-15)

<b>GRUPO</b>	<b>MoCa</b>	<b>EDG-15</b>
<b>EXPERIMENTAL</b>	28,4	1,2
<b>CONTROLE</b>	28,6	2,6

Após a triagem foi realizada uma randomização através do site [www.randomization.com](http://www.randomization.com), em que os participantes aleatoriamente foram divididos em dois grupos, sendo 15 para GE e 15 para GC.

As cinco sessões de ETCC cerebelar foram intervaladas por no mínimo de 24 horas e no máximo por 48h (BOGGIO *et al.*, 2012). Nessas sessões, os voluntários foram submetidos individualmente, durante 20 minutos, à estimulação *anódica* para o Grupo Experimental e *sham* (fictícia) para o Grupo Controle. Os dois grupos realizaram o treino cognitivo durante a estimulação anódica ou *sham (online)* dependendo do grupo ao qual estavam inseridos.

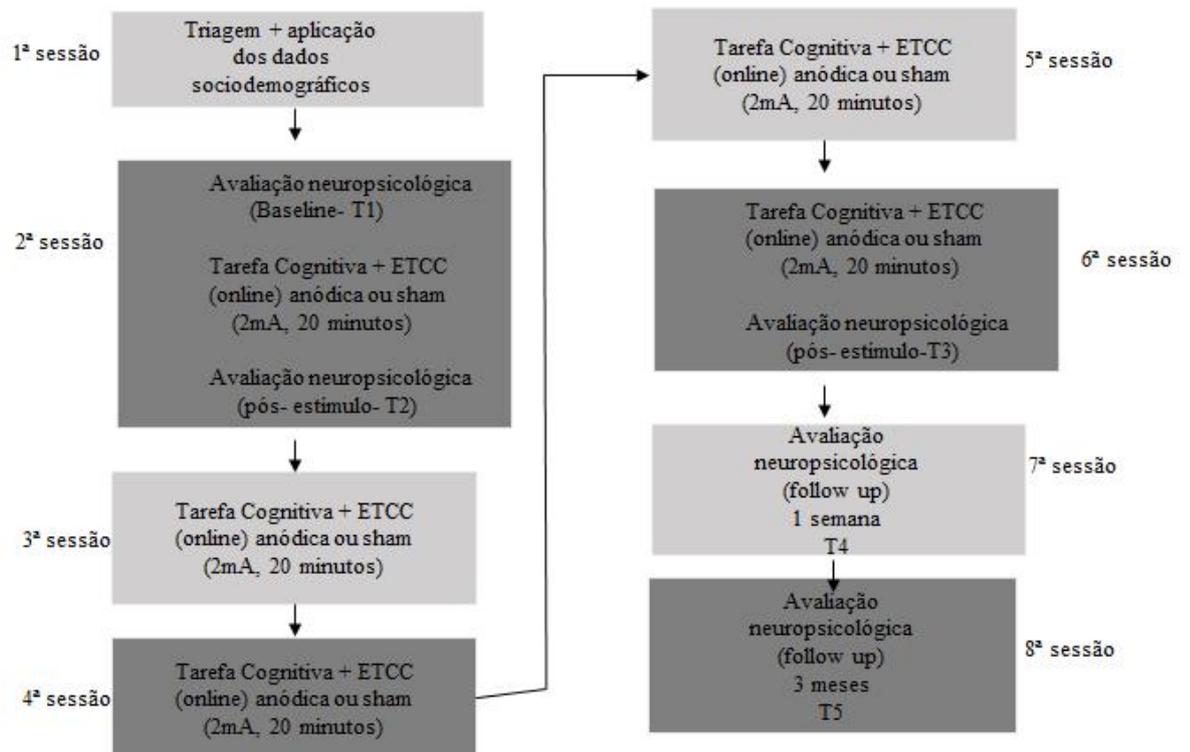
O treino cognitivo foi composto por cinco tarefas cognitivas, nas quais foram voltadas a estimular a memória de trabalho (ver item 4.3.9.1). Estas foram randomizadas através do site [www.random.org](http://www.random.org) e ordenadas de forma equivalente para todos os participantes, a fim de

evitar viés da pesquisadora. A seguir será detalhado o procedimento experimental.

- A) Segunda sessão, os voluntários realizaram os testes dos dígitos e sequência de números e letras da escala WAIS-III servindo de linha de base (*baseline*) para a pesquisa (*offline*). Em seguida foi realizada a intervenção da ETCCc junto à tarefa do N-back. Após cinco minutos do término da estimulação foram reaplicados os testes de dígitos e sequência de números e letras da escala WAIS-III. O objetivo foi averiguar o efeito imediato da estimulação comparado ao desempenho dos participantes nos testes iniciais (*baseline*).
- B) Terceira sessão, o voluntário realizou a tarefa de “lista de palavras” durante a ETCCc anódica ou *sham*.
- C) Quarta sessão, a tarefa de “reconhecimento de faces” foi realizada durante a ETCCc anódica ou *sham*.
- D) Quinta sessão, a tarefa “Genius” foi realizada durante a ETCCc anódica ou *sham*.
- E) Sexta sessão, a tarefa cognitiva de “arranjo de histórias” foi realizada durante a ETCCc anódica ou *sham*. Após cinco minutos do término da estimulação, foram aplicados novamente os testes dos dígitos e sequência de número e letras, a fim de verificar efeitos cumulativos.
- F) Sétima sessão, *follow-up* após uma semana da última sessão de estimulação, foi reaplicado os testes dos dígitos e sequência de número e letras a fim de averiguar efeitos remanescentes da estimulação nos participantes.
- G) Oitava sessão, *follow-up* após três meses da última sessão de estimulação, reaplicados os testes dos dígitos e sequência de número e letras a fim de averiguar efeitos remanescentes da estimulação nos participantes.

Figura 8 – Delineamento metodológico do estudo

A Figura 8 sintetiza os procedimentos adotados neste estudo.



Antes de cada atividade foram apresentadas as instruções padronizadas, a fim de assegurar a compreensão dos participantes. Ao mesmo tempo em que a pesquisadora esteve presente em todo o procedimento para responder e dar suporte aos participantes em caso de dúvidas ou desconforto.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Análise dos dados

Foi utilizado o software *IBM Statistical Package for the Social Sciences (IBM SPSS)*, versão 21, para a realização dos procedimentos estatísticos. Foram efetuadas, num primeiro momento, estatísticas descritivas (média, desvio padrão, erro padrão e intervalo de confiança - IC de 95%) e de frequência (quantidade e percentagem), para a descrição da amostra e dos instrumentos utilizados. Seguiu-se a aplicação do teste GLM para medidas repetidas a fim de detectar diferenças entre o Tempo e o efeito entre o Tempo x Grupo nas variáveis dependentes (teste dos dígitos de ordem direta, ordem inversa e teste de sequência de letras e números), observaram-se os critérios de normalidade a partir do Shapiro-Wilk e de esfericidade a partir do teste de Mauchly, para as variáveis que não apresentaram normalidade utilizou-se como critério de correção a padronização em escore Z, quando a esfericidade não foi detectada, utilizou-se o critério de correção de Greenhouse-Geisser. O nível de significância estabelecido foi de 0,05.

Os dados foram tabulados no programa Excel e divididos em três planilhas para cada grupo (Experimental e Controle) na ordem: dados sociodemográficos; resultados dos testes neuropsicológicos e relatos dos efeitos adversos. As medidas foram organizadas em colunas, na qual uma coluna indicava o sujeito do grupo e a outras os valores das medidas.

### 5.2 Descrição das análises

A análise dos dados serão apresentadas na ordem de avaliação dos instrumentos neuropsicológicos na função tempo- AV1(*baseline*), AV2 (segunda avaliação), AV3 (terceira avaliação), AV4 (*follow-up* de uma semana) e AV5 (*follow-up* de três meses)- para os dois grupos- Experimental (ETCCc anódica) e Controle (ETCCc *sham*).

Houve a inclusão de 30 participantes, entretanto houve perda de 4 participantes no *follow up* de uma semana e 1 no *follow-up* de 3 meses no Grupo Experimental. Enquanto que no Grupo Controle, houve 7 perdas no *follow-up* de uma semana e 1 no *follow up* de 3 meses. Dessa forma, devido às perdas durante esses momentos do estudo foi utilizado o princípio da análise por intenção de tratar, no qual consiste em analisar os participantes nos grupos que foram inicialmente alocados, independentemente da efetividade ao tratamento (HERITIER; GEBSKI; KEECH, 2003).

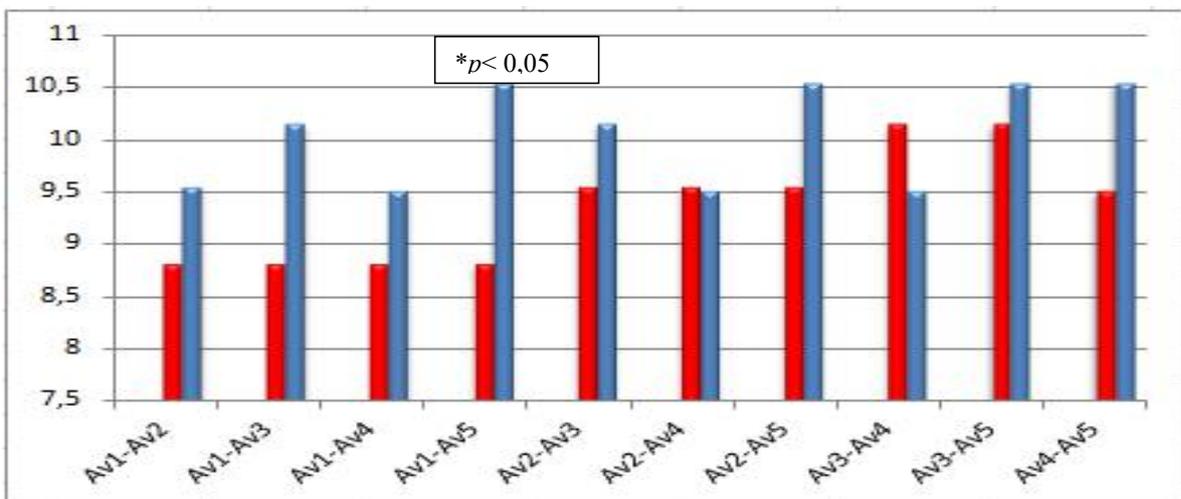
Com base no GLM de medidas repetidas, foi visto que existe efeito da interação entre Avaliação e Grupo para ordem direta [ $F(3,04, 85,13)=2.57, p=0.04, \eta^2=0.084$ ].

A análise posthoc (Bonferroni) da interação entre o Tempo de Avaliação e Grupo mostrou que existe diferença nos valores dos testes na ordem direta dentro do GE entre a Avaliação 1 e Avaliação 5 ( $p<0,05$ ) (Gráfico 1), no entanto a interação entre a o Tempo de Avaliação e Grupo mostrou que não existe diferença nos valores do teste dígitos na ordem direta dentro do GC( $p>0,05$ ) entre os cinco tempos de avaliação (Gráfico 2).

Em relação aos resultados do teste de ordem inversa, a análise do GLM, mostrou que não há efeito na interação entre os Tempos de Avaliação e Grupo tanto na análise intra-grupo do GE (Gráfico 3) quanto ao do GC (Gráfico 4).

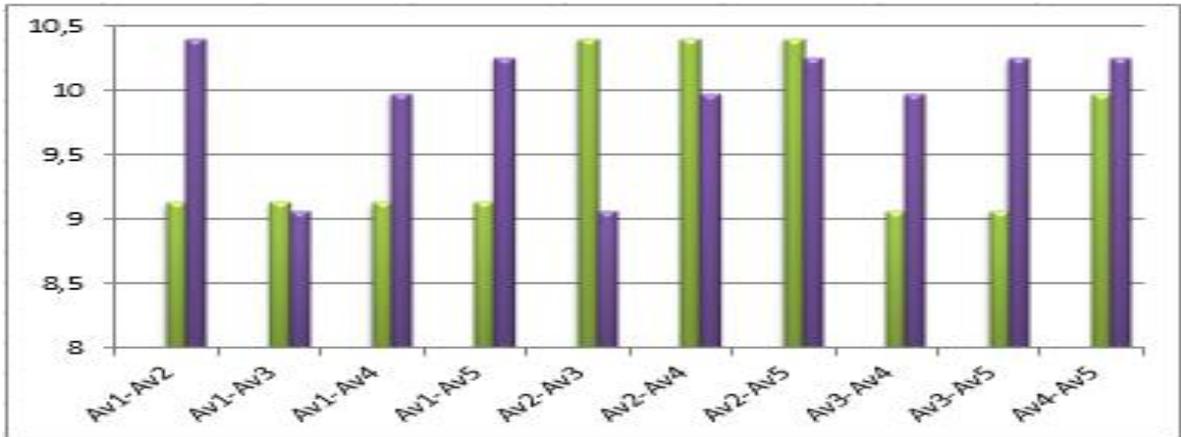
Para análise do teste de sequência de número e letras, o GLM revelou que não houve efeito da interação entre Tempo de Avaliação e Grupo na análise intra-grupo em ambos os grupos ( $p>0,05$ ) (Gráficos 5 e 6).

Gráfico 1 - Médias do Grupo Experimental no teste Dígitos na Ordem Direta entre cinco tempos de avaliação



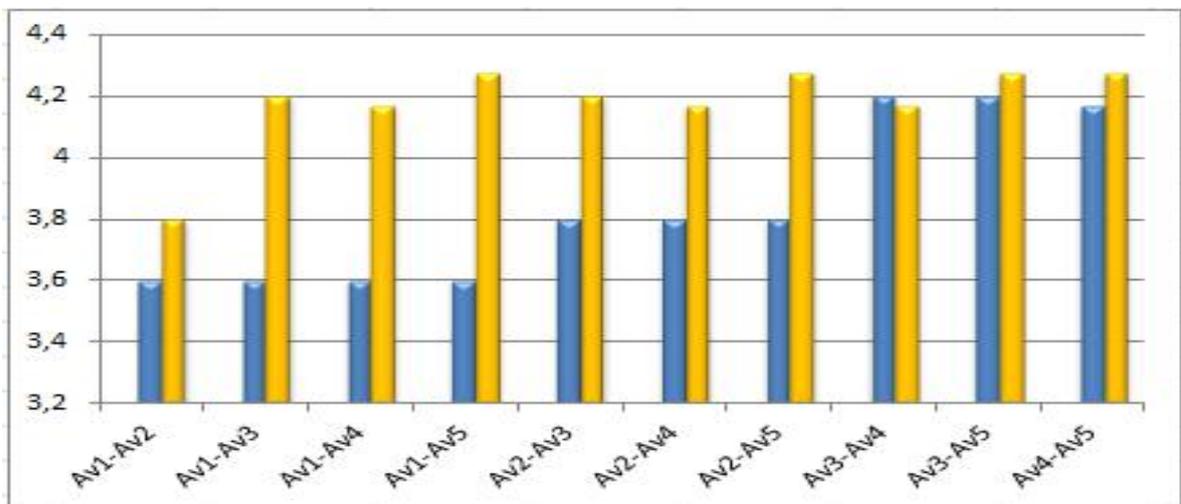
Av1: *baseline*, Av2: segunda avaliação, Av3: terceira avaliação, Av4:*follow-up* de uma semana, Av5:*follow-up* de três meses \* $p < 0,05$

Gráfico 2 - Médias do Grupo Controle no teste na Ordem Direta entre os cinco tempos de avaliação



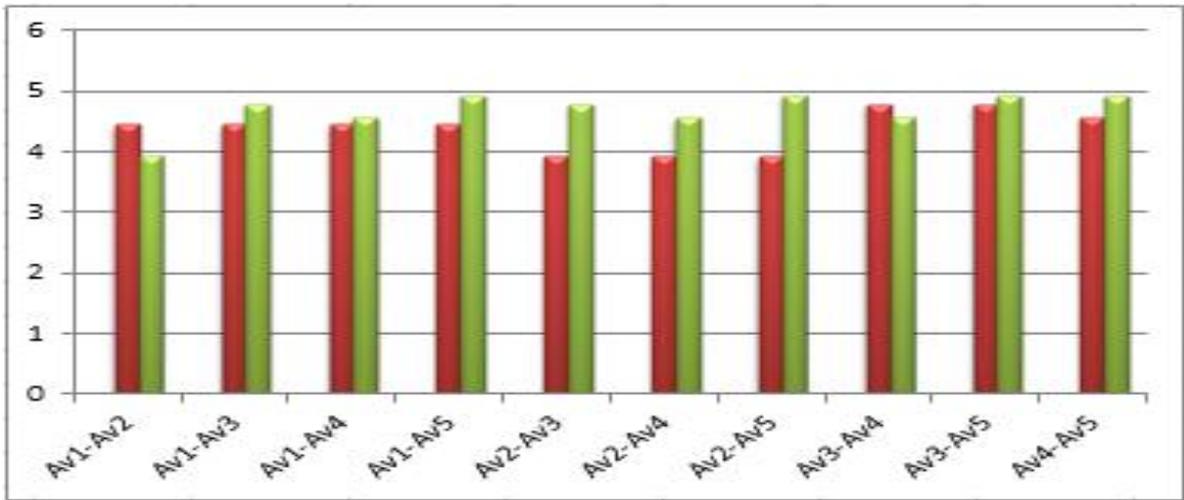
Av1: *baseline*, Av2: segunda avaliação, Av3: terceira avaliação, Av4:*follow-up* de uma semana, Av5:*follow-up* de três meses \* $p < 0,05$

Gráfico 3 - Médias do Grupo Experimental no teste Dígitos na Ordem Inversa entre cinco tempos de avaliação



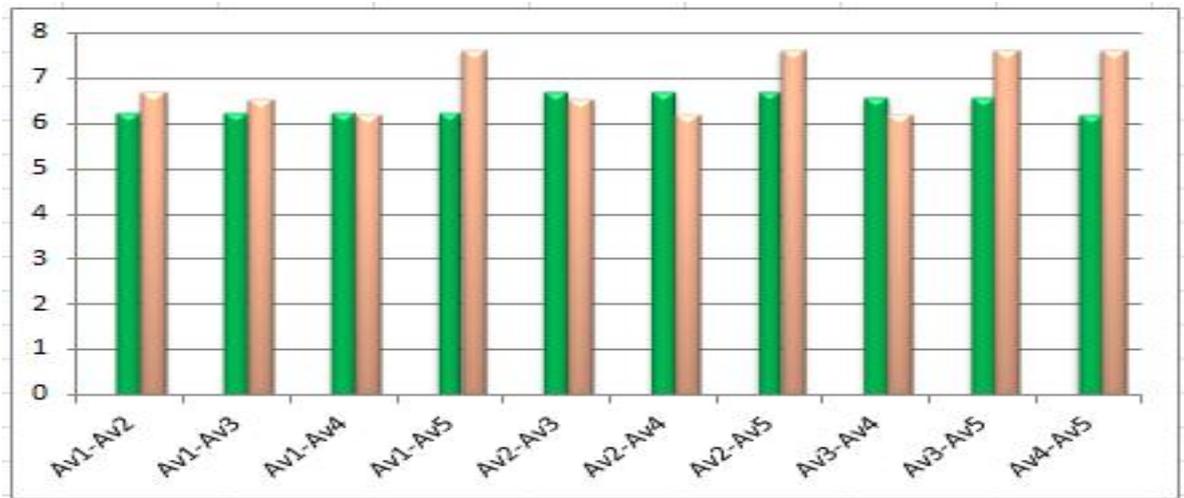
Av1: *baseline*, Av2: segunda avaliação, Av3: terceira avaliação, Av4:*follow-up* de uma semana, Av5:*follow-up* de três meses \* $p < 0,05$

Gráfico 4 - Médias do Grupo Controle no teste Dígitos na Ordem Inversa entre os cinco tempos de avaliação



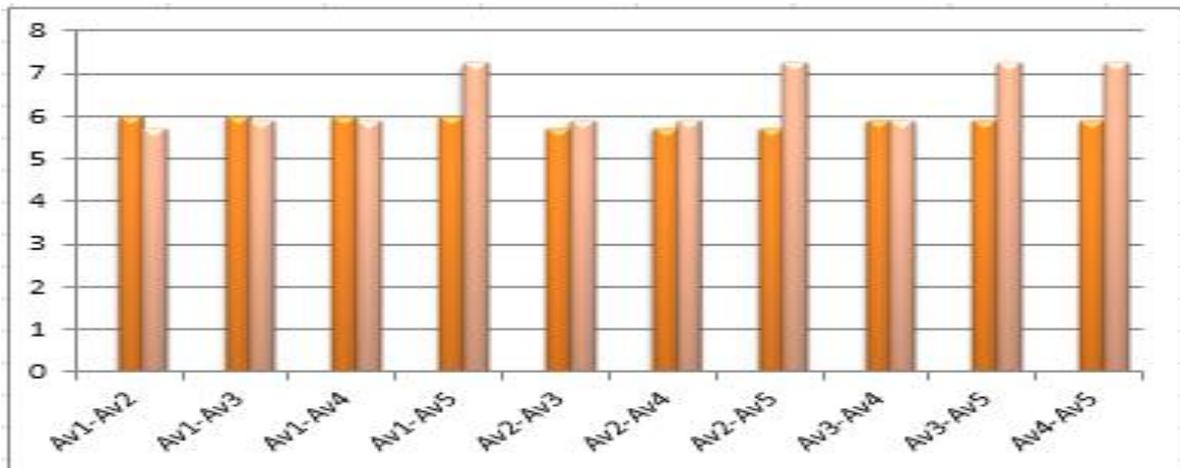
Av1: *baseline*, Av2: segunda avaliação, Av3: terceira avaliação, Av4:*follow-up* de uma semana,Av5:*follow-up* de três meses \* $p < 0,05$

Gráfico 5 - Médias do Grupo Experimental no teste Sequência de números e Letras entre cinco tempos de avaliação



Av1: *baseline*, Av2: segunda avaliação, Av3: terceira avaliação, Av4:*follow-up* de uma semana,Av5:*follow-up* de três meses \* $p < 0,05$

Gráfico 6 - Médias do Grupo Controle no teste de Sequência de Números e Letras entre os cinco tempos de avaliação



Av1: *baseline*, Av2: segunda avaliação, Av3: terceira avaliação, Av4: *follow-up* de uma semana, Av5: *follow-up* de três meses \* $p < 0,05$

É visto que na avaliação realizada na Avaliação 1 (*baseline*), os dois grupos obtiveram escores com valores semelhantes em todos os subtestes, mostrando que os dois grupos são comparáveis e que partiram da mesma condição.

A Tabela 3 sumariza a análise do GLM medidas repetidas, na comparação das médias de cada subteste (ordem direta, ordem inversa e sequência de números e letras) entre o grupo Experimental e Controle para todos os tempos de aplicação (AV1, AV2, AV3, AV4 e AV5).

Ademais, observa-se que para todos os testes (ordem direta, ordem inversa e sequência de número e letras) não houve diferença significativa entre as médias do Grupo Experimental e Controle ( $p > 0,05$ ), analisados pelo GLM.

Tabela 3 - Média do desempenho entre os grupos Experimental e Controle nos testes neuropsicológicos

TESTE	GRUPO	MÉDIA (DP)	p
DOD	EXPERIMENTAL	9,704(1,76)	0,934
	CONTROLE	9,762(2,03)	
DOI	EXPERIMENTAL	4,007(1,12)	0,395
	CONTROLE	4,54 (2,10)	
SNL	EXPERIMENTAL	6,633(1,55)	0,532
	CONTROLE	6,167(2,40)	

Legendas: DOD: Dígitos de ordem direta; DOI: Dígitos de ordem inversa; SNL: Sequência de números e Letras. DP: desvio padrão.  $p < 0,05$

Como efeitos adversos, o GE (ETCCc anódica) apresentou prurido, formigamento, sensação de queimação (leve), dificuldade de concentração, sonolência e vermelhidão que são sintomas normalmente relatados em sessões de ETCC (BRUNONI *et al.*, 2011). Além disso, uma participante apresentou uma pequena queimadura de primeiro grau abaixo do eletrodo no braço direito, obtendo melhora após um mês de tratamento, enquanto que uma segunda participante relatou gosto metálico na boca.

Em relação ao GC (ETCCc *sham*), os principais efeitos adversos relatados foram prurido, formigamento, dificuldade de concentração e sonolência, que são comuns devido a corrente inicial de 30 segundos (NITSCHE *et al.*, 2008).

A fim de garantir o cegamento do estudo, os participantes eram questionados a responder o tipo de estimulação que achava que havia sido submetido à estimulação real ou *sham* (fictícia) (ver apêndice C). Nesse estudo, todos os participantes responderam que achavam que havia sido submetido à estimulação real.

Tabela 4 - Porcentagem dos principais efeitos adversos relatados pelos participantes nos Grupos Experimental (ETCCc anódica) e Controle ( ETCCc *sham*)

Efeitos adversos	Grupo Experimental (ETCCc anódica)	Grupo Controle (ETCCc <i>sham</i> )	p
Dor de cabeça (%)	0%	0%	#
Dor no pescoço (%)	0%	0%	#
Dor no couro cabeludo (%)	0%	0%	#
Prurido (%)	71,4%	28,6%	0,028
Formigamento (%)	50%	50%	1,0
Queimação (%)	88,9%	11,1%	0,005
Vermelhidão (%)	62,5%	37,5%	0,006
Sonolência (%)	50%	50%	1,0
Dificuldade de concentração (%)	61,5%	38,5%	0,269
Mudança repentina de humor (%)	0%	0%	#
Outros (%)	75,0%	25,0%	0,283

Teste do Qui-quadrado; # não foram computados os dados por ser uma constante

## 6 DISCUSSÃO

Os resultados dessa pesquisa mostraram que não houve uma diferença significativa entre o grupo que recebeu ETCCc anódica e o grupo que recebeu ETCCc *sham* nos testes de memória de trabalho. Tais achados ratificam a ideia de que o conceito de polaridade-dependente não é bem difundido para a ETCCc, visto que na própria literatura não há um consenso quanto às respostas dos tipos de estimulação (anódica, catódica e *sham*) nas tarefas voltadas para a memória de trabalho.

Há evidências de que a estimulação catódica pode apresentar um efeito facilitador no desempenho de participantes em tarefas de aritmética quando comparada com as estimulações anódica e *sham* que não apresentam diferenças significativas (POPE; MIAL, 2012).

Por outro lado, estudos têm observado que as estimulações anódica e catódica sobre o cerebelo podem prejudicar o desempenho de participantes em uma tarefa de recordação de números (FERRUCCI *et al.*, 2008), como também podem não ocorrer diferenças entre os três tipos de estimulação (anódica, catódica e *sham*) nos resultados da tarefa de N-Back (VAN WESSEL *et al.*, 2016), o que sugere que os efeitos da ETCCc podem variar de acordo com as tarefas aplicadas.

Na presente pesquisa o GE apresentou uma diferença significativa no desempenho do teste de dígitos de ordem direta quando comparado o resultado da *baseline* com o *follow-up* de três meses, enquanto que nos testes de dígito de ordem inversa e sequência de números e letras não sofreram uma alteração significativa.

Essa diferença nos resultados pode estar relacionada com o fato de que o teste dos dígitos de ordem direta tem maior relação com a alça fonológica, exigindo uma habilidade de armazenamento temporária mais simples, enquanto que no teste de ordem inversa e sequência de números e letras é solicitada também a participação do sistema executivo central pela maior complexidade da tarefa.

Em relação aos resultados do GC mostra-se que não houve diferença significativa em nenhum dos testes. Como também foi visto que não houve uma diferença quanto à análise entre os Grupos, o que influi que o estudo limitou-se ao usar apenas testes relacionados à alça fonológica sugerindo a estudos futuros o uso de testes para a memória de trabalho visuo-espacial para comparação de resultados. Sabe-se que as tarefas de memória visuo-espacial estão relacionadas ao movimento dos olhos, o que supõe que essas tarefas podem ter ligação com a parte do vestibulocerebelo, que está diretamente ligada com o núcleo vestibular, e consequentemente o equilíbrio, movimento dos olhos e da cabeça (MARTIN, 2013).

Os efeitos da estimulação catódica e anódica sobre o cerebelo não estão totalmente elucidados. Fato que pode ser justificado pelo papel do cerebelo em muitas regiões corticais (GRIMALDI *et al.*, 2016), como também por questões técnicas e experimentais, em que as variações intra ou entre sujeitos e a realização de diversas atividades motoras e/ou cognitivas durante o protocolo podem influenciar nos efeitos da ETCCc (HORVATH; CARTER; FORTE, 2014).

Dessa forma, é importante considerar a complexidade da estrutura do cerebelo e suas conexões com muitas áreas corticais no momento de analisar a neuromodulação cerebelar. Além das mudanças fisiológicas e funcionais no cerebelo relativo ao próprio processo de envelhecimento que pode influenciar nos efeitos da ETCCc anódica.

Em relação ao protocolo é visto que estudos com neuroimagens mostram que em atividades para memória de trabalho há ativação de áreas isoladas no cerebelo (STOODLEY; SCHMAHMANN, 2012; BRISSENDEN *et al.*, 2018) sugerindo para estudos futuros a escolha de um eletrodo com dimensões menores com o intuito de garantir uma estimulação mais focal para essas áreas cerebelares.

Outra questão trata-se da influência do treino específico para a memória de trabalho considerando cada grupo. Não foram analisados os efeitos *online* da ETCC através das tarefas cognitivas para comparação com os efeitos *offline*. No entanto, os resultados das médias entre os Grupos Experimental e Controle e a análise intra-grupo do Grupo Controle não apresentaram diferenças significativas, sendo possível descartar a influência de efeitos de transferência do treino cognitivo.

Em relação aos efeitos adversos, é visto que alguns estudos mesmo apresentando protocolos considerados seguros relataram queimaduras após a ETCC (WANG *et al.*, 2015; WOODS *et al.*, 2016; MELO, 2016). Outros sintomas, como gosto metálico na boca, apesar de não ser comum, também já foram relatados por estudos que utilizaram a estimulação transcraniana por corrente contínua (FERRUCCI; CORTESE; PRIORI, 2015; MELO, 2016).

As devolutivas dos dois Grupos ocorreram no mês de janeiro, em que foram entregues, pessoalmente, os relatórios com a síntese dos resultados individuais, a fim de proporcionar um maior esclarecimento aos participantes. Em relação aos que não puderam comparecer pessoalmente, foi entregue através de redes sociais, na qual a pesquisadora ligou para os mesmos e explicou os resultados.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo apresentou um protocolo novo em que utilizou a estimulação transcraniana por corrente contínua cerebelar associada a um treino cognitivo para memória de trabalho em idosos saudáveis.

Atualmente muitos estudos com ETCCc utilizam-se de população jovem, o que propõe a esse projeto um caráter inovador, demonstrando a importância de elaborar um protocolo que leve em consideração à população idosa e que sirva de parâmetros para análise das repercussões da estimulação transcraniana por corrente contínua no cerebelo.

Como limitação para esse projeto destacam-se as diferenças do nível de escolaridade entre o GE e GC, o número da amostra, a falta de medidas de controle para analisar os níveis de fadiga, atenção e a qualidade do sono de cada participante antes de cada sessão, a acústica da sala do experimento que não apresentava um isolamento sonoro de alto desempenho, o que pode ter interferido na concentração dos participantes na hora de realizar os testes neuropsicológicos. Ademais, os testes neuropsicológicos podem não apresentar uma sensibilidade capaz de rastrear mudanças antes de uma expressão comportamental.

O reduzido número de estudos que abordam essa metodologia faz com que este projeto contribua na construção de novas evidências e protocolos de investigação das estimulações cerebelares e dos treinos cognitivos direcionados para a população idosa. Além de auxiliar na construção de estratégias e ferramentas de neuroproteção capazes de melhorar a qualidade de vida da população idosa, e conseqüentemente contribuir para a melhoria das políticas públicas de saúde do país.

Futuras investigações com idosos também devem considerar as características biológicas próprias dessa idade, pois embora haja estudos na área da ETCCc, a maioria é voltada para jovens ou jovens adultos, o que sugere a importância de pesquisar e construir protocolos que se enquadrem e atendam as demandas dessa faixa etária. Haja vista que, os resultados dessas pesquisas têm um impacto direto nas áreas das neurociências, psicologia, medicina, gerontologia e saúde pública.

## REFERÊNCIAS

- ADAMASZEK, M.; AGATA, F.D.; FERRUCCI, R.; HABAS, C.; S. KEULEN, S.; KIRKBY, K.C.; LEGGIO, M.; MARIËN, P.; MOLINARI, M.; MOULTON, E.; ORSI, L.; VAN OVERWALLE, F.; PAPADELIS, C.; PRIORI, A.; SACCHETTI, B.; D. J. SCHUTTER, D..J.; STYLIA, C.; VERHOEVEN, J. Consensus Paper: Cerebellum and Emotion. **Cerebellum**, v. 16, pp. 552–576, 2017.
- ALCÂNTARA, A.O. **Da política nacional do idoso ao estatuto do idoso: a difícil construção de um sistema de garantias de direitos da pessoa idosa**. In: ALCÂNTARA, A.O.; CAMARANO, A.A.; GIACOMIN, K.C. Política Nacional do Idoso: velhas e novas questões, cap.14, pp. 359-378, 2016.
- ARAMAKI, F. O., YASSUDA, M. S. Cognitive Training based on metamemory and mental images: Follow-up evaluation and booster training effects. **Dementia and Neuropsychology**, v.5, n.1, pp. 48-53, 2011.
- ANDERSEN, B. B.; GUNDERSEN, H. J. G.; PAKKENBERG, B. Aging of the Human Cerebellum: A Stereological Study. **The Journal of Comparative Neurology**, v. 466, pp. 356–365, 2003.
- BADDELEY, A. **Working memory**. Oxford, UK: Clarendon Press. 1986.
- BADDELEY, A. Exploring the central executive. **The Quarterly Journal of Experimental Psychology**, v. 49A, n.1, pp. 5-28, 1996.
- BADDELEY, A. Working memory: looking back and looking forward. **Nature reviews**, v. 4, pp. 829-839, 2003.
- BADDELEY, A. The episodic bufer: a new component of working memory? **Trends in Cognitive Sciences**, vol. 4, n. 11, pp. 417-423, November 2000.
- BAHAR-FUCHS, A.; CLARE, L.; WOODS, B. Cognitive training and cognitive rehabilitation for mild to moderate Alzheimer’s disease and vascular dementia. **The Cochrane Library**, v. 6, pp. 1-100, 2013.
- BALDAÇARA, L; BORGIO, J. G. F., MORAES, W. A. S.; LACERDA, A. L.T.; MONTAÑO, M. B. M. M.; TUFIK, S.; BRESSAN, R. A.; RAMOS, L. R.; JACKOWSKI, A.P. Cerebellar volume in patients with dementia. **Revista Brasileira de Psiquiatria**, v. 33, n. 2, jun. 2011.
- BAIER, B.; MÜLLER, N.G.; DIETERICH, M. What Part of the Cerebellum Contributes to a Visuospatial Working Memory Task? **Annals of neurology**, v. 76, pp. 754-757, nov, 2014.
- BARROSO, S.M.; JOSÉ HUMBERTO CURTIÇO JÚNIOR, J.H.C.; LOPES, D.G.; PEREIRA, F.E.; RUIZ, J.M. Treinamento cognitivo de idosos com uso de jogos eletrônicos: um estudo de caso. **Ciências & Cognição**, v. 23, n.1, pp. 043-053, mar, 2018.
- BASTANI, A.; JABERZADEH, S. a-tDCS differential modulation of corticospinal excitability: the effects of electrode size. **Brain Stimul**, v.6, n. 6, pp. 932-937, Nov, 2013.

BAYAT, M.; HOSSEINI, S.; SHAMSI, F.; NAMI, M. The Cognitive Face of Cerebellum; Implications for Extended Research. **Journal of Advanced Medical Sciences and Applied Technologies (JAMSAT)**, v. 2, n. 3, pp. 274-279, 2016.

BEIGNEUX, K.; PLAIE, T.; ISINGRINI, M. Aging effect on visual and spatial components of working memory. **International journal of aging and human development**, v. 65, n.4, pp. 301-314, 2007.

BERNARD, J.A.; SEIDLER, R. D. Moving Forward: Age Effects on the Cerebellum Underlie Cognitive and Motor Declines. **Neurosci Biobehav**, v.42, pp. 193-207, 2014.

BILLIG, J.D.; FINGER, I. Bilinguismo como potencial proteção contra o declínio da memória de trabalho no envelhecimento. **Signo**. Santa Cruz do Sul, v. 41, n. 71, p. 153-163, maio/ago. 2016.

BINDMAN, L. J.; LIPPOLD, O. C.; REDFEARN, J. W. The Action of Brief Polarizing Currents on the Cerebral Cortex of the Rat (1) during Current Flow and (2) in 96 the Production of Long-Lasting after-Effects. **J Physiol**, v.172, pp. 369-382, Aug, 1964

BOEHRINGER, A.; MACHER, K.; DUKART, J.; VILLRINGER, A.; PLEGER, B. Cerebellar Transcranial Direct Current Stimulation Modulates Verbal Working Memory. **Brain Stimulation**, v. 6, pp. 649-653, 2013.

BOGGIO, P. S. Efeitos da estimulação transcraniana por corrente contínua sobre memória operacional e controle motor, São Paulo, 2006. 123 p. Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Psicologia. Área de Concentração: Neurociências e Comportamento) – Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo.

BOGGIO, P. S.; FERRUCCI, R.; MAMELI, F.; MARTINS, D.; MARTINS, O.; VERGARI, M.; TADINI, L.; SCARPINI, E.; FELIPE FREGNI, F.; PRIORI, A. Prolonged visual memory enhancement after direct current stimulation in Alzheimer’s disease. **Brain Stimulation**, v. 5, pp. 223–30, 2012.

BOLKAN, SS.; STUJENSKE, JM; PARNAUDEAU, S.; SPELLMAN, TJ.; RAUFFENBART, C.; ABBAS, AI.; HARRIS AZ.; GORDON, JA.; KELLENDONK, C. Thalamic projections sustain prefrontal activity during working memory maintenance. **Nature Neuroscience**, v. 20, pp. 987–996, 2017

BORELLA, E.; CARRETTI, B.; SCIORE, R.; TACONNAT, L.; CORNOLDI, C.; DE BENI, R. Training Working Memory in Older Adults: Is There an Advantage of Using Strategies? **Psychology and Aging**, v. 32, n. 2, pp. 178–191, 2017.

BOURSCHEID, F.R.; MOTHES, L.; IRIGARAY, T.Q. Memória em idoso: relação entre percepção subjetiva e desempenho em testes objetivos. **Estudos de Psicologia I Campinas**, v. 33, n.1, pp. 151-159, janeiro /março, 2016.

BRISSENDEN, J. A., TOBYNE, S. M., OSHER, D. E., LEVIN, E. J., HALKO, M. A., & SOMERS, D. C. Topographic Cortico-cerebellar Networks Revealed by Visual Attention and Working Memory. **Current Biolog**, v. 28, pp. 1–9 Nov , 2018.

BRUNONI, A. R.; AMADERA, J.; BERBEL, B.; VOLZ, M. S.; RIZZERIO, B. G.; FREGNI, F. A systematic review on reporting and assessment of adverse effects associated with transcranial direct current stimulation. **Int J Neuropsychopharmacol**, v.14, n.8, pp.1133-1145, Set, 2011.

BRUNONI, A. R.; NITSCHKE, M. A.; BOLOGNINI, N.; BIKSON, M.; WAGNER, T.; MERABET, L.; EDWARDS, D. J.; VALERO-CABRE, A.; ROTENBERG, A.; PASCUAL-LEONE, A.; FERRUCCI, R.; PRIORI, A.; BOGGIO, P. S.; FREGNI, F. Clinical research with transcranial direct current stimulation (tDCS): challenges and future directions. **Brain Stimul**, v. 5, n.3, pp. 175-195, Jul, 2012.

BRUNONI, A.R.; PINHEIRO, F.S.; BOGGIO, P.S. **Estimulação Transcraniana por corrente contínua**. In: FREGNI, F.; BOGGIO, P.; BRUNONI, A. Neuromodulação terapêutica. São Paulo: Sarvier, cap.5, pp. 65-75, 2012.

BUCKNER, R.L; KRIENEN, F.M.; CASTELLANOS, A.; DIAZ, J.C.; YEO, B.T. The organization of the human cerebellum estimated by intrinsic functional connectivity. **Journal of neurophysiology**. v. 106, pp. 2322-2345, 2011.

BUGALHO, P; CORREA, B; VIANA-BAPTISTA, M. Papel do cerebelo nas funções cognitivas e comportamentais: Bases Científicas e Modelos de Estudo. **Acta Médica Portuguesa**, v. 19, pp. 257-268, 2006.

CARVALHO, F.C.R.; NERI, A.L.; YASSUDA. M.S. Treino de Memória Episódica com Ênfase em Categorização para Idosos sem Demência e Depressão. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v.23, n.2, pp. 317-323, 2010.

CAUMO, W. Segurança no uso da neuromodulação. In: FREGNI, F.; BOGGIO, P.; BRUNONI, A. Neuromodulação terapêutica. São Paulo: Sarvier, cap. 3, pp. 30-49, 2012.

CHAI, W.J.; HAMID, A.I.; ABDULLAH, J.M. Working Memory From the Psychological and Neurosciences Perspectives: A Review. **Frontiers in Psychology**, v.9, n. 401, 2018.

CHARIGLIONE, I.P.F. A influência de diferentes tipos de treino cognitivo na memória de idosos institucionalizados. 2010. 85f. Dissertação (Mestrado em Psicologia)- Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

CHARIGLIONE, I.P.F.; JANCZURA, G.A. Contribuições de um treino cognitivo para a memória de idosos institucionalizados. **Psico-USF**, v. 18, pp. 13-22, 2013.

CORSO, H.V.; CROMLEY, J.G.; SPERB, T.; SALLES, J.F. Modeling the relationship among reading comprehension, Intelligence, Socioeconomic Status, and Neuropsychological Functions: The Mediating Role of Executive Functions. **Psychology & Neuroscience**, v.9, n. 1, pp. 32-45, 2016.

CRETAZ, E. Efeitos adversos e segurança da estimulação transcraniana por corrente contínua. In: BRUNONI, A.R. Princípios e Práticas do uso da Neuromodulação não invasiva em psiquiatria. Porto Alegre: Artmed, cap. 9, pp. 145- 152, 2017.

DAMIANI, D. ; GONÇALVES, V.P; KUHL, L.; ALOI, P.H.; NASCIMENTO, A.M.

Aspectos neurofuncionais do cerebelo: o fim de um dogma. **Arquivos Brasileiros de Neurocirurgia**, v. 35, n. 1, pp. 39-44, 2016.

DELL'OSSO, B.; CINNANTE, C.; DI GIORGIO, A.; CREMASCHI, L.; PALAZZO, M. C.; CRISTOFFANINI, M.; FAZIO, L.; DOBREA, C.; AVIGNONE, S.; TRIULZI, F.; BERTOLINO, A.; ALTAMURA, A. C. Altered prefrontal cortex activity during working memory task in Bipolar Disorder: A functional Magnetic Resonance Imaging study in euthymic bipolar I and II patients. **J Affect Disord**, v.184, pp. 116-122, Sep, 2015.

DE SMET, H. J.; PAQUIER, P.; VERHOEVEN, J.; MARIËN, P. The cerebellum: Its role in language and related cognitive and affective functions. **Brain & Language**, v, 127, n.3, pp. 334-342, 2013.

DIMA, D.; JOGIA, J.; FRANGOU, S. Dynamic Causal Modeling of Load-Dependent Modulation of Effective Connectivity Within the Verbal Working Memory Network. **Human Brain Mapping**, v. 35, pp. 3025–3035, 2014.

DIAS, M. S.; LIMA, R. M. Estimulação cognitiva por meio de atividades físicas em idosas: Examinando uma proposta de intervenção. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, v.15, n.2, pp. 325-334, 2012.

DOLAN, R. J.; BENCH, C. J.; LIDDLE, P. F.; FRISTON, K. J.; FRITH, C. D.; GRASBY, P. M.; FRACKOWIAK, R. S. Dorsolateral prefrontal cortex dysfunction in the major psychoses; symptom or disease specificity? **J Neurol Neurosurg Psychiatry**, v. 56, n. 12, pp. 1290-1294, Dec, 1993.

DUDAI, Y.; KARNI, A.; BORN, J. The Consolidation and Transformation of Memory. **Neuron**, v. 88, pp. 20-32, October, 2015.

DUM, RP.; STRICK PL. An unfolded map of the cerebellar dentate nucleus and its projections to the cerebral cortex. **J. Neurophysiol**, v.89, pp. 634-639, 2003.

DUNDAS, J.E.; THICKBROOM, G.W.; MASTAGLIA, F.L. Perception of comfort during transcranial DC stimulation: Effect of NaCl solution concentration applied to sponge electrodes. **Clinical Neurophysiology**, v.118, pp.1166–1170, 2007.

FERRUCCI, R.; MARCEGLIA, S.; VERGARI, M.; COGIAMANIAN, F.; MRAKIC-SPOSTA, S.; MAMELI, F.; ZAGO, S.; BARBIERI, S.; PRIORI, A. Cerebellar transcranial direct current stimulation impairs the practice-dependent proficiency increase in working memory. **Journal Cognitive Neuroscience**, v. 20, n. 9, pp. 1687-1697, Sep, 2008.

FERRUCCI, R.; BRUNONI, A. R.; PARAZZINI, M.; VERGARI, M.; ROSSI, E.; FUMAGALLI, M.; MAMELI, F.; ROSA, M.; GIANNICOLA, G.; ZAGO, S.; PRIORI, A. Modulating human procedural learning by cerebellar transcranial direct current stimulation. **Cerebellum**, 12, 4, 485-492, Aug, 2013.

FERRUCCI, R.; GIANNICOLA, G.; ROSA, M.; FUMAGALLI, M.; BOGGIO, P.S.; HALLETT, M.; ZAGO, S.; PRIORI, A. Cerebellum and processing of negative facial emotions: Cerebellar transcranial DC stimulation specifically enhances the emotional recognition of facial anger and sadness. **Cognition & Emotion**, v. 26, n.5, pp. 786-799, 2012.

FERRUCCI, R.; CORTESE, F.; PRIORI, A. Cerebellar tDCS: how to do it. **Cerebellum**, v. 14, n.1, pp. 27-30, Feb, 2015.

FERRUCCI, R.; PRIORI, A. **Noninvasive stimulation**. In: MANTO, M.; HUISMAN, T. A.G.M. Handbook of Clinical Neurology, The Cerebellum: Disorders and Treatment, v.155 (3rd series), cap.26, pp. 393-405, 2018.

FIGUEIREDO, V.L.M.; NASCIMENTO, E. Desempenhos nas Duas Tarefas do Subteste Dígitos do WISC-III e do WAIS-III. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 23 n. 3, pp. 313-318, Jul-Set 2007.

FRANK E, WILFURTH S, LANDGREBE M, EICHHAMMER P, HAJAK G, LANGGUTH B. Anodal skin lesions after treatment with transcranial direct current stimulation. **Brain Stimul**, v.3, n.1, pp. 58-59, jan, 2010.

GABRIEL, R.; MORAIS, J.; KOLINSKY, R. A aprendizagem da leitura e suas implicações sobre a memória e a cognição. **Ilha do Desterro**, v. 69, nº1, pp. 061-078, Florianópolis, jan/abr, 2016.

GALEA, J. M.; JAYARAM, G.; AJAGBE, L.; CELNIK, P. Modulation of cerebellar excitability by polarity-specific noninvasive direct current stimulation. **J Neurosci**, v. 29, n. 28, pp. 9115-9122, Jul 15, 2009.

GARCIA, A.M.; ABREVAVA, S.; KOZONO, G.; CORDERO, I.G.; CÓRDOCA, M.; KAUFFMAN, M.A.; PAUTASSI, R.; MUÑOZ, E.; SEDEÑO, L.; IBÁÑEZ, A. The cerebellum and embodied semantics: evidence from a case of genetic ataxia due to STUB1 mutations. **J Med Genet**, v.54, n.2, pp.114-124, 2017.

GELLERSEN, H. M., GUO, C. C., O'CALLAGHAN, C., TAN, R. H., SAMI, S., & HORNBERGER, M. Cerebellar atrophy in neurodegeneration-a meta-analysis. **Journal of neurology, neurosurgery and psychiatry**, v.88, n.9, pp. 780-788, 2017.

GILLICK, B. T.; ZIRPEL, L. Neuroplasticity: an appreciation from synapse to system. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 93, n.10, pp.1846-1855, Oct, 2012.

GOFFAUX P.; PHILLIPS NA.; SINAI M.; PUSHKAR, D. Neurophysiological measures of task-set switching: Effects of working memory and aging. **The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences**, v.63, pp. 57–66, 2008.

GOLINO, M.T.S.; FLORES-MENDOZA, C.E. Desenvolvimento de um programa de treino cognitivo para idosos. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 5, pp. 769-785, 2016.

GRIMALDI, G.; ARGYROPOULOS, G. P.; BOEHRINGER, A.; CELNIK, P.; EDWARDS, M. J.; FERRUCCI, R.; GALEA, J. M.; GROISS, S. J.; HIRAOKA, K.; KASSAVETIS, P.; LESAGE, E.; MANTO, M.; MIAL, R. C.; PRIORI, A.; SADNICKA, A.; UGAWA, Y.; ZIEMANN, U. Non-invasive cerebellar stimulation--a consensus paper. **Cerebellum**, v.13, n. 1, pp. 121-138, fev. 2014.

GRIMALDI, G.; ARGYROPOULOS, G. P.; BASTIAN, A.; CORTES, M.; DAVIS, N. J.;

EDWARDS, D. J.; FERRUCCI, R.; FREGNI, F.; GALEA, J. M.; HAMADA, M.; MANTO, M.; MIAL, R. C.; MORALES-QUEZADA, L.; POPE, P. A.; PRIORI, A.; ROTHWELL, J.; TOMLINSON, S. P.; CELNIK, P. Cerebellar Transcranial Direct Current Stimulation (ctDCS): A Novel Approach to Understanding Cerebellar Function in Health and Disease. **Neuroscientist**, v.22, n. 1, pp. 83-97, Feb, 2016.

GRIVOL, M.A.; HAGE, S.R.V. Memória de trabalho fonológica: estudo comparativo entre diferentes faixas etárias. **Jornal da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia**, v. 23, n.3, pp. 245-51, 2011.

GUELL, X.; GABRIELI, J. D.E.; SCHMAHMANN, J.D. Triple representation of language, working memory, social and emotion processing in the cerebellum: convergent evidence from task and seed-based resting-state fmri analyses in a single large cohort. **Neuroimage**, v. 172, pp. 437-449, maio, 2018a.

GUELL, X.; GABRIELI, J. D.E.; SCHMAHMANN, J.D. Embodied cognition and the cerebellum: perspectives from the dysmetria of thought and the universal cerebellar transform theories. **Cortex**, v. 100, pp. 140-148, 2018b.

GUELL, X.; SCHMAHMANN, J.D.; GABRIELI, J.; GHOSH, S.S. Functional gradients of the cerebellum. **eLife Research article**, v. 7, pp. 1-22, 2018.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E.; GUYTON, A. C. **Tratado de fisiologia médica**. Elsevier Brasil, 2006.

HEINZEL, S.; SCHULTE, S.; ONKEN, J.; DUONG, O.L.; THOMAS G. RIEMER, T.G.; HEINZ, A.; KATHMANN, H.; RAPP, M.A. Working memory training improvements and gains in non-trained cognitive tasks in young and older adults. **Aging, Neuropsychology and Cognition: A Journal on Normal and Dysfunctional Development**, v.21, n. 2, pp. 146-173, 2014.

HERITIER, S.R.; GEBSKI, V.J.; KEECH, A.C. Inclusion of patients in clinical trial analysis: the intention-to-treat principle. **The Medical Journal of Australia**, v.129, n.8, pp. 438-440, out, 2003.

HOCHE, F.; GUELL, X.; SHERMAN, J. C.; VANGEL, M. G.; SCHMAHMANN, J. D. Cerebellar Contribution to Social Cognition. **Cerebellum**, v. 15, pp. 732–743, nov, 2016.

HOOGENDAM, Y. Y.; VAN DER GEEST, J. N.; VAN DER LIJN, F.; VAN DER LUGT, A.; NIESSEN, W. J.; KRESTIN, G. P.; HOFMAN, A.; VERNOOIJ, M. W.; BRETELERA, M.M.B.; M. ARFAN IKRAM. Determinants of cerebellar and cerebral volume in the general elderly population. **Neurobiology of Aging**, v. 33, pp. 2774–2781, 2012.

HORVATH, J. C.; CARTER, O.; FORTE, J. D. Transcranial direct current stimulation: five important issues we aren't discussing (but probably should be). **Front Syst Neurosci**, v.8, n.2, pp. 1-8, 2014.

IRIGARAY, T.Q; GOMES, I; SCHNEIDER, R.H. Efeitos de um treino de atenção, memória e funções executivas na cognição de idosos saudáveis. **Psicol. Reflex. Crit.**, Porto Alegre, v.

25, n. 1, pp. 182-187, 2012 .

IRIGARAY, T.Q.; SCHNEIDER, R.H.; GOMES, I. Efeitos de um Treino Cognitivo na Qualidade de Vida e no Bem-Estar Psicológico de Idosos. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v.24, n.4, pp. 810-818, 2011.

ITO, M. **The cerebellum : brain for an implicit self**. New Jersey, USA: Pearson Education, Inc., 2012.

IVANOVA, M.V.; DRAGOY, O.V.; KUPTSOVA, S.V.; ULICHEVA, A.S.; LAURINAVICHYUTE, A.K. The contribution of working memory to language comprehension: differential effect of aphasia type. **Aphasiology**, v.24, pp. 645-664, 2014.

IZQUIERDO, I; MEDINA, J.H. Memory Formation: The Sequence of Biochemical Events in the Hippocampus and Its Connection to Activity in Other Brain Structures. **Neurobiology of learning and memory**, v. 68, pp. 285-316, 1997.

IZQUIERDO, I.; BEVILAQUA, L.R.M.; ROSSATO, J.I.R.; BONINI, J.S.; MEDINA, J.H.; CAMMAROTA, M. Different molecular cascades in different sites of the brain control memory consolidation. **Trends in Neurosciences**, v.29, n.9, pp. 496-505, 2006.

IZQUIERDO, I. **Memória** [recurso eletrônico] / Iván Izquierdo. – 2. ed. rev. e ampl. – Porto Alegre : Artmed, 2014.

KELLY, R. M.; STRICK, P. L. Cerebellar loops with motor cortex and prefrontal cortex of a nonhuman primate. **J Neurosci**, v.23, n. 23, pp. 8432-8444, Sep, 2003.

KIM, C., KROGER, J. K., CALHOUN, V. D., AND CLARK, V. P. The role of the frontopolar cortex in manipulation of integrated information in working memory. **Neurosci. Lett**, v. 595, pp. 25–29, 2015.

KOCH, G. Repetitive transcranial magnetic stimulation: a tool for human cerebellar plasticity. **Funct Neurol**, v. 25, n. 3, pp. 159-163, Jul-Sep, 2010.

KOPPELMANS, V.; HIRSIGER, S.; MERILLAT, S.; JANCKE, L.; SEIDLER, R. D. Cerebellar Gray and White Matter Volume and Their Relation With Age and Manual Motor Performance in Healthy Older Adults. **Human Brain Mapping**, v. 36, pp. 2352–2363, 2015.

KOZIOL, L.F.; BUDDING, D.; ANDREASEN, N.; D'ARRIGO, S.; BULGHERONI, S.; IMAMIZU, H.; ITO, M.; MANTO, M.; MARVEL, C.; PARKER, K.; PEZZULO, G.; RAMNANI, N.; RIVA, D.; SCHMAHMANN, J.; VANDERVERT, L.; YAMAZAKI, T. Consensus paper: the cerebellum's role in movement and cognition. **Cerebellum**, v. 13, pp. 151–177, 2014.

KUEIDER, A.M.; PARISI, J.M.; GROSS, A.L.; REBOK, G.W. Computerized Cognitive Training with Older Adults: A Systematic Review. **PLoS ONE**, v.7, n.7, e40588, jul, 2012.

KUFFEL, A.; EIKELMANN, S.; TERFEHR, K.; MAU, G.; KUEHL, L.K.; OTTE, C.; LO"WE, B.; SPITZER, C.; WINGENFELD, K. Noradrenergic blockade and memory in patients with major depression and healthy participants. **Psychoneuroendocrinology**, v. 40,

pp. 86-90, 2014.

KÜPER, M.; P. KASCHANI, P.; THÜRLING, M.; M. R. STEFANESCU, M.R.; BURCIU, R.G.; GÖRICKE, S.; MADERWALD, S.; M. E. LADD, M.E.; H. HAUTZEL, H.; TIMMANN, D. Cerebellar fMRI Activation Increases with Increasing Working Memory Demands. **The Cerebellum**, v.15, n.3, pp. 322-335, jun, 2015.

JIMURA, K., CHUSHAK, M. S., WESTBROOK, A., AND BRAVER, T. S. Intertemporal decision-making involves prefrontal control mechanisms associated with working memory. **Cereb. Cortex**, v. 28, n.8, pp. 1105-1116, 2017.

JOST, K.; BRYCK, R.L.; VOGEL, E.K.; MAYR, U. Are Old Adults Just Like Low Working Memory Young Adults? Filtering Efficiency and Age Differences in Visual Working Memory. **Cerebral Cortex**, v. 21, n. 5, mai, 2011.

JÚNIOR, C.A.M.; FARIA, N.C. Memória. **Psicologia Reflexão e Crítica**, v. 28, n.4, pp. 780-788, 2015.

LAMETTI, D.R.; WIJDENES, L.O.; BONAIUTO, J.; BESTMANN, S.; ROTHWELL, J.C. Cerebellar tDCS dissociates the timing of perceptual decisions from perceptual change in speech. **Journal of Neurophysiology**, v. 116, n. 5, 2023-2032, 2016.

LIMA-SILVA, T. B.; ORDONEZ, T.N.; SANTOS, G.D.; FABRÍCIO, A.T.; ARAMAKI, F.O.; ALMEIDA, E.B.VIANNA-PAULO, D.L.; MALAGUTTI, M.P.; VALENTE-OLIVEIRA, A.C.; IWASAKI, A. SOUZA, G.S.; YASSUDA, M.S. Effects of cognitive training based on metamemory and mental images. **Dementia and Neuropsychology**, v.4, n.2, pp. 114-119, 2010.

LIMA-SILVA, T. B.; YASSUDA, M.S. Treino cognitivo e intervenção psicoeducativa para indivíduos hipertensos: Efeitos na cognição. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 25, n.1, pp.30-40, 2011.

LISBERGER, S.G.; THACH, T. **Cerebelo**. In: KANDEL, E.R.; SCHWARTZ, J.H.; JESSEL, T.M.; SIEGELBAUM, S.A.; HUDSPETH, A.J. Princípios de neurociências. 5 ed. AMGH editora. Porto Alegre. cap 42. pp. 833- 850, 2014.

LOPES, R.M.F; BASTOS, A.S.; ARGIMON, I.L. Treino das Funções Executivas em Idosos: Revisão. Cuadernos de Neuropsicología Panamerican Journal of Neuropsychology, v.11, n.1, 2017.

LOO, C.K.; MARTIN, D.M.; ALONZO, A.; GANDEVIA, S.; P. B. MITCHELL, P.B.; SACHDEV, P. Avoiding skin burns with transcranial direct current stimulation: preliminary considerations. *International Journal of Neuropsychopharmacology*, v. 14, n. 3, pp. 425-426, abr, 2011.

LUCCIA, G.C.P.; BUENO, O.F.A.; SANTOS, R.F. Recordação livre de palavras e memória operacional em idosos. **Distúrbios da Comunicação**, v.17, n.3, pp. 347-358, dez, 2005.

MACHER, K., BÖHRINGER, A., VILLRINGER, A.; PLEGER, B. Cerebellar-Parietal Connections Underpin Phonological Storage. **J.Neurosci**, v. 34, pp. 5029–5037, 2014.

- MANNARELLI, D.; PAULETTI, C.; DE LUCIA, M.C.; CHIAIE, R.D.; BERSANI, F.S.; SPAGNOLI, F.; MINICHINO, A.; CURRÀ, A.; TROMPETTO, C.; FATTAPPOSTA, F. Effects of cerebellar transcranial direct current stimulation on attentional processing of the stimulus: Evidence from an event-related potentials study. *Neuropsychologia*, v.84, pp. 127-135, abr, 2016.
- MARTIN, J. H. **Neuroanatomia - Texto e Atlas**. 4ª. ARTMED, 2013.
- MATTOS, P; JÚNIOR, C.M. **Avaliação Cognitiva de Idosos, envelhecimento e comprometimento cognitivo leve**. In: MALLOY-DINIZ, L.F; FUENTES, D; MATTOS, P; Neander, A. *Avaliação Neuropsicológica*. Cap: 22, pp. 248-250. 2010.
- MARVEL, C.L; DESMOND, J.E. The Contributions of Cerebro-Cerebellar Circuitry to Executive Verbal Working Memory. *Cortex*, v. 46, n.7, p. 880–895, 2010.
- MASEDA, A.; MILLA ´N-CALENTI, J.C.; LORENZO-LO ´PEZ, L.; NU ´ÑEZ-NAVEIRA, L. Efficacy of a computerized cognitive training application for older adults with and without memory impairments. *Aging Clin Exp Res*, v. 25, pp. 411-419, jun, 2013.
- MCGAUGH,J.L. Memory- a Century of Consolidation. *Science*, v. 287, n. 5451, pp. 248-241, 2000.
- MELO, L.F. Efeitos das estimulações cerebelares não invasivas no aprendizado motor e equilíbrio de indivíduos saudáveis. 166f. Dissertação (Mestrado em fisioterapia)- Universidade Federal de Pernambuco, CCS. Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia. Recife, 2016.
- MIALL, R. C.; WEIR, D. J.; WOLPERT, D. M.; STEIN, J. F. Is the cerebellum a smith predictor? *J Mot Behav*, v.25, n.3, p. 203-216, Set, 1993.
- MINICHINO, A.; BERSANI, F.S.; BERNABEI, L.; SPAGNOLI, F.; VERGNANI, L.; CORRADO, A.; TADDEI, I.; BIONDI, M.; CHIAIE, R.D. Prefronto–cerebellar transcranial direct current stimulation improves visuospatial memory, executive functions, and neurological soft signs in patients with euthymic bipolar disorder. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, v. 11, pp. 2265–2270, 2015.
- MONTE-SILVA, K.; BAPTISTA, A. F.; BALTAR, A. **Estimulação transcraniana por corrente contínua**. In: BRUNONI, A.R. *Princípios e Práticas do uso da Neuromodulação não invasiva em psiquiatria*. Porto Alegre: Artmed, cap. 7, pp. 117- 138, 2017.
- MOORE, A. B., LI, Z., TYNER, C. E., HU, X., CROSSON, B. Bilateral basal ganglia activity in verbal working memory. *Brain Lang*, v. 125, pp. 316–323, 2013.
- MORANDO, E. M. G.; SCHMITT, J. C.; FERREIRA, M. E. C. Treino de memória em idosos saudáveis: uma revisão da literatura *International Journal of Developmental and Educational Psychology (BARCELONA)*, v. 1, p. 293-310, 2018.
- MURTY, V. P., SAMBATARO, F., RADULESCU, E., ALTAMURA, M., IUDICELLO, J., ZOLTICK, B., WEINBERGER, DR.; GOLDBERG, TE.; MATTAY, VS. Selective updating

of working memory content modulates mesocortico- striatal activity. **Neuroimage**, v. 57, pp.1264–1272, 2011.

MYERSON, J.; EMERY, L.; WHITE, D.A.; HALE, S. Effects of Age, Domain, and Processing Demands on Memory Span: Evidence for Differential Decline. **Aging Neuropsychology and Cognition**, v. 10, n. 1, pp. 20–27, 2003.

NASREDDINE, Z., PHILLIPS, N.A., & BEDIRIAN, V. The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: A brief screening tool for mild cognitive impairment. **J Am Geriatr Soc**, v.53, n.4, pp. 695-699, 2005.

NASCIMENTO, E. Mudanças estruturais incluídas no WAIS-III: três novos subtestes e quatro Índices fatoriais, **Psico-USF**, v.7, n.1, p. 53-58 Jan./Jun. 2002.

NARO, A.; LEO, A.; RUSSO, M.; CANNAVO, A.; MILARDI, D.; BRAMANTI, P.; CALABRO, R. S. Does Transcranial Alternating Current Stimulation Induce Cerebellum Plasticity? Feasibility, Safety and Efficacy of a Novel Electrophysiological Approach. **Brain Stimul**, v. 9, n. 3, pp. 388-395, Mai-Jun, 2016.

NETTO, T.M.; GRECA, D.G.; ZIMMERMANN, N.; DE OLIVEIRA, C.R.; LEITE, H.M.T.; FONSECA, R.P.; LANDEIRA-FERNANDEZ, J. Efeito de um Programa de Treinamento da Memória de Trabalho em Adultos Idosos. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 26, n.1, pp. 122-135, 2013.

NITSCHKE, M. A.; PAULUS, W. Excitability changes induced in the human motor cortex by weak transcranial direct current stimulation. **J Physiol**, v. 527 Pt 3, pp. 633-639, Set 15, 2000.

NITSCHKE, M. A.; LIEBETANZ, D.; ANTAL, A.; LANG, N.; TERGAU, F.; PAULUS, W. Modulation of cortical excitability by weak direct current stimulation--technical, safety and functional aspects. **Suppl Clin Neurophysiol**, v. 56, pp. 255-276, 2003a.

NITSCHKE MA, LIEBETANZ D, LANG N, ANTAL A, TERGAU F, PAULUS W. Safety criteria for transcranial direct current stimulation (tDCS) in humans. **Clinical Neurophysiology**, v. 114, n.11, pp. 2220–2222, 2003b.

NITSCHKE, M. A.; COHEN, L. G.; WASSERMANN, E. M.; PRIORI, A.; LANG, N.; ANTAL, A.; PAULUS, W.; HUMMEL, F.; BOGGIO, P. S.; FREGNI, F.; PASCUAL-LEONE, A. Transcranial direct current stimulation: State of the art 2008. **Brain Stimul**, v.1, n. 3, pp. 206-223, Jul, 2008.

NOUCHI, R., TAKI, Y., TAKEUCHI, H., HASHIZUME H., AKITSUKI Y., SHIGEMUNE, Y., SEKIGUCHI, A., KOTOZAKI, Y., TSUKIURA, T., YOMOGIDA, Y., KAWASHIMA, R. Brain training game improves executive functions and processing speed in the elderly: A randomized controlled trial. **PLoS ONE**, v.7, n.1, e29676, 2012.

NUNES, C. A.N. Impacto de um Programa de Treino Cognitivo em Idosos Institucionalizados. 2017. 105f. Tese (Doutorado em enfermagem) – Instituto Politécnico de Bragança: escola superior de saúde. Bragança. 2017.

- OLIVEIRA, T. C., G., SOARES, F. C., MACEDO, L. D. D., WANDERLEY, D. L., DINIZ, P., BENTO-TORRES, N. V. O., & PICANÇO-DINIZ, C. W. Beneficial effects of multisensory and cognitive stimulation on age-related cognitive decline in long-term-care institutions. **Clinical Interventions in Aging**, v.14, n.9, pp. 309-321, 2014.
- OKANO, A.H, MONTENEGRO, R.A, FARINATTI P DE TV, LI, L.M, BRUNONI, A.R, FONTES, E.B. Estimulação cerebral na promoção da saúde e melhoria do desempenho físico. **Rev Bras Educ Fís Esporte**, v. 27, n.2, pp. 315-332, 2013.
- OSAKA, M.; OSAKA, N.; KONDO, H.; MORISHITA, M.; FUKUYAMA, H.; ASO, T.; SHIBASAKI, H. The neural basis of individual differences in working memory capacity: an fMRI study. **Neuroimage**, v.18, pp. 789–797, 2003.
- OWEN, A.M.; MCMILLAN, K.M.; ANGELA R. LAIRD, A.R.; BULLMORE, E. N-Back Working Memory Paradigm: A Meta-Analysis of Normative Functional Neuroimaging Studies. **Human Brain Mapping**, v. 25, pp. 46 –59, 2005.
- PALM, U.; KEESER, D.; SCHILLER, C.; FINTESCU, Z.; NITSCHKE, M.; REISINGER, E.; PADBERG, F. Skin lesions after treatment with transcranial direct current stimulation (tDCS). **Brain Stimul**, v.1, n.4, pp. 386-387, Out, 2008.
- PASCUAL-LEONE, A.; WAGNER, T. A Brief Summary of the History of Noninvasive Brain Stimulation. **Supplemental Material: Annu. Rev. Biomed. Eng.**, v9, pp. 527-565, 2007.
- PASSOS, S.M. **Memória de trabalho**. Disponível em: <<https://psicosol.com/memoria-de-trabalho/>> Acesso em: 26 de novembro de 2018.
- PAULRAJ, S.R.; SCHENDEL, K.; CURRAN, B.; DRONKERS, N.F.; BALDO, J.V. Role of the left hemisphere in visuospatial working memory. **Journal of Neurolinguistics**, v.48, pp.133-141, 2018.
- PAULO, D. L. V.; YASSUDA, M. S. Elderly individuals with diabetes: Adding cognitive training to psychoeducational intervention. **Educational Gerontology**, v. 38, n.4, pp. 257-270, 2012.
- PICAZIO, S.; GRANATA, C; CARLO CALTAGIRONE, C.; PETROSINI, L.; OLIVERI, M. Shaping pseudoneglect with transcranial cerebellar direct current stimulation and music listening. **Frontiers in Human**, v, 9, n, 158, pp. 1-9, 2015.
- POPE, P.A.; MIALL, R.C. Task-specific facilitation of cognition by cathodal transcranial direct current stimulation of the cerebellum. **Brain Stimulation**, v. 5, pp. 84-94, 2012.
- POPE, P.A. Modulating Cognition Using Transcranial Direct Current Stimulation of the Cerebellum. **Journal of Visualized Experiments**, v. 96, pp. 1-9, fev, 2015.
- POREISZ, C.; BOROS, K.; ANTAL, A.; PAULUS, W. Safety aspects of transcranial direct current stimulation concerning healthy subjects and patients. **Brain Res Bull**, v. 72, n. 4-6, pp. 208-214, mai, 2007.

PRIORI, A. Brain polarization in humans: a reappraisal of an old tool for prolonged non-invasive modulation of brain excitability. **Clinical Neurophysiology**, v.114, pp. 589–595, 2003.

PURVES, D.; AUGUSTINE, G. J.; FITZPATRICK, D.; HALL, W. C.; LAMANTIA, A.-S.; MCNAMARA, J. O.; WILLIAMS, S. M. **Neuroscience: Third Edition**. Massachusetts, U.S.A.: Sinauer Associates, Inc., 2004

RAHIMI-BALAEI, M.; AFSHARINEZHAD, P.; BAILEY, K.; BUCHOK, M.; YEGANEH, B.; MARZBAN, H. Embryonic stages in cerebellar afferent development. **Cerebellum Ataxias**, v. 2, n. 7, 2015.

RAMOS, A.S.F. Dados recentes da Neurociência fundamentam o método “Brain-Based Learning”. **Rev. Psicopedagogia**, v. 31, n. 96, pp. 263-274, 2014.

RAMOS, D.K.; ROCHA, N.L. Avaliação do uso de jogos eletrônicos para o aprimoramento das funções executivas no contexto escolar. **Rev. Psicopedagogia**, v.33, n.101, pp.133-143, 2016.

ROOSTAEI, T; NAZERI, A; SAHRAIAN, M.; MINAGAR, A. The Human Cerebellum: A Review of Physiologic Neuroanatomy. **Neurol Clin**, v. 32, p. 859–869, 2014.  
ROGALSKY, C.; MATCHIN, W.; HICKOK, G. Broca’s area, sentence comprehension, and working memory: an fMRI study. **Frontiers in humans neuroscience**, v. 2, n.14, 2008.

RICHMOND, L.L.; MORRISON, A.B.; CHEIN, J.M.; OLSON, I.R. Working Memory Training and Transfer in Older Adults. *Psychology and Aging*, v. 26, N. 4, pp. 813– 822, dez, 2011.

RUGGIERO, R.N.; BUENO-JÚNIOR, L.S.; DE ROSS, J.B.; FACHIM, H.A.; PADOVAN-NETO, F.E.; MERLO, S.; ROHNER, C.J.S.; IKEDA, E.T.; BRUSCO, J.; MOREIRA, J.E. Neurotransmissão glutamatérgica e plasticidade sináptica: aspectos moleculares, clínicos e filogenéticos. *Medicina (Ribeirão Preto. Online)*, v. 44, n.2, pp. 143-56, 2011.

SADOWSKI, B. Plasticity of the Cortical Motor System. **Journal of Human Kinetics**, v. 20, pp. 5-21, 2008.

SALA, G.; AKSAYLI, N.D.; TATLIDIL, K.S.; TATSUMI, T.; GONDO, Y.; GOBET, F. Near and far transfer in cognitive training: a second-order meta-analysis. **PsyArXiv**, v. 26, jun, 2018.

SANTOS, M.T.; FLORES-MENDOZA, C. E. Treino Cognitivo para Idosos: Uma Revisão Sistemática dos Estudos Nacionais. **Psico-USF**, Bragança Paulista, v. 22, n. 2, p. 337-349, mai./ago, 2017.

SAYLIK, R.; RAMAN, E.; SZAMEITA, A.J. Sex Differences in Emotion Recognition and Working Memory Tasks. **Frontiers in Psychology**, v.9, pp. 1-9, jun, 2018.

SCHUTTER, D.J.L.G.; ENTER, D.; HOPPENBROUWERS, S.S. High-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation to the cerebellum and implicit processing of happy facial expressions. **Rev Psychiatr Neurosci**, v. 34, n.1, 2009.

SCHMAHMANN, J.D.; WEILBURG, J. B.; SHERMAN, J.C. The neuropsychiatry of the cerebellum – insights from the clinic. **The Cerebellum.**, v. 6, pp. 254–267, 2007.

SCHMAHMANN, J.D. The Cerebellum and Cognition. **Neuroscience Letters.** 2018.

SCHUTTER, D.J.L.G.; ENTER, D.; HOPPENBROUWERS, S.S. High-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation to the cerebellum and implicit processing of happy facial expressions. **Rev Psychiatr Neurosci** , v. 34, n.1, 2009.

SIEGELBAUN, S. A.; KANDEL, E. R. Córtex pré-frontal, hipocampo e biologia do armazenamento da memória explícita. In: KANDEL, E.R, SCHWARTZ, J.; JESSELL, T.M.; SIEGELBAUM, S.; HUDSPETH, A.J. Ed. **Princípios de Neurociências 5ª edição.** Porto Alegre. Artmed, p.1297-1326, 2014.

SHERMAN, C.; GRIFFITH, P.; REYNOLDS, L. O envelhecimento bem sucedido e o seu cérebro. **The Dana Foundation**, 2017. Disponível em [/www.dana.org/uploadedFiles/Publication\\_and\\_Multimedia/Staying\\_Sharp/Successful\\_Aging\\_Portuguese.pdf&gt](http://www.dana.org/uploadedFiles/Publication_and_Multimedia/Staying_Sharp/Successful_Aging_Portuguese.pdf&gt). Acessado em 9 de janeiro de 2019.

SHIOZAWA,P.; MAILU ENOKIBARA DA SILVA, M.E.; RAZA, R.; UCHIDA, R.R.; CORDEIRO, Q.; FREGNI, F.; BRUNONI, A.R. Safety of Repeated Transcranial Direct Current Stimulation in Impaired Skin (Case report). **Journal of ECT**, v. 29, n. 2, jun, 2013.

STIERNSTRÖMER, E.S.; WOLGAST, M.; JOHANSSON, M. Effects of facial expression on working memory. **International Journal of Psychology**, v. 51, n.4,:312-317, agost, 2015.

DA SILVA, A.F.; VOLZ, M.S.; BIKSON, M.; FREGNI, F. Electrode Positioning and Montage in Transcranial Direct Current Stimulation. **Journal Visualized Experiments**, v.51, e. 2744, pp. 3-11, 2011.

SILVA, J.A.S.; ALTAFIM, L.Z.; LIMA,G.N.S.; FERREIRA,R.G.D.; ANDRADE, S.N.; MENDONÇA, C.T.P.L.; FERNANDEZ-CALVO, B. Eficácia da estimulação transcraniana por corrente contínua associada ao treino cognitivo nos domínios da linguagem e praxia de pacientes com doença de Alzheimer na fase leve. *Revista Interinstitucional Brasileira de Terapia Ocupacional*, v, 1, pp. 603-619, 2017.

SILVA, M.C.A. Fibrilação atrial como fator de risco para hipotensão ortostática no idoso. 63f. Tese (Doutorado em ciências da saúde) - Universidade de Pernambuco, Instituto de Ciências Biológicas, Faculdade de Ciências Médicas, Recife, 2017.

SILVA, H. S.; YASSUDA, M. S. Memory Training for older adults with low education: Mental images versus categorization. **Educational Gerontology**, v.35, n.10, pp. 890-905, 2009.

SOARES, Z. F.; SANTANA, E. F.; RABELO, D. F. Iniciação à informática associada ao treino cognitivo em idosos. **Revista Ciência em Extensão**, v.11, n.3, pp.155-167, 2015.

SOUZA, V. L.; BORGES, M. F.; VITORIA, C. M. S.; CHIAPPETTA, A. L. M.L. Perfil das habilidades cognitivas no envelhecimento normal. **Rev. CEFAC[online]**, v.12, n.2, pp.186-

192, 2010.

SOKOLOV, A. A. The Cerebellum in Social Cognition. **Frontiers in Cellular Neuroscience**, v. 12, n. 145, 2018.

SQUIRE, L. R.; ZOLA, S.M. Structure and function of declarative and nondeclarative memory systems. **Proc. Natl. Acad. Sci**, v. 93, pp. 13515–13522, 1996.

SQUIRE, L.R.; WIXTED, J.T. The Cognitive Neuroscience of Human Memory Since H.M. **Annu Rev Neurosci**, v.34, pp. 259–288, 2011.

STAGG, C. J.; NITSCHKE, M. A. Physiological basis of transcranial direct current stimulation. **Neuroscientist**, v.17, n. 1, pp. 37-53, Feb, 2011.

STAGG, C. J.; ANTAL, A.; NITSCHKE, M. A. Physiology of Transcranial Direct Current Stimulation. **The Journal of ECT**, v.34, n.3, pp.144-152, 2018.

STOODLEY, C.J.; EVE M. VALERA, E.M.; SCHMAHMANN, J.D. Functional topography of the cerebellum for motor and cognitive tasks: an fMRI study. **Neuroimage**, v.59, n. 2, pp. 1560–1570, 2012.

STOODLEY, C.J.; SCHMAHMANN, J.D. Functional topography of the cerebellum for motor and cognitive tasks: An fMRI study. **NeuroImage** v. 59, n.2, pp. 1560–1570, 2012.

SUGANO, K., YOKOGAWA, M., YUKI, S., DOHMOTO, C., YOSHITA M., HAMAGUCHI T., YANASE, D., IWASA, K., KOMAI, K., YAMADA, M. Effect of cognitive and aerobic training intervention on older adults with mild or no cognitive impairment: A derivative study of the nakajima project. **Dementia and Geriatric Cognitive Disorders Extra**, v.2, n.1, pp. 69-80, 2012.

SUZUKI, K.; KITA, Y.; OI, Y.; OKUMURA, Y.; OKUZUMI, H.; INAGAKI, M. Right prefrontal cortex specialization for visuospatial working memory and developmental alterations in prefrontal cortex recruitment in school-age children. **Clinical Neurophysiology**, v. 129, pp. 759-765, 2018.

THÜRLING, M.; HAUTZEL, H.; KÜPER, M.; STEFANESCU, M.R.; MADERWALD, S.; LADD, M.E.; TIMMANN, D. Involvement of the cerebellar cortex and nuclei in verbal and visuospatial working memory: A 7 T fMRI study. **NeuroImage**, v. 62, pp. 1537–1550, 2012.

TAVARES, P. N.; SCHIMIDT, J. H.; WITTER, C. Efeitos de um programa de intervenção no desempenho cognitivo e sintomatologia depressiva em idosos institucionalizados. **Revista Kairós Gerontologia**, v.18, n.2, pp. 103-123, 2015.

TEIXEIRA-FABRÍCIO, A; LIMA-SILVA, T.B; KISSAKI, P.T; VIEIRA, M.G.; ORDONEZ, T.N.; OLIVEIRA, T.B.; ARAMAKI, F.O; SOUZA, P.F.; YASSUDA, M.S. Treino cognitivo em adultos maduros e idosos: Impacto de estratégias segundo faixas de escolaridade. **Psico-USF**, v.17, n.1, 85-95, 2012.

TIMMANN, D; DREPPER, J.; FRINGS, M.; MASCHKE, M.; RICHTER, S.; GERWIG, M.;

- KOLB, F.P. The human cerebellum contributes to motor, emotional and cognitive associative learning. A review. **Cortex**, pp. 845 – 857, 2010.
- TOMLINSON, S.P.; DAVIS, N.J.; HELEN M. MORGAN, H.M.; BRACEWELL, R.M. Cerebellar Contributions to Verbal Working Memory. **Cerebellum**, v. 13, pp. 354–361, 2014.
- TORTORA, G.J.; GRABOWSKI, S.R. **Princípios de anatomia humana e fisiologia**. 9.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.
- TREZISE, K.; REEVE, R.A. Worry and working memory influence each other iteratively over time. **Cognition and Emotion**, v. 30, n. 2, pp. 1-16, 2015.
- UGAWA, Y.; DAY, B. L.; ROTHWELL, J. C.; THOMPSON, P. D.; MERTON, P. A.; MARSDEN, C. D. Modulation of motor cortical excitability by electrical stimulation over the cerebellum in man. **J Physiol**, v. 441, pp. 57-72, Sep, 1991.
- URESTI-CABRERA, L.A.U.; DIAZ, R.; VACA-PALOMARES, FERNANDEZ-RUIZ, J. The Effect of Spatial Working Memory Deterioration on Strategic Visuomotor Learning across Aging. **Behavioural Neurology**, v, 2015, Article ID 512617, pp. 1-7, 2015.
- VAN DAM, W.O.; DECKER, S.; DURBIN, J. S.; VENDEMIA, J. M.C.; DESAI, R. H. Resting state signatures of domain and demand-specific memory performance, **NeuroImage**, v. 118, pp. 174-182, 2015.
- VANDUN, K. BODRANGHIEN, F.C.A.A.; MARIËN, P, MANTO, M.U. tDCS of the Cerebellum: Where Do We Stand in 2016? Technical Issues and Critical Review of the Literature, **Frontiers and Human neuroscience**, v. 10, n.99, pp. 1-15, mai, 2016.
- VAN OVERWALLE, F.; MARIËN, P. Functional connectivity between the cerebrum and cerebellum in social cognition: A multi-study analysis. **Neuroimage**, v. 124, pp. 248-255, 2016.
- VAN WESSEL, B.W.V.; VERHAGE, M.C.; HOLLAND, P.; FRENS, M.A.; VAN DER GEEST, J.N. Cerebellar tDCS does not affect performance in the N-back task. **Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology**, v. 38, n.3, pp.319-26, 2016.
- ZAGO, S.; FERRUCCI, R.; FREGNI, F.; PRIORI, A. Bartholow, Sciamanna, Alberti: Pioneers in the Electrical Stimulation of the Exposed Human Cerebral Cortex. **The neuroscientist**, v. 14, n 5, pp. 521-528, 2008.
- ZHANG , C.; ZHU, Q.; HUA, T. Aging of cerebellar Purkinje cells. **Cell Tissue Res**, v. 341, pp. 341–347, 2010.
- ZIMMER, M.; MARCHI, A.C.B.; COLUSSI, E.L. Treino de memória em idosos: o tablet como ferramenta de intervenção. **Psicologia,saúde & doenças**, v. 18, n.2, pp. 360-373, ago, 2017.
- ZIMMERMANN, N.; NETTO, T.M.; MARIA TERESA AMODEO, SKA, B.; FONSECA, R.P. Working memory training and poetry-based stimulation programs: Are there differences in cognitive outcome in healthy older adults? **NeuroRehabilitation**, v.35, pp. 159–170 2014.

WANG, M. Y., CHANG, C. Y., SU, S. Y. What's cooking? – Cognitive training of executive function in the elderly. **Frontiers Psychology**, v.2, pp.1-11, 2011.

WANG, J.; WEI, Y.; WEN, J.; LI, X. Skin burn after single session of transcranial direct current stimulation (tDCS). **Brain Stimul**, 8, 1, 165-166, Jan-Feb, 2015.

WEST, R.L.; BAGWELL, D.K.; DARK-FREUDEMAN, A. Memory and Goal Setting: The Response of Older and Younger Adults to Positive and Objective Feedback. **Psychology and Aging**, v. 20, n. 2, p. 195-201, 2005.

WESSEL, M. J.; ZIMERMAN, M.; TIMMERMANN, J. E.; HEISE, K. F.; GERLOFF, C.; HUMMEL, F. C. Enhancing Consolidation of a New Temporal Motor Skill by Cerebellar Noninvasive Stimulation. **Cerebral Cortex**, v.26, n.6, pp. 1-8, Jan, 2015.

WOODRUFF-PAK, D.S.; FOY, M. R.; AKOPIAN, G. G.; LEE, K. H.; ZACH, J.; NGUYEN, K. P.T.; COMALLI, D. M.; KENNARD, J. A.; AGELAN, A.; THOMPSON, R. F. Differential effects and rates of normal aging in cerebellum and hippocampus. **PNAS**, v. 107, n. 4, pp. 1624-1629, jan. 2010.

WOODS, A. J.; ANTAL, A.; BIKSON, M.; BOGGIO, P. S.; BRUNONI, A. R.; CELNIK, P.; COHEN, L. G.; FREGNI, F.; HERRMANN, C. S.; KAPPENMAN, E. S.; KNOTKOVA, H.; LIEBETANZ, D.; MINIUSI, C.; MIRANDA, P. C.; PAULUS, W.; PRIORI, A.; REATO, D.; STAGG, C.; WENDEROTH, N.; NITSCHKE, M. A. A technical guide to tDCS, and related non-invasive brain stimulation tools. **Clin Neurophysiol**, v.127, n. 2, pp.1031-1048, Feb, 2016.

World Health Organization. Active Ageing – A Policy Framework. A contribution of the World Health Organization to the second United Nations world assembly on aging. Madrid, Spain. 2002.

YASSUDA, M. S. **Memória e envelhecimento saudável**. In: FRETIAS, E.V; PY, L; NERI, A. L; CANÇADO, F. A. X; GORZONI, M. L; ROCHA, S. M. Tratado de geriatria e gerontologia. Rio de Janeiro, editora Guanabara Koogan. 2002.

YASSUDA, M.S.; LASCA, V.B.; NERI, A.L. Meta-memória e Auto-eficácia: Um Estudo de Validação de Instrumentos de Pesquisa sobre Memória e Envelhecimento. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 18, n.1, pp.78-90, 2005.

YASSUDA, M.S.; BASTISTONI, S.S.T; FORTES, A.G.; NERI, A.L. Treino de Memória no Idoso Saudável: Benefícios e Mecanismos. **Psicologia: Reflexão e Crítica (online)**, v.19, n.3, pp. 470-481, 2006.

YESAVAGE, J.A., BRINK, T.L., ROSE, T.L., LUM, O., HUANG, V., ADEY, M., & LEIRER, V.O. Development and validation of a geriatric depression screening scale: a preliminary report. **Journal Psychiatric Research**, v.17, n.1, pp. 37-49, 1983.

## APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
PÓS- GRADUAÇÃO DE PSICOLOGIA

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS - Resolução 466/12)

Convidamos o (a) Sr. (a) para participar como voluntário (a) da pesquisa **Efeitos da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua Cerebelar na memória de trabalho associada ao treino cognitivo em idosos saudáveis** que está sob a responsabilidade do (a) pesquisador (a) Larissa de Siqueira Coelho - e-mail – [coelholarissa8@gmail.com](mailto:coelholarissa8@gmail.com), e está sob a orientação de Renata Maria Toscano Barreto Lyra Nogueira, e-mail: [rm\\_toscano@yahoo.com.br](mailto:rm_toscano@yahoo.com.br).

Caso este Termo de Consentimento contenha informações que não lhe sejam compreensíveis, as dúvidas podem ser tiradas com a pessoa que está lhe entrevistando e apenas ao final, quando todos os esclarecimentos forem dados, caso concorde com a realização do estudo pedimos que rubriche as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias, uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Caso não concorde, não haverá penalização, bem como será possível retirar o consentimento a qualquer momento, também sem nenhuma penalidade.

#### INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

A pesquisa tem como objetivo geral investigar e comparar os efeitos da estimulação transcraniana por corrente contínua cerebelar (ETCCc) na memória de trabalho em dois grupos de idosos saudáveis.

Os objetivos específicos desta produção podem ser definidos como:

- Realizar estimulação transcraniana por corrente contínua cerebelar anódica (através de uma fraca corrente elétrica ocorrerá o aumento da excitabilidade na região do cerebelo) em um grupo de idosos (grupo experimental);
- Realizar estimulação transcraniana por corrente contínua cerebelar *sham* (fictícia/placebo, ou seja, sem corrente elétrica) em um grupo de idosos (grupo controle);
- Realizar treino cognitivo durante estimulação transcraniana por corrente contínua cerebelar anódica (através de uma fraca corrente elétrica ocorrerá o aumento da excitabilidade na região do cerebelo) e *sham* (fictícia/placebo);
- Verificar o desempenho cognitivo dos grupos antes e após a intervenção da ETCCc (estimulação transcraniana por corrente contínua cerebelar) anódica e/ou *sham*, através do treino cognitivo;
- Comparar os efeitos da estimulação transcraniana por corrente contínua *sham* (fictícia/placebo) aos efeitos da estimulação transcraniana anódica (através de uma fraca corrente elétrica ocorrerá o aumento da excitabilidade na região do cerebelo) entre o grupo controle e grupo experimental;
- Comparar os resultados dos desempenhos cognitivos antes e após a realização da estimulação *sham* (fictícia/placebo) e da estimulação anódica (através de uma fraca corrente elétrica ocorrerá o aumento da excitabilidade na região do cerebelo) entre o grupo controle e experimental, através dos testes neuropsicológicos;
- Verificar se existe diferença entre as respostas dos testes neuropsicológicos após as estimulações anódicas (através de uma fraca corrente elétrica ocorrerá o aumento da

excitabilidade na região do cerebelo) e *sham* (fictícia/placebo) entre o grupo controle e experimental.

No procedimento de coleta, os participantes voluntários serão divididos em dois grupos de forma aleatória. Sendo um grupo experimental e um grupo controle (placebo). A pesquisa se dará no total de 7 sessões (encontros), em que a primeira sessão compreenderá na triagem presencial. Da segunda a sexta sessão, intervaladas por no mínimo de 24 horas, os participantes voluntários serão submetidos à estimulação transcraniana por corrente contínua cerebelar *anódica* para o grupo experimental e fictício (placebo) para o grupo controle e ao treino cognitivo que serão realizados no mesmo momento. Na segunda sessão, os voluntários realizarão uma bateria de avaliação neuropsicológica antes e após a intervenção da estimulação transcraniana por corrente contínua cerebelar e do treino cognitivo. Da terceira a quinta sessão, intervaladas por no mínimo de 24 horas, serão realizadas as estimulações por corrente contínua cerebelar e os treinos cognitivos. Estes por sua vez acontecerão de modo *online*, ou seja, durante a estimulação. Na sexta sessão, serão realizadas as estimulações por corrente contínua cerebelar e os treinos cognitivos de modo *online*. Após a estimulação, será aplicada novamente a bateria de avaliação. A sétima sessão será realizada no prazo mínimo de 48 horas, em que será feito o acompanhamento, ou seja, através da aplicação novamente da bateria de avaliação neuropsicológica será averiguado se há resquícios da estimulação nos participantes voluntários.

Como possíveis **benefícios**, os resultados da pesquisa poderão gerar conhecimentos importantes que ajudarão a atualizar as investigações sobre os efeitos da neuromodulação em pacientes idosos. Como também poderá beneficiar aos participantes da pesquisa a compreenderem melhor sobre novas formas de instrumentos adjuvantes para a prevenção de declínios cognitivos. Além disso, o treino cognitivo possibilitará uma melhora no desempenho cognitivo do participante. Como possíveis **riscos**, poderá ocorrer algum desconforto para o participante ao responder o questionário, aos testes neuropsicológicos ou a tarefa cognitiva, no qual a pesquisadora tentará minimizá-lo, dando suporte emocional, psicológico e interrupção imediata do protocolo. Bem como ter a certeza pelas respostas do questionário sociodemográfico que o sujeito não apresente nenhuma contra indicação. Como também, pode ocorrer algum desconforto em relação à eletroestimulação. Caso o participante venha a sentir algum efeito colateral em uma intensidade que considere incômoda, a sessão será interrompida para que o desconforto desapareça. Um questionário desenvolvido por Brunoni et al., (2011) será realizado ao final de cada sessão, possibilitando que haja a interrupção do protocolo de intervenção caso os efeitos adversos sejam intensos e/ou frequentes.

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em

eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa (folhas de respostas dos testes, questionários e resultados das tarefas do treino cognitivo) ficarão armazenados em pastas de arquivo e no computador do Laboratório de Neurociências Cognitivas- UFPE, sob a responsabilidade da orientadora Renata Maria Toscano Barreto Lyra Nogueira, no endereço Avenida Professor Moraes Rego, s/n, Cidade Universitária, no Prédio do Centro de Filosofia e Ciências Humanas (CFCH), 9º andar, pelo período mínimo 5 anos.

Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: **(Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cepccs@ufpe.br).**

---

(Larissa de Siqueira Coelho)

#### CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)

Eu, \_\_\_\_\_, CPF \_\_\_\_\_, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do como voluntário (a) da pesquisa **Efeitos da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua Cerebelar na memória de trabalho associada ao treino cognitivo em idosos saudáveis**. Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

Local e data \_\_\_\_\_

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

**Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa.**

**e o aceite do voluntário em participar. (02 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores):**

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

**APÊNDICE B – Questionário sociodemográfico em idosos (Adaptado de SILVA, 2017).**

IDENTIFICAÇÃO													
<b>1- Número de identificação na pesquisa</b> <table border="1" style="width: 100%; height: 40px;"> <tr> <td style="width: 20px;"> </td><td style="width: 20px;"> </td> </tr> </table>												<b>2 - Nome</b> <hr/>	
		<b>3 - Telefone fixo 1</b>	<b>4 - Telefone fixo 2</b>										
		<b>5 - Telefone celular 1</b>											
<b>6 - Endereço</b> <hr/>													
PROCEDÊNCIA													
<b>7 - Municípios de residência</b> <hr/>		<b>8 - Zona rural</b> 1. sim    2. Não <input type="checkbox"/>											
INFORMAÇÃO DO PARTICIPANTE													
<b>9. Arranjo Familiar (Mora sozinho?)</b> 1. Sim    2. Não <input type="checkbox"/>		<b>10. Internamento nos últimos 12 meses</b> 1. Sim    2. Não <input type="checkbox"/>											
<b>11. Estado Civil</b> 1. casado 2. Solteiro 3. Divorciado 4. Viúvo <input type="checkbox"/>		<b>12. Diagnóstico que motivou internamento</b> <hr/>											
<b>13 – Data de nascimento</b> ____ / ____ / ____	<b>14. Idade</b> ____	<b>15. Sexo</b> 1. Masculino 2. Feminino <input type="checkbox"/>											
<b>16. Doenças associadas (Para cada resposta registre 1. Sim 2. Não )</b>													
16.1. HAS	<input type="checkbox"/>	16.9. Insuficiência cardíaca	<input type="checkbox"/>										
16.2. DM	<input type="checkbox"/>	16.10. Fração de ejeção	<input type="checkbox"/>										
16.3. DLP	<input type="checkbox"/>	16.11 Depressões prévias	<input type="checkbox"/>										
16.4. DAC	<input type="checkbox"/>	16.12. Anemia	<input type="checkbox"/>										
16.5. IRC	<input type="checkbox"/>	16.13 Outros											
16.6. Doença de Parkinson	<input type="checkbox"/>												
16.7. Hipotireoidismo	<input type="checkbox"/>												
16.8. AVC	<input type="checkbox"/>												
HÁBITOS DE VIDA													

<input type="checkbox"/> <b>17.1 - Uso atual de álcool</b>	<input type="checkbox"/> <b>17.2 Uso de drogas ilícitas</b>	
<b>FATORES SOCIAIS E DEMOGRÁFICOS</b>		
<b>18 - Renda familiar (em salários mínimos)</b> _____	<b>19. Escolaridade</b> <b>19.1 - Analfabeto</b> 1. Sim    2. Não <input type="checkbox"/>	<b>19.2 - Anos de estudo</b> _____

<b>MEDICAÇÃO EM USO</b>					
<b>20. Anti-hipertensivos</b> 1. Sim 2. Não <input type="checkbox"/>		<b>20.1 Quantas classes?</b> _____			
Listar os nomes de todas as medicações	Posologia	Dose	Outras medicações:	Posologia	Dose
<b>21.2. Inibidor de ECA</b> 1. Sim 2. Não <input type="checkbox"/> <b>21.2.1 Qual deles</b> (1. Enalapril, 2 – Captopril, 3 – Ramipril) <input type="checkbox"/> <b>21.3 Vasodilatador direto/central</b> (1. Sim 2. Não) <input type="checkbox"/>			<b>21.4. Beta-bloqueador</b> 1. Sim 2. Não <input type="checkbox"/> <b>21.4.1 Qual deles</b> (1 – Propanalol, 2 – Atenolol, 3 – Bisoprolol 4 – Carvediol, 5 – Metoprolol) <input type="checkbox"/>		
<b>22.5. Bloqueador de canais de Cálcio</b> (1. Sim 2. Não) Anlodipino, nifedipina, nitrendipina, verapamil, diltiazem <input type="checkbox"/> <b>22.6. Inibidor do receptor da angiotensina II</b> (1. Sim 2. Não)			<b>22.8. Diuréticos</b> (1. Sim 2. Não) Hidroclorotiazida, Furosemida, Indapamida, Espironolactona <input type="checkbox"/> <b>23. Antidepressivos</b> (1. Sim 2. Não) <input type="checkbox"/>		

Aradois - losartan, Telmesartan - benicar, Micardis –  
telmisartan, candesartan = atacand; valsartan - Diovan

24. **Sedativos** (1. Sim 2. Não)

Lexotan ou somalium - bromazepan; valium ou diazepam ou  
dienpax - diazepam; rivotril - clonazepan; olcadil - cloxazolan;

lorax - lorazepan; tranquilal ou frontal - alprazolam

24.1. **Tricíclicos** (1. Sim 2. Não)

Amitriptilina, Nortriptilina

24.2. **Não-Tricíclicos** (1. Sim 2. Não)

Fluoxetina, Paroxetina, Citalopran, Excitalopran, Sertralina,  
Venlafaxina, trazodona, duloxetine

**APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO DE EFEITOS ADVERSOS (ADAPTADO DE BRUNONI *ET AL*, 2011)**

VOLUNTÁRIO: \_\_\_\_\_

SESSÃO: \_\_\_\_\_

Você experimentou alguns dos sintomas seguintes?	Pontue com valores de 1 a 4 no espaço abaixo: (1 - ausente; 2 - leve; 3 - moderado; 4 - severo)	Se presente, está relacionado à ETCC? (1 – nada; 2 - remoto; 3 – possível; 4 - provável; 5 - definitivo)	Comentários
Dor de cabeça			
Dor no pescoço			
Dor no couro cabeludo			
Prurido			
Formigamento			
Sensação de queimação			
Vermelhidão na pele			
Sonolência			
Dificuldade de concentração			
Mudança repentina de humor			
Outros (especificar)			

Você acha que foi submetido à estimulação *sham* (fictícia) ou real? (  ) *sham* (  ) real









50	



**APÊNDICE F – PROTOCOLO DE REGISTRO DA ATIVIDADE “GENIUS”**

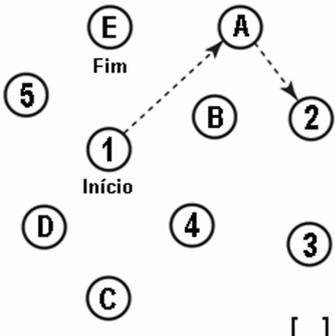
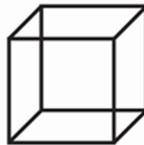
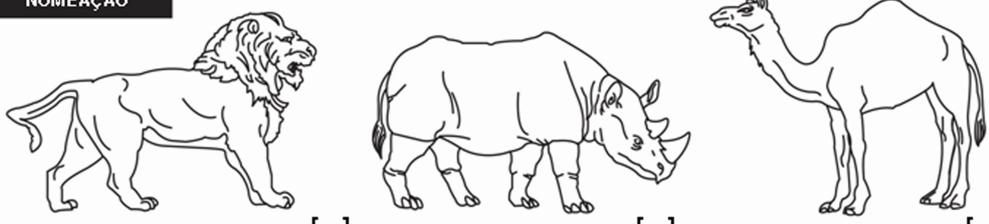
Participante:

**CRIVO DE RESPOSTA DO GÊNIO**

VERDE VERMELH O AZUL AMARELO	VERDE VERMELH O VERMELH O VERDE	VERDE VERMELH O VERDE VERMELH O	VERMELH O AMARELO AMARELO AZUL	AZUL VERMELH O AMARELO AMARELO	AZUL VERMELH O VERDE VERMELH O	AMARELO VERDE VERMELH O AZUL	AZUL AZUL VERDE VERMELH O	AZUL AZUL VERDE VERMELH O	VERMELH O VERMELH O AZUL VERDE
AMARELO AMARELO VERMELH O AZUL	AZUL VERDE VERMELH O AZUL	VERMELH O AZUL AZUL VERMELH O	VERMELH O AZUL VERMELH O AMARELO	VERDE VERDE AMARELO VERMELH O	VERMELH O AMARELO VERDE AZUL	AMARELO AZUL VERMELH O VERDE	AZUL VERMELH O AMARELO AMARELO	VERDE AZUL VERMELH O AMARELO	AZUL AMARELO AMARELO VERDE
AZUL AZUL VERDE VERMELH O	VERDE VERDE VERMELH O VERMELH O	VERDE AZUL AMARELO AMARELO	VERDE AZUL VERMELH O VERMELH O	AMARELO AZUL VERMELH O VERDE	VERDE AMARELO AZUL VERMELH O	AMARELO AMARELO VERMELH O AZUL	AZUL VERMELH O VERDE VERMELH O	AZUL VERDE AZUL VERDE	AZUL VERDE AZUL VERMELH O
VERMELH O AMARELO AMARELO VERMELH O	VERMELH O VERDE VERMELH O AZUL	VERDE VERDE VERMELH O AZUL	AZUL AZUL VERDE VERMELH O	AZUL AZUL VERMELH O VERMELH O	VERDE VERMELH O AZUL AMARELO	VERMELH O VERDE AZUL AZUL	AZUL VERMELH O VERDE AMARELO	VERDE VERMELH O AMARELO VERMELH O	VERMELH O VERDE VERDE AZUL
AMARELO VERDE AMARELO VERDE	AMARELO AMARELO AZUL AZUL	VERMELH O AMARELO AZUL AMARELO	VERMELH O AZUL AMARELO AZUL	VERMELH O VERDE AZUL AMARELO	AMARELO VERDE VERMELH O AZUL	AZUL AZUL VERDE VERMELH O	AZUL AZUL VERDE VERMELH O	VERMELH O VERDE VERDE AMARELO	AMARELO VERDE AMARELO VERMELH O
VERMELH O VERMELH O AZUL AZUL	VERMELH O VERDE VERMELH O VERDE	AZUL VERMELH O VERMELH O VERDE	VERDE AMARELO VERMELH O VERMELH O	AMARELO AZUL VERDE VERMELH O	AZUL VERMELH O VERDE AMARELO	AMARELO VERDE AMARELO VERDE	VERMELH O VERMELH O AMARELO VERDE	AMARELO AMARELO VERDE VERMELH O	VERMELH O VERDE AZUL AMARELO
VERDE VERMELH O AMARELO AMARELO	VERDE VERDE AMARELO AZUL	VERMELH O AZUL AZUL VERMELH O	AZUL AMARELO AZUL VERMELH O	VERDE AZUL VERMELH O AMARELO	VERDE AMARELO VERMELH O AZUL	VERMELH O VERDE VERMELH O VERDE	VERDE VERMELH O AZUL AMARELO	AZUL AZUL VERMELH O VERDE	
AMARELO VERMELH O VERMELH O AMARELO	AZUL AZUL AMARELO AMARELO	AMARELO AZUL VERMELH O AZUL	VERMELH O VERMELH O AMARELO VERDE	AMARELO VERMELH O AZUL VERDE	VERDE VERMELH O AZUL AMARELO	VERMELH O AZUL AZUL VERMELH O	AZUL VERMELH O AMARELO AMARELO	VERDE VERMELH O VERMELH O VERDE	

**ANEXO A - MONTREAL COGNITIVE ASSESSMENT (MOCA)**

MONTREAL COGNITIVE ASSESSMENT (MOCA) Versão Experimental Brasileira  
 Nome: \_\_\_\_\_ Data de nascimento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
 Escolaridade: \_\_\_\_\_ Data de avaliação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
 Sexo: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

<b>VISUOESPACIAL / EXECUTIVA</b>		 <p>Copiar o cubo</p>	<p>Desenhar um RELÓGIO (onze horas e dez minutos) (3 pontos)</p>	Pontos																		
	[ ]	[ ]	[ ] [ ] [ ] Contorno    Números    Ponteiros	_/5																		
<b>NOMEAÇÃO</b>				_/3																		
<b>MEMÓRIA</b>	<p>Leia a lista de palavras, O sujeito de repeti-la, faça duas tentativas Evocar após 5 minutos</p>	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td></td> <td>Rosto</td> <td>Veludo</td> <td>Igreja</td> <td>Margarida</td> <td>Vermelho</td> </tr> <tr> <td>1ª tentativa</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2ª tentativa</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		Rosto	Veludo	Igreja	Margarida	Vermelho	1ª tentativa						2ª tentativa						Sem Pontuação	
	Rosto	Veludo	Igreja	Margarida	Vermelho																	
1ª tentativa																						
2ª tentativa																						
<b>ATENÇÃO</b>	<p>Leia a seqüência de números (1 número por segundo)</p>	<p>O sujeito deve repetir a seqüência em ordem direta [ ] 2 1 8 5 4</p> <p>O sujeito deve repetir a seqüência em ordem indireta [ ] 7 4 2</p>		_/2																		
	<p>Leia a série de letras. O sujeito deve bater com a mão (na mesa) cada vez que ouvir a letra "A". Não se atribuem pontos se ≥ 2 erros.</p> <p>[ ] F B A C M N A A J K L B A F A K D E A A A J A M O F A A B</p>			_/1																		
	<p>Subtração de 7 começando pelo 100 [ ] 93 [ ] 86 [ ] 79 [ ] 72 [ ] 65</p> <p>4 ou 5 subtrações corretas: 3 pontos; 2 ou 3 corretas 2 pontos; 1 correta 1 ponto; 0 correta 0 ponto</p>			_/3																		
<b>LINGUAGEM</b>	<p>Repetir: Eu somente sei que é João quem será ajudado hoje. [ ]</p>	<p>O gato sempre se esconde embaixo do Sofá quando o cachorro está na sala. [ ]</p>		_/2																		
	<p>Fluência verbal: dizer o maior número possível de palavras que comecem pela letra F (1 minuto). [ ] _____ (N ≥ 11 palavras)</p>			_/1																		
<b>ABSTRAÇÃO</b>	<p>Semelhança p. ex. entre banana e laranja = fruta [ ] trem - bicicleta [ ] relógio - régua</p>			_/2																		
<b>EVOCAÇÃO TARDIA</b>	<p>Deve recordar as palavras SEM PISTAS</p>	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>Rosto</td> <td>Veludo</td> <td>Igreja</td> <td>Margarida</td> <td>Vermelho</td> </tr> <tr> <td>[ ]</td> <td>[ ]</td> <td>[ ]</td> <td>[ ]</td> <td>[ ]</td> </tr> </table>	Rosto	Veludo	Igreja	Margarida	Vermelho	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	Pontuação apenas para evocação SEM PISTAS	_/5								
Rosto	Veludo	Igreja	Margarida	Vermelho																		
[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]																		
<b>OPCIONAL</b>	<p>Pista de categoria</p> <p>Pista de múltipla escolha</p>																					
<b>ORIENTAÇÃO</b>	<p>[ ] Dia do mês [ ] Mês [ ] Ano [ ] Dia da semana [ ] Lugar [ ] Cidade</p>			_/6																		

© Z. Nasreddine MD www.mocatest.org  
 Versão experimental Brasileira: Ana Luisa Rosas Sarmento  
 Paulo Henrique Ferreira Bertolucci - José Roberto Wajman  
 (UNIFESP-SP 2007)

TOTAL Adicionar 1 pt se ≤ 12 anos de escolaridade \_/30

## ANEXO B – ESCALA DE DEPRESSÃO GERIÁTRICA (EDG-15)

### Escala de Depressão Geriátrica (GDS)

D.1) Você está basicamente satisfeito com sua vida?	( 0 ) SIM	( 1 ) NÃO
D.2) Você deixou muitos de seus interesses e atividades?	( 1 ) SIM	( 0 ) NÃO
D.3) Você sente que sua vida está vazia?	( 1 ) SIM	( 0 ) NÃO
D.4) Você se aborrece com freqüência?	( 1 ) SIM	( 0 ) NÃO
D.5) Você se sente de bom humor a maior parte do tempo?	( 0 ) SIM	( 1 ) NÃO
D.6) Você tem medo que algum mal vá lhe acontecer?	( 1 ) SIM	( 0 ) NÃO
D.7) Você se sente feliz a maior parte do tempo?	( 0 ) SIM	( 1 ) NÃO
D.8) Você sente que sua situação não tem saída?	( 1 ) SIM	( 0 ) NÃO
D.9) Você prefere ficar em casa a sair e fazer coisas novas?	( 1 ) SIM	( 0 ) NÃO
D.10) Você se sente com mais problemas de memória do que a maioria?	( 1 ) SIM	( 0 ) NÃO
D.11) Você acha maravilhoso estar vivo?	( 0 ) SIM	( 1 ) NÃO
D.12) Você se sente um inútil nas atuais circunstâncias?	( 1 ) SIM	( 0 ) NÃO
D.13) Você se sente cheio de energia?	( 0 ) SIM	( 1 ) NÃO
D.14) Você acha que sua situação é sem esperanças?	( 1 ) SIM	( 0 ) NÃO
D.15) Você sente que a maioria das pessoas está melhor que você?	( 1 ) SIM	( 0 ) NÃO

Pontuação: \_\_\_\_\_