

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS  
DEPARTAMENTO DE PSICOLOGIA COGNITIVA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOLOGIA COGNITIVA**

**ANA IZA GOMES DA PENHA SOBRAL**

Efeito Simon em idosos após intervenção com Neurofeedback

Recife  
2019

ANA IZA GOMES DA PENHA SOBRAL

**Efeito Simon em idosos após intervenção com Neurofeedback**

Tese Doutoral apresentada à Pós-graduação em Psicologia Cognitiva da Universidade Federal de Pernambuco para obtenção do título de Doutora em Psicologia Cognitiva.

Área de Concentração: Psicologia Cognitiva

Orientador: Prof. DSc. Antônio Roazzi  
Coorientador: Prof. DSc. Erick Conde

Recife  
2019

Catálogo na fonte  
Bibliotecária: Valdicea Alves Silva, CRB4-1260

S677e Sobral, Ana Iza Gomes da Penha.  
Efeito Simon em idosos após intervenção com Neurofeedback /  
Ana Iza Gomes da Penha. – 2019.

106 f.: il.; 30 cm.

Orientador: Prof. DSc. Antônio Roazzi

Coorientador: Prof. DSc. Erick Conde

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, CFCH.

Programa de Pós-Graduação em Psicologia Cognitiva, Recife, 2019.

Inclui referências, apêndices e anexo.

1. Psicologia Cognitiva. 2. Teste neuropsicológico. 3. Neurofeedback. 4.  
Distúrbios - cognição - idosos. I. Roazzi, Antônio (Orientador). II. Conde,  
Erick (Coorientador). III. Título.

153 CDD (22. ed.)

UFPE (BCFCH2019-184)

Ana Iza Gomes da Penha Sobral

## **Efeito Simon em idosos após intervenção com Neurofeedback**

Tese Doutoral apresentada à Pós-graduação em Psicologia Cognitiva da Universidade Federal de Pernambuco para obtenção do título de Doutora em Psicologia Cognitiva.

Aprovada em: 26/06/2019

### **Banca examinadora**

---

Prof. DSc. Antônio Roazzi (Orientador)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof. DSc. Prof. Dsc. Erick Conde (Co-Orientador)  
Universidade Federal Fluminense

---

Profa. DSc. Renata Toscano (Examinadora Interno)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Profa. DSc. Ana Paula Marques (Examinadora Externa)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof. DSc. Marcelo Marinho (Examinador Externo)  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

Prof. DSc. Marcelo Marinho (Examinador Externo)  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por me amar tanto e me conceder tantas bênçãos. Sem Ele nada seria possível. Toda honra e toda Glória a esse Deus maravilhoso.

Ao meu filho, Matheus Felipe, a quem dedico esse trabalho. Nasceu no meio da realização dessa tese para me mostrar que sou mais forte do que pensava e que o amor pode crescer de forma exponencial diariamente. Minha essência de vida, meu maior amor.

Aos meus amados pais, Odeildo e Flora, que nunca mediram esforços para minha educação. Muitas vezes abdicando de seus objetivos e sonhos para que eu pudesse realizar os meus. Obrigada por tudo, vocês são meus heróis.

Ao meu querido marido, Marcos Sobral, meu exemplo de profissionalismo diário. Obrigada por todo amor, cumplicidade, apoio, incentivo, paciência e por sempre acreditar em mim, até mesmo em momentos que nem eu acreditava.

Ao meu orientador, Antônio Roazzi, a quem tenho uma grande admiração. Uma pessoa de conhecimento ilimitado, super acessível e de um controle emocional que me contagiava a cada contato. Seu empenho na condução desse trabalho foi fundamental. Meus sinceros agradecimentos.

Ao meu co-orientador, Erick Conde, por ter sugerido essa temática, acreditado no projeto, por tanta paciência, orientação e disponibilidade na execução desse trabalho.

À professora Renata Toscano por todo apoio na realização dessa tese. Profissional e pessoa sábia, generosa, acessível e extremamente acolhedora.

Aos idosos da UnATI que com tanta boa vontade disponibilizaram seu tempo e se mostraram interessados na realização desse estudo.

Aos membros da banca examinadora, pelo interesse e disponibilidade em analisar criticamente essa tese, dando importantes contribuições para seu enriquecimento.

*Dedico esse trabalho ao meu filho, Matheus Felipe, minha inspiração diária para a busca incessante de conhecimentos.*

## RESUMO

Diante do recrudescimento mundial da população idosa, diversas áreas de conhecimentos distintos têm voltado a atenção para estudar fenômenos e demandas peculiares dessa faixa etária. Tendo em vista que o processo de envelhecimento ocasiona alterações psicológicas, sociais, físicas, comportamentais e cognitivas, a busca por estratégias que as minimizem e/ou retardem torna-se fundamental para profissionais e pesquisadores envolvidos com essa população. O neurofeedback tem sido apontado como uma ferramenta promissora para estimular funções cognitivas do idoso, trata-se de uma técnica de neuromodulação em que o indivíduo aprende a modular padrões de ondas cerebrais. Nesse contexto, a presente tese objetiva identificar o Efeito Simon a partir do treinamento de neurofeedback em idosos saudáveis. Para tanto, foram desenvolvidos três artigos, sendo um de revisão sistemática e dois originais. O artigo de revisão sistemática (**manuscrito 1**) teve por objetivo identificar os protocolos de treinamento e seus principais resultados a partir da intervenção do neurofeedback junto à população idosa. Os resultados encontrados apresentam a inexistência de um protocolo padrão de treinamento, e, além disso, os artigos apontam que a partir do treinamento de neurofeedback, os idosos são capazes de melhorar seu desempenho cognitivo. O segundo e terceiro artigos, contaram com a participação de 32 idosos matriculados na Universidade Aberta à Terceira Idade (UnATI) da Universidade Federal de Pernambuco. No segundo artigo (**manuscrito 2**), o objetivo foi identificar a existência ou não de associação do Efeito Simon com as variáveis sociodemográficas. Para isso, os participantes foram submetidos ao Teste de Simon e responderam a um questionário sociodemográfico. Os resultados apontam para correlações positivas entre a situação correspondente e as variáveis sociodemográficas idade e estado civil (solteiro). Uma correlação significativa negativa foi encontrada entre a condição correspondente e a prática de atividade física. Além disso, não foram encontradas correlações significativas entre acurácia e as variáveis sociodemográficas. No último artigo (**manuscrito 3**), que teve como objetivo avaliar o efeito do treinamento de neurofeedback sobre a dimensão do Efeito Simon e a acurácia das respostas, a população do estudo foi distribuída em dois grupos, sendo um experimental, composto por 18 participantes, e um controle, contendo 14 indivíduos. Para identificação do tempo de reação manual todos os participantes realizaram o teste de Simon. Os idosos do grupo experimental foram submetidos ao treinamento de neurofeedback audiovisual. O protocolo usado consistiu na aplicação de oito sessões de 20 minutos, com a estimulação do ritmo sensório-motor e eletrodo ativo em Cz. Após o período de treinamento, ambos os grupos foram submetidos ao teste de Simon, tendo seus resultados comparados através de análises estatísticas. Os resultados encontrados indicam a existência de um efeito principal significativo para a variável correspondente e não correspondente, caracterizando assim o Efeito Simon da população. Não foram identificadas diferenças significativas na acurácia das respostas. Nas análises individuais, foi possível identificar que alguns indivíduos se beneficiaram da intervenção, tendo a dimensão do Efeito Simon reduzida. Dessa forma, pode-se concluir que a utilização do neurofeedback com a população idosa tem um caminho promissor na estimulação/reabilitação cognitiva do idoso.

**Palavras-chave:** Efeito Simon. Neurofeedback. Idosos.

## ABSTRACT

In view of the worldwide upsurge of the elderly population, several areas of distinct knowledge have turned their attention to studying phenomena and peculiar demands of this age group. Given that the aging process causes psychological, social, physical, behavioral and cognitive changes, the search for strategies that minimize and / or delay them becomes fundamental for professionals and researchers involved with this population. Neurofeedback has been pointed as a promising tool to stimulate cognitive functions of the elderly, it is a neuromodulation technique in which the individual learns to modulate brainwave patterns. In this context, the present thesis aims to identify the Simon Effect from neurofeedback training in healthy elderly. Therefore, three articles were developed, one of systematic review and two originals. The systematic review article (manuscript 1) aimed to identify the training protocols and their main results from the neurofeedback intervention in the elderly population. The results show that there is no standard training protocol, and, moreover, the articles indicate that from neurofeedback training, the elderly are able to improve their cognitive performance. The second and third articles counted on the participation of 32 seniors enrolled at the Open University to the Third Age (UnATI) of the Federal University of Pernambuco. In the second article (manuscript 2), the objective was to identify the existence or not of association of the Simon Effect with sociodemographic variables. For this, the participants underwent the Simon Test and answered a sociodemographic questionnaire. The results point to positive correlations between the corresponding situation and the sociodemographic variables age and marital status (single). A significant negative correlation was found between the corresponding condition and the practice of physical activity. In addition, no significant correlations were found between accuracy and sociodemographic variables. In the last article (manuscript 3), which aimed to evaluate the effect of neurofeedback training on the Simon Effect dimension and the accuracy of the responses, the study population was divided into two groups, one experimental, composed of 18 participants, and one control, containing 14 individuals. To identify the manual reaction time all participants performed the Simon test. The elderly in the experimental group underwent audiovisual neurofeedback training. The protocol used consisted of eight sessions of 20 minutes, with the stimulation of sensory motor rhythm and active electrode in Cz. After the training period, both groups underwent the Simon test, and their results were compared through statistical analysis. The results indicate the existence of a significant main effect for the corresponding and non-corresponding variable, thus characterizing the Simon effect of the population. No significant differences in the accuracy of the responses were identified. In the individual analyzes, it was possible to identify that some individuals benefited from the intervention, with the size of the Simon Effect reduced. Thus, it can be concluded that the use of neurofeedback with the elderly population has a promising path in the cognitive stimulation / rehabilitation of the elderly.

**Keywords:** Simon effect. Neurofeedback. Aged.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Fluxograma de identificação e seleção dos artigos para revisão sistemática sobre utilização do NF em idosos.....	28
Quadro1	Descrição dos artigos selecionados. ....	29
Figura 1	Modelo experimental do teste de Simon.....	47
Figura 1	Tempo de Reação Manual dos participantes.....	79

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Variáveis sociodemográficas dos idosos.....	57
Tabela 2	Teste Correlacional de Spearman entre as variáveis sociodemográficas e as condições (correspondente e não correspondente), o Efeito Simon e a acurácia dos idosos. ....	58
Tabela 1	Descrição das variáveis sociodemográficas.....	75
Tabela 2	Teste de Wilcoxon da acurácia dos participantes.....	80
Tabela 3	Análise individual do Tempo de Reação Manual e acurácia dos idosos através do teste de Wilcoxon.....	80
Tabela 4	Análise individual do Efeito Simon e acurácia dos idosos através do qui-quadrado. ....	81

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

<b>EEG</b>	Eletroencefalograma
<b>FE</b>	Funções Executivas
<b>fMRI</b>	Ressonância Magnética Funcional
<b>fNIRS</b>	Espectroscopia por infravermelho funcional
<b>HEG</b>	Hematoencefalografia
<b>MEEM</b>	Mini Exame do Estado Mental
<b>MEG</b>	Magnetoencefalografia
<b>NF</b>	Neurofeedback
<b>PET</b>	Tomografia por Emissão de Pósitron
<b>SI 10-20</b>	Sistema Internacional 10-20
<b>SMR</b>	Ritmo Sensório Motor
<b>TRM</b>	Tempo de Reação Manual
<b>UFPE</b>	Universidade Federal de Pernambuco
<b>UnATI</b>	Universidade aberta à Terceira Idade

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>18</b>
2.1	OBJETIVO GERAL .....	18
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	18
<b>3</b>	<b>HIPÓTESE .....</b>	<b>19</b>
<b>4</b>	<b>MANUSCRITO 1: NEUROFEEDBACK EM IDOSOS: UMA ... REVISÃO SISTEMÁTICA</b>	<b>20</b>
<b>5</b>	<b>MÉTODO .....</b>	<b>43</b>
5.1	TIPO DE ESTUDO .....	43
5.2	LOCAL DO ESTUDO .....	43
5.3	POPULAÇÃO DO ESTUDO .....	43
5.4	CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO .....	44
5.5	COLETA DE DADOS .....	44
<b>5.5.1</b>	<b>Instrumentos de seleção amostral .....</b>	<b>44</b>
<b>5.5.2</b>	<b>Materiais e equipamentos .....</b>	<b>45</b>
<b>5.5.3</b>	<b>Procedimentos .....</b>	<b>46</b>
5.6	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL .....	46
<b>5.6.1</b>	<b>Teste de Simon .....</b>	<b>46</b>
<b>5.6.2</b>	<b>Treinamento de Neurofeedback .....</b>	<b>47</b>
5.7	ANÁLISE DOS DADOS .....	48
<b>5.7.1</b>	<b>Teste de Simon .....</b>	<b>48</b>
5.8	CONSIDERAÇÕES ÉTICAS .....	49
<b>6</b>	<b>MANUSCRITO 2: RELAÇÃO ENTRE EFEITO SIMON E ..... VARIÁVEIS SOCIODEMOGRÁFICAS EM IDOSOS</b>	<b>50</b>
<b>7</b>	<b>MANUSCRITO 3: EFEITO SIMON EM IDOSOS APÓS ..... INTERVENÇÃO COM NEUROFEEDBACK</b>	<b>68</b>
<b>8</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>92</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>93</b>
	<b>APÊNDICES .....</b>	<b>95</b>
	<b>APÊNDICE A- QUESTIONÁRIO SOCIODEMOGRÁFICO .....</b>	<b>95</b>
	<b>APÊNDICE B- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ..... ESCLARECIDO</b>	<b>96</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>99</b>
	<b>ANEXO A- MINI-EXAME DO ESTADO MENTAL (MEEM) ....</b>	<b>99</b>
	<b>ANEXO B- ESCALA DE DEPRESSÃO GERIÁTRICA ..... (GDS-15)</b>	<b>100</b>
	<b>ANEXO C- INVENTÁRIO DE DOMINÂNCIA LATERAL..... DE EDINBURGH (OLDFIELD)</b>	<b>101</b>
	<b>ANEXO D- PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA .....</b>	<b>102</b>

## APRESENTAÇÃO

Entender que o processo de envelhecimento ocasiona alterações que influenciam a capacidade cognitiva do idoso sempre foi objeto de interesse da pesquisadora. Interesse esse que começou desde sua época de graduação, enquanto cursava a disciplina Terapia Ocupacional em Gerontologia, na qual teve contato com índices que revelam uma urgência em conhecimentos específicos voltados para essa população. O principal, que se tornou alarmante para a pesquisadora, foi o aumento exponencial dessa população, principalmente em países em desenvolvimento, como o Brasil.

Após graduação, de forma autônoma, começou a conciliar o conhecimento teórico com a prática clínica e sempre voltada a essa população. Diante da relação que se estabelecia no processo terapêutico e vivenciando questões que limitavam o desempenho autônomo e independente dos idosos começou a surgir uma inquietação. Diversos questionamentos sobre quais as melhores formas de lidar com essa população, e, principalmente, como identificar as reais necessidades e oferecer recursos adequados para aumentar a capacidade funcional ou minimizar/retardar as alterações esperadas com o processo do envelhecimento, viraram questões que careciam de maior aprofundamento teórico.

Diante da possibilidade de produzir conhecimentos relevantes voltados para os idosos, a pesquisadora, com o ingresso no mestrado, viu uma excelente oportunidade para isso. Sendo assim, pesquisou sobre a relação entre a comunicação e a realização das atividades instrumentais de vida diária em idosos com déficit cognitivo leve e tendo observado que algumas funções da comunicação permanecem inalteradas, ficou se questionando sobre quais ferramentas/recursos podem ser utilizados para aumentar o tempo de preservação dessas funções. E a inquietação continuou... a busca pelo conhecimento se tornou algo viciante...

Com isso, ingressou no doutorado de Psicologia Cognitiva e ao ser apresentada aos projetos desenvolvidos, equipamentos existentes e aos integrantes do laboratório de Neurociência Cognitiva (LNeC) da Universidade Federal de Pernambuco, percebeu que sua ideia de pesquisa poderia ser desenvolvida ali, e, principalmente, quando se deparou com a técnica de Neurofeedback. Conhecendo um pouco sobre a realização da técnica e seus efeitos na capacidade cognitiva do indivíduo, sua pergunta de excitação passou a ser: será que com a utilização do Neurofeedback o controle inibitório do idoso pode ser alterado?

Sendo assim, o presente estudo está dividido em três manuscritos. No Manuscrito 1, encontra-se descrito um artigo de revisão sistemática intitulado de **Neurofeedback em idosos: uma revisão sistemática**, tendo como objetivo fornecer informações acerca dos principais estudos e protocolos que envolvem o treinamento de neurofeedback na população idosa. No Manuscrito 2, encontra-se o artigo denominado **Relação entre Efeito Simon e variáveis sociodemográficas em idosos** que objetivou identificar se existem relações entre os tempos de reação manual e variáveis sociodemográficas dos idosos participantes. Por fim, encontra-se descrito no Manuscrito 3, o artigo intitulado **Efeito Simon em idosos após intervenção com neurofeedback**, no qual, teve-se como finalidade identificar se o treinamento de neurofeedback reduziria a dimensão do Efeito Simon e aumentaria a acurácia das respostas em idosos.

Com relação às normas utilizadas para a escrita dessa tese, pode-se evidenciar que os elementos pré e pós-textuais encontram-se pautados nas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT 6023:2002), devido à exigência da UFPE. Já os manuscritos, que estão em formatos de artigos, estão padronizados nas normas da Associação Americana de Psicologia (APA), 6ª edição, por exigência das normas das revistas em que serão submetidos.

E é nesse cenário que a autora convida para fazer uma leitura dessa tese, esperando que o envolvimento com esse tema possa contribuir para uma melhor compreensão do conteúdo apresentado, proporcionando um novo aprendizado para si, para o universo acadêmico e, principalmente, para a população idosa.

## 1 INTRODUÇÃO

O envelhecimento da população brasileira é um dos fenômenos que mais se evidencia na sociedade atual, isso porque tem ocorrido de maneira rápida e contínua. Em 1960 existiam três milhões de pessoas acima dos 60 anos, aumentando para sete milhões em 1975 e 14 milhões em 2002, um aumento de 500% em 40 anos. Projeções indicam que em 2020 esse índice alcançará cerca de 32 milhões de indivíduos (CLOSS; SCHWNAKE, 2012).

A Senescência ocasiona alterações neuropsicológicas, morfológicas, fisiológicas, bioquímicas, psicológicas e sociais que podem comprometer a autonomia e independência do indivíduo, determinando repercussões no campo social e econômico.

Com relação às alterações cerebrais, ocorrem modificações morfológicas, como a diminuição de tamanho e peso cerebral quando comparado a indivíduos mais jovens, além da existência de giros mais finos e sulcos mais profundos e abertos, ocasionando menor espessura das regiões corticais (ZANINI, 2010).

De Vitta (2000) relata que alterações no Sistema Nervoso Central de idosos são ocasionadas pela diminuição no número de neurônios, redução na velocidade de condução nervosa e intensidade dos reflexos, restrição das respostas motoras e da capacidade de coordenações, o que pode acarretar em menor desempenho cognitivo. Sendo assim, as principais alterações cognitivas dos idosos ocorrem no funcionamento da memória episódica, a velocidade de raciocínio, atenção seletiva, tempo de resposta e funções executivas (ZANINI, 2010; HARADA; LOVE; TRIEBEL, 2013).

As funções executivas (FE), também denominadas de controle executivo, referem-se a processos mentais acionados quando há exigência de atenção sustentada, foco e concentração, capacidades necessárias para que um indivíduo se envolva apropriadamente em um comportamento independente, intencional e não de forma automática, rotineira (DIAMOND, 2013; HARADA; LOVE; TRIEBEL, 2013).

Chan, Shum, Touloupoulou, e Chen (2008) classificam as funções executivas em dois tipos: frias (quando as capacidades envolvidas são baseadas no uso da lógica e não requerem a ativação emocional) e quentes (quando são necessárias emoções, tomada de decisão, regulação do comportamento social e experiência de recompensa e punição) (LEZAK; HOWIESON; BIGLER; TRANEL, 2012). Lezak et al (2012) referem-se às funções executivas como habilidades cognitivas mais complexas citam como

exemplos: a capacidade de auto-monitoração, planejamento, organização, raciocínio, resolução de problemas, flexibilidade e controle inibitório.

Considerado um dos três componentes núcleos das funções executivas e que envolve aspectos executivos quentes e frios (DIAMOND, 2013), o controle inibitório é relatado como domínio fundamental para que o indivíduo consiga manter a atenção sustentada, inibir estímulos irrelevantes e distratores, além de inibir comportamentos habituais, favorecendo sua flexibilização para que novas respostas sejam condizentes com as demandas internas e do ambiente (DILLON; PIZZAGALLI, 2007; DIAMOND, 2013), ou seja, a ausência de controle inibitório faria com que os indivíduos apresentassem um determinado padrão de resposta baseado em respostas automáticas e impulsos.

Em idosos, o controle inibitório encontra-se alterado tanto em indivíduos saudáveis quanto em indivíduos com quadros neurodegenerativos como demência do tipo Alzheimer e demência frontotemporal (COLLETTE et al., 2009; COLLETTE et al., 2007). O declínio dessa habilidade compromete a memória operacional e a atenção desses indivíduos, isso porque possibilita a predisposição a distrações (DIAMOND, 2013).

Uma das formas de se mensurar o controle inibitório é a partir do Tempo de Reação Manual (TRM), que se apresenta como uma ferramenta para medir a eficácia da tomada de decisão e viabilizar uma avaliação das habilidades de antecipação (SOUZA; OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2006).

Rossato, Contreira e Corazza (2011) descrevem o tempo de reação como o intervalo de tempo entre a apresentação do estímulo e o início da resposta voluntária. Gallahue e Ozmun (2011) apontam para existência de uma relação linear entre a idade e o tempo de reação, que tem seu desempenho máximo até a metade da segunda década de vida, declinando lentamente nos anos da meia idade (40-60 anos) e, rapidamente na velhice, ou seja, os idosos apresentam maior lentidão das reações.

Utilizado para avaliar o tempo de reação do indivíduo, os testes de compatibilidade estímulo respostas (CER) são protocolos experimentais destinados a verificar as influências que as características do estímulo (espaciais ou intrínsecas) geram na seleção da resposta. Para tal, os testes comumente utilizados são: o Teste de Stroop e suas variações, o Teste de Flanker e o Teste de Simon (GAWRYSZEWSKI et al., 2006; HOMMELL, 2011). Hommell (2011) aponta que este último é uma importante ferramenta para o estudo da atenção, cognição e da motricidade humana.

O Teste de Simon consiste em uma técnica de mensuração da latência do tempo de resposta a um determinado estímulo de acordo com uma característica intrínseca (GAWRYSZEWSKI et al., 2006), ou seja, nesse teste, o que deve ser levado em consideração para a seleção da resposta é a cor ou o formato do estímulo, por exemplo, em detrimento da sua localização (CONDE; TEIXEIRA; LACERDA, 2014). Para isso, faz-se necessário um controle inibitório do sujeito para o processamento do aspecto em foco.

Nesse teste, dois paradigmas de respostas são possíveis: 1) situação correspondente: quando o estímulo alvo e a tecla de resposta encontram-se do mesmo lado, ou seja, de forma ipsolateral; e, 2) situação não correspondente: quando o estímulo e a resposta alvo encontram-se do lado oposto, ou seja, contralateralmente. Dessa forma, pode-se dizer que o conflito que a tarefa de Simon propicia é a inibição de informações irrelevantes na decisão da resposta correta por meio do controle cognitivo (SOUTSCHEK; MÜLLER; SCHUBERT, 2013). Gawryszewski et al. (2006) relatam que o tempo de resposta na situação correspondente é menor, bem como apresenta um aumento da acurácia quando comparado à situação não correspondente. Em outras palavras, o indivíduo acerta mais e em menor tempo quando o estímulo alvo e a resposta encontram-se do mesmo lado.

A partir dos tempos de respostas encontrados nesse paradigma, tem-se o chamado Efeito Simon, que consiste no tempo obtido como resultado a partir da diferença entre o TRM das condições incompatíveis e compatíveis (GAWRYSZEWSKI et al., 2006; HOMMELL, 2011; SOUTSCHEK; MÜLLER; SCHUBERT, 2013).

Apesar de serem mais lentificados no controle inibitório (DIAMOND, 2013) e apresentarem um tempo de reação maior que o desempenho de jovens e adultos (ROSSATO; CONTREIRA; CORAZZA, 2011; HARADA; LOVE; TRIEBEL, 2013), os idosos podem dispor de estratégias alternativas, através do recrutamento adicional de diferentes áreas cerebrais (em comparação a jovens) para atender ao aumento de demanda nos processos perceptuais e atencionais que normalmente se encontram comprometidos no envelhecimento (SCHULTE et al., 2011) como, por exemplo, o Neurofeedback (NF).

Thibault, Lifshitz e Raz (2017) referem que o Neurofeedback encontra-se no topo da lista de ferramentas ostensivamente científicas disponíveis para moldar a função cerebral e reforçar os processos mentais de indivíduos. Consiste em um método de treinamento em que o indivíduo, baseado no condicionamento operante, aprende a modular seus padrões cerebrais específicos, promovendo a aprendizagem de capacidades

de autorregulação psíquica e neurofisiológica (HAMMOND, 2011; VASQUEZ et al., 2015).

A colocação de eletrodos em zonas pré-determinadas no escalpo permite o conhecimento da atividade cerebral e, posteriormente, o ajustamento dos ritmos elétricos. Estes sinais são marcações das atividades eletrofisiológicas do cérebro e a captação é feita por intermédio de eletrodos dispostos em diversas regiões do escalpo seguindo, na maioria das vezes, a classificação internacional do sistema 10-20 (KROPOTOV, 2010; HAMMOND, 2011). A retroalimentação ao indivíduo ocorre a partir de feedback visual e/ou auditivo, por meio de uma interface cérebro-computador e através de uma dinâmica lúdica (HAMMOND, 2011). Staunfenbiel e colaboradores (2014) apontam que a utilização do NF parece ser viável com a população idosa, tendo em vista que, nessa população, a capacidade de alterar a atividade cerebral encontra-se preservada.

Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivo ampliar o conhecimento acerca da utilização do neurofeedback como ferramenta/instrumento que pode contribuir para manutenção ou até mesmo estimulação e reabilitação de funções cognitivas do idoso, visando à preservação da autonomia, independência e, conseqüentemente, uma melhor qualidade de vida.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Investigar a modificação no tempo de reação manual após treinamento com neurofeedback, através do aumento da amplitude de SMR, identificado na região Cz, em pessoas idosas.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- a) Apresentar os principais protocolos de neurofeedback utilizados em idosos, bem como os principais resultados;
- b) Identificar relação de variáveis sociodemográficas e o Teste de Simon;
- c) Apresentar os principais protocolos de neurofeedback utilizados em idosos, bem como os principais resultados;
- d) Examinar se o tempo de reação manual no teste de Simon é influenciado pelo treinamento com neurofeedback, comparando as médias obtidas nos momentos pré e pós-intervenção e também entre os grupos controle e experimental;
- e) Examinar se a assertividade no teste Simon é influenciada pelo treinamento com neurofeedback (através do protocolo SMR), comparando o percentual de acertos os momentos pré e pós-intervenção e também entre os grupos controle e experimental;
- f) Investigar se existe influência do treinamento com neurofeedback na dimensão do Efeito Simon;
- g) Identificar se há redução do Efeito Simon após o programa de treinamento com neurofeedback (protocolo com SMR).

### **3 HIPÓTESE**

Tem-se como hipótese que a partir do treinamento com Neurofeedback, ocorra uma redução do Efeito Simon e diminuição nos erros por omissão e emissão nos testes de Simon. Ademais, espera-se observar um aumento da amplitude SMR na região do córtex sensório motor, sugerindo assim eficácia da técnica.

**Manuscrito 1: Neurofeedback em idosos: uma revisão sistemática**

Sobral, A.I.G. P<sup>1</sup>; Roazzi, A. <sup>2</sup>; Conde, E.F.Q.<sup>3</sup>

1. Doutoranda em Psicologia Cognitiva, UFPE; mestre em Saúde da Comunicação Humana, UFPE; Terapeuta Ocupacional-UFPE; Recife, Brasil.
2. Universidade Federal de Pernambuco, Professor Titular do Departamento de Psicologia, Núcleo de Pesquisa em Epistemologia Experimental e Cultural, UFPE, Recife, Brasil.
3. Universidade Federal Fluminense, Departamento de Psicologia, Instituto de Ciências da Sociedade e Desenvolvimento Regional, Rio de Janeiro, Brasil.

## RESUMO

O processo de envelhecimento acarreta alterações nas características neurais e na atividade cerebral, além de diminuição no desempenho de funções cognitivas, como a atenção, memória de trabalho e controle inibitório. O Neurofeedback é uma técnica de modulação das ondas cerebrais, a partir da autorregulação, em tempo real, dos padrões de atividade cerebral. Os protocolos de intervenção são descritos como essenciais para o treinamento de neurofeedback e na literatura poucos são destinados aos idosos. Diante disso, esse estudo objetivou identificar os principais protocolos utilizados em idosos e seus resultados. Foi realizado um levantamento de estudos nas bases de dados Pubmed, Web of Science, Scopus, Scielo e Lilacs, utilizando os descritores MeSH/DeCS, com terminologia em inglês, a partir do cruzamento de “Neurofeedback” e “aged”. Artigos que não utilizaram o idoso como população alvo, de revisão sistemática, bem como os que não apresentavam descritos os protocolos de intervenção foram excluídos. No total, 374 artigos foram encontrados e, após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, oito estudos foram selecionados. Pôde-se perceber que não há um protocolo de intervenção padrão e que esses são estabelecidos e adaptados para atender aos objetivos das pesquisas. O tipo de feedback mais utilizado foi o visual, a estimulação das ondas alfas foi predominante e as áreas frontais foram as que mais tiveram intervenções. Todos os estudos objetivaram identificar os efeitos do treinamento na cognição dos idosos e em 87,5% houve aumento no desempenho cognitivo. O treinamento de neurofeedback apresenta-se como ferramenta promissora para retardar o declínio cognitivo de idosos.

**Descritores:** neurofeedback, idoso, protocolo.

O neurofeedback tem sido apontado como uma ferramenta promissora para retardar o declínio cognitivo do idoso. Dessa forma, identificar os principais protocolos aplicados e os resultados encontrados nessa população, contribui para disseminação do conhecimento nessa área, visando estratégias para proteção e preservação da capacidade cognitiva do idoso e, principalmente, sua qualidade de vida.

## 1. Introdução

Caracterizado como um processo que atinge a todos os seres humanos, o envelhecimento é acompanhado por modificações físicas, cognitivas e sociais. Constitui-se de um processo dinâmico, progressivo e irreversível, ligados intimamente a fatores biológicos, psíquicos e sociais (Brito & Litvoc, 2004). Estudos têm revelado a existência de declínios cognitivos significativos durante o envelhecimento, dentre os quais se destacam alterações na atenção, memória e prejuízos nas habilidades visuoespaciais (Ska, Fonseca, Scherer, Oliveira, Parente & Joannette, 2009; Nordon, Guimarães, Yuriko, Sabbadin & Vicente, 2009; Fehine & Trompieri, 2015). Tais condições têm sido relacionadas com alterações morfofuncionais na conectividade de circuitos neurais, que podem acarretar redução na velocidade da condução nervosa, lentificação e restrição das respostas motoras, bem como de processos decisórios e prejuízos nas funções executivas (De Vitta, 2000; Lopes, Bastos & Argimon, 2017).

Embora o declínio cognitivo em idosos possa permanecer estável, mais da metade dos que apresentam algum comprometimento na cognição acabam desenvolvendo algum tipo de demência no período de cinco anos após os primeiros sintomas (Rabelo, 2009). Mais especificamente, estatísticas apontam que idosos saudáveis apresentam risco de 1% a 2% de evoluírem para a Doença de Alzheimer, contudo, esse índice aumenta para 10% a 15% ao ano, em pessoas que apresentam Comprometimento Cognitivo Leve (CCL) (Bruscoli & Lovestone, 2004), que pode ser considerado um processo de transição entre o envelhecimento saudável e a demência leve (Petersen et al., 2001), sendo algumas vezes apresentado como estágio pré-demência. Esses impactos acabam por afetar a funcionalidade, o exercício da cidadania e a qualidade de vida dessas pessoas, o que estimula a adoção de estratégias específicas para minimizar os efeitos negativos do envelhecimento.

A Estimulação Cognitiva em idosos é uma das estratégias que pode ser utilizada visando melhora na performance cognitiva, além disso, está associada a um menor risco de declínio cognitivo e menor incidência de quadro depressivo (Apóstolo, Cardoso, Marta & Amaral, 2011). Utilizando recursos mais simples (lápiz, papéis e figuras) ou recursos mais sofisticados, como os tecnológicos (tablets, computadores) e influenciado pelo número de sessões e duração da intervenção proposta (Zimmer, Marchi & Colussi, 2017) estudos apontam que o treinamento cognitivo traz efeitos benéficos no funcionamento

cognitivo de idosos (Irigary & Schneider, 2012; Emsaki, NeshatDoost, Tavakoli & Barekattain, 2017).

Outro fator protetivo à condição cognitiva do idoso é a realização de atividades físicas. Estudo realizado alerta para o fato de que a inatividade aumenta com a idade, sendo que 47% dos idosos no mundo não praticam atividade física. Além disso, aponta que a inatividade é maior em mulheres do que em homens e é aumentada em países de alta renda (Hallal, Andersen, Bull, Guthold, Haskell, Ekelund et al.; 2012). A prática de exercícios físicos regularmente está associada a uma manutenção do bem-estar físico, redução do risco de doenças cardiovasculares e representa uma importante contribuição não farmacológica no sentido de atenuar a taxa de declínio cognitivo (Hernandez, Coelho, Gobbi & Stella, 2010).

Importante frisar que algumas dessas estratégias induzem a neuroplasticidade, fenômeno caracterizado pelo fortalecimento e reorganização funcional dos circuitos neuronais (Duffau, 2006), capaz de modificar estruturas e funções, através de ganhos adquiridos pela aprendizagem. Evidências científicas apontam para a existência da neuroplasticidade também em pessoas idosas, o que deixa claro que intervenções físicas e cognitivas podem aprimorar o desempenho funcional dessa população (Smith, Housen, Yaffe, Ruff, Kennison, Mahncke et al. 2009) . Atividades que estimulam a atenção, raciocínio e concentração podem favorecer o aumento da densidade sináptica, induzida pela plasticidade cerebral (Souza & Chaves, 2005).

Uma técnica de treinamento cerebral que tem ganhado evidência e se destacado cada vez mais na literatura por seu potencial em promover saúde física e mental, chama-se Neurofeedback (NF). Trata-se de uma forma de neuromodulação, fundamentada no condicionamento operante, que se baseia tanto na captação e registro da atividade elétrica cerebral, quanto no feedback visual e auditivo desses padrões fisiológicos ao sujeito, através de uma interface lúdica, permitindo assim a autorregulação da atividade cerebral (Sitaram, Ros, Stoeckel, Haller, Scharnowski, Lewis-Peacock et al., 2017).

Diante de diversos marcadores fisiológicos já bem conhecidos e estudados, os objetivos podem se estabelecer na realização de um programa de treinamento em que o indivíduo possa aprender a modificar padrões de atividades neurais disfuncionais. A atividade cerebral pode ser identificada através da utilização do eletroencefalograma (EEG), ressonância magnética funcional (fMRI) ou ainda, através da espectroscopia por infravermelho funcional (fNIRS). E o treino, realizado a partir de protocolos específicos,

promove, devido à neuroplasticidade, uma reorganização cerebral a partir de mudanças corticais observadas no pós-treino (Sitaram et al., 2017).

Os treinamentos se estabelecem a partir de uma interface entre o cérebro-computador, que é capaz de registrar e retroalimentar a atividade cerebral (EEG, HEG, fMRI) (Gomez-Pilar, Corralejo, Nicolas-Alonso, Álvarez & Hornero, 2016; Gomes, Ducos, Gadelha, Ortiz, Van Deusen, Akiba et al., 2018; Sherwood, Kane, Weisend & Parker, 2016). Mais especificamente, na medida em que o indivíduo consegue atingir os objetivos do treinamento (aumentar, diminuir ou manter um padrão de atividade neural específico), o sistema viabiliza a retroalimentação do sinal em tempo real, que serve como reforço e acontece a partir do estabelecimento de uma dinâmica lúdica com a utilização de músicas, jogos e vídeos.

Através da capacidade adaptativa que o cérebro possui a partir da experiência e da aprendizagem, o praticante torna-se mais consciente e capaz de modular intencionalmente a própria atividade cerebral e os estados cognitivos relacionados (Londero & Gomes, 2014).

Dias (2010) afirma que a essência do trabalho com a técnica do NF é a aplicação de protocolos de intervenção. Poucos desses possuem uma vasta utilização, enquanto que vários outros são utilizados como medidas complementares à complexidade de determinados casos clínicos e/ou com finalidade experimental. Normalmente, a disposição dos eletrodos no escalpo obedece ao Sistema Internacional 10-20, onde os sinais são captados, enviados a um amplificador que filtra e amplifica os sinais. Softwares específicos transformam os sinais em informações inteligíveis e quando o sujeito em treinamento atinge as metas estabelecidas, recebe um sinal como reforço, que constitui o feedback ou retroalimentação.

O estudo de Vernon e colaboradores (2003) teve como objetivo avaliar os efeitos do NF no desempenho cognitivo de 30 estudantes de medicina, saudáveis, distribuídos randomicamente em três grupos. O primeiro grupo treinou o aumento de teta e a inibição de alfa e delta; o segundo grupo, treinou o aumento de SMR e a inibição de teta e beta; e, o terceiro grupo, não realizou o treinamento de NF, servindo como grupo controle. Todos os participantes realizaram testes de atenção e memória semântica antes e após o treinamento, que consistiu de oito sessões, duas vezes por semana e com duração de 15 minutos cada. Como resultado, foram identificadas alterações no EEG no segundo grupo,

acarretando melhora nos testes cognitivos realizados na avaliação. Esse estudo sugere que o NF pode influenciar o processamento cognitivo de indivíduos saudáveis.

Em idosos, a prática do NF pode envolver indivíduos saudáveis, bem como indivíduos com distúrbios neurológicos como Doença de Alzheimer e Doença de Parkinson e os objetivos variam desde aumento da capacidade cognitiva à melhora na condição motora (Angelakis, Stathopoulou, Frymiare, Green, Lubar & Kounios, 2007; Luijmes, Pouwels & Boonman, 2016; Azarpaikan, Torbati, & Sohrabi, 2014).

Visando identificar as alterações eletroencefalográficas de idosos saudáveis a partir de um novo protocolo de treinamento com NF, Angelakis et al. (2007) identificaram que o treino para aumento da frequência do pico de ondas alfas (10-11 Hz) pode melhorar a velocidade de processamento cognitivo e alguns componentes, como memória operacional, memória visual, memória de palavras e recall de história. Já o aumento da amplitude de ondas alfas melhora as habilidades verbais, visuais e memória de trabalho, embora, piore a velocidade de processamento e funções executivas.

Em uma revisão sistemática realizada a partir de buscas nas bases de dados Pubmed e Scopus e com o objetivo de apresentar e sistematizar as principais conclusões de estudos que utilizaram o NF, Dias (2010) encontrou 310 artigos completos, que identificaram a efetividade da técnica em indivíduos com alguns distúrbios como Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH), Estresse, entre outros, mas apenas um estudo utilizou o NF com a finalidade de verificar o aumento da capacidade cognitiva de idosos.

No entanto, embora a utilização do NF como ferramenta clínica tenha sido amplamente utilizada em países europeus e nos Estados Unidos, ainda se encontra incipiente no Brasil (Muratori & Muratori, 2012). Sua aplicação tem sido realizada no tratamento de distúrbios psicológicos como o stress pós-traumático (Franco & Abenia, 2018) e TDAH (transtorno de déficit de atenção e hiperatividade) (Dahan, Ryder & Reiner, 2016), em alterações neurológicas como no acidente vascular cerebral (AVC) (Savelov, Shtark, Mel'nikov, Kozlova, Bezmaternykh, Verevkin et al., 2019), Doença de Parkinson (Fukuma et. al., 2018), Doença de Alzheimer (Hohenfeld et al., 2017), bem como para a melhoria de capacidades sujeitos saudáveis (Altan, Berberoglu, Canan & Dane, 2016).

Diante das demandas e desafios identificados para a promoção da saúde dos idosos e todo o potencial clínico da técnica NF, a presente pesquisa tem como objetivo principal elencar os principais estudos e protocolos que envolvem o treinamento de NF na população idosa. Não obstante, essa revisão sistemática fornecerá informações acerca do estado da arte das intervenções com NF em idosos, caracterizará os principais protocolos utilizados, bem como os efeitos mais relatados, considerando as diferentes estratégias metodológicas e seus principais resultados em indivíduos nessa faixa etária.

## **2. Métodos**

Para essa revisão, foi aplicado o modelo Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA), que consiste em uma ferramenta que auxilia os pesquisadores durante a construção do processo de revisão, além de colaborar para uma comunicação transparente e na qualidade da apresentação textual de revisões sistemáticas, a partir de um check list de itens essenciais (Pádula et al., 2012).

Os artigos selecionados foram discutidos, tendo a questão norteadora apresentada através da seguinte pergunta: Quais os principais protocolos de NF utilizados em idosos e os principais resultados. Algumas etapas foram delineadas, a saber: a escolha pelo tema a ser investigado, a elaboração da pergunta norteadora, a seleção das bases de dados, a definição dos critérios de inclusão e exclusão, a seleção e avaliação dos artigos pré-selecionados, extração e interpretação dos dados dos artigos elegíveis e, por fim, a elaboração das principais conclusões. A seleção dos estudos ocorreu nos meses de Dezembro/2018 e Janeiro/2019, por dois pesquisadores, de forma independente e cega, tendo sido estabelecidos previamente os critérios de exclusão e inclusão.

As bases de dados consultadas correspondem ao Pubmed, Web of Science, Scopus, Scielo e Lilacs, tendo sido utilizados apenas descritores MeSH, indexados no DeCS (descritores em ciências da saúde) com terminologia em inglês, a partir do cruzamento de “Neurofeedback” e “aged”. Além disso, as referências bibliográficas dos artigos encontrados e com relevância ao objeto desse estudo foram consultadas. Não houve restrição de tempo de publicação visando identificar o maior número de artigos possíveis.

Para serem elegíveis a esse estudo os artigos foram submetidos a alguns critérios, sendo esses: estarem disponíveis em sua forma completa, ter idosos como população de estudo, conter um dos descritores em um dos campos de busca, tais como, título, resumo

ou metodologia. Foram excluídos artigos de revisão sistemática, de estudo de caso ou preliminar, assim como artigos que não apresentassem a descrição completa da metodologia utilizada para o treino de NF.

A elegibilidade do estudo se deu a partir de uma sequência de etapas. Inicialmente, um dos descritores já mencionados deveria aparecer no título. A partir dessa identificação, os artigos eram selecionados para leitura do resumo. Nos casos em que a leitura do resumo não era suficiente para estabelecer se o artigo deveria ser incluído, complementava-se com a leitura da metodologia. Concluída a etapa descrita, os artigos seguiam para a leitura na íntegra e, só então, a sua elegibilidade era dada.

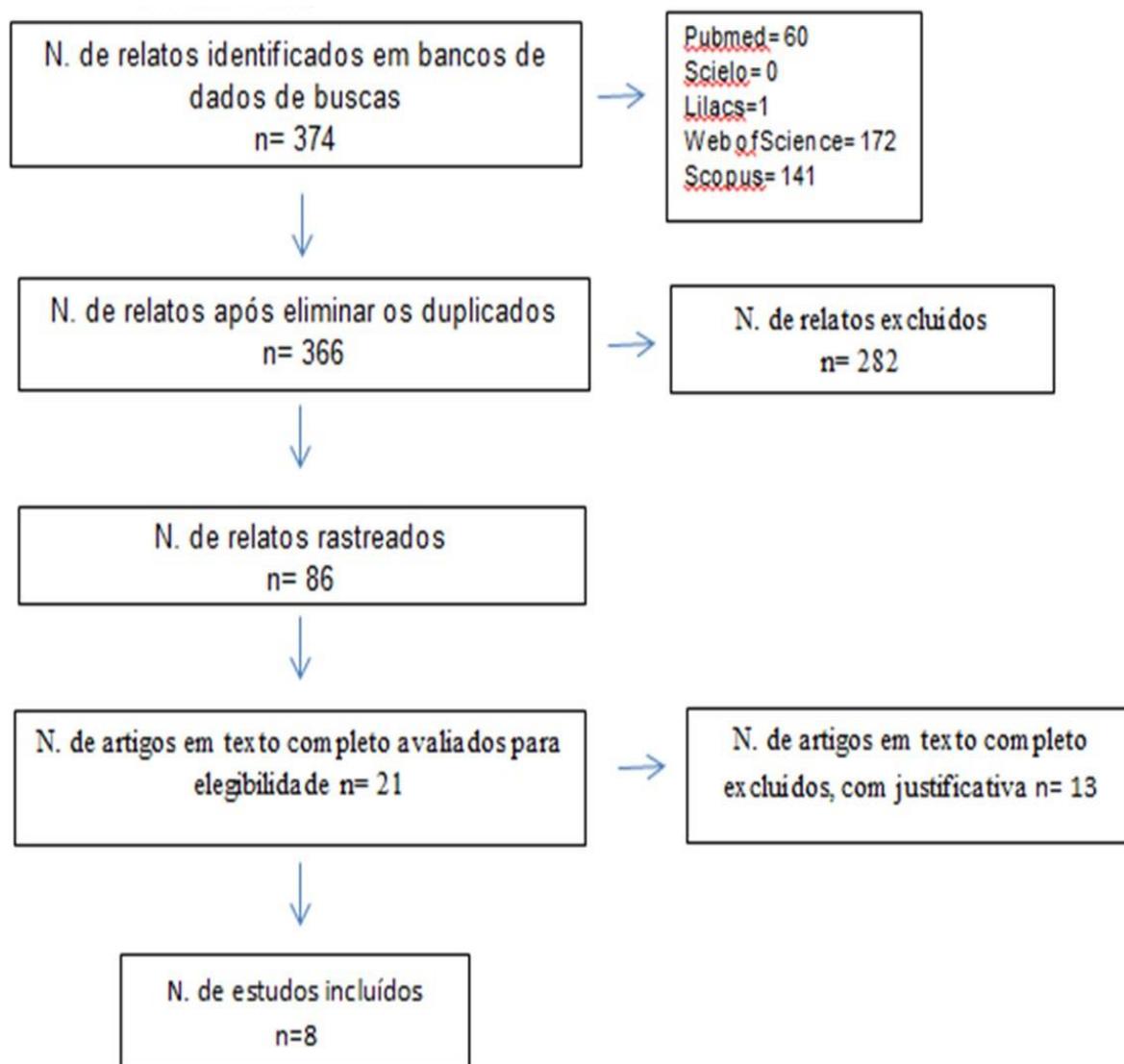
A análise dos estudos encontrados foi realizada de forma descritiva, sendo os artigos caracterizados segundo as seguintes variáveis: ano de publicação, autor, amostra, metodologia/protocolo utilizado, tempo de intervenção e principais resultados encontrados.

### **3. Resultados**

Foram encontrados 374 artigos a partir da busca de descritores nas bases de dados, sendo 60 na PUBMED, 172 na Web of Science, 1 no LILACS, 0 no Scielo e 141 no SCOPUS. Não foram evidenciados artigos com esses descritores na base de dados do Scielo.

Após exclusão dos trabalhos repetidos (oito artigos) foi realizada a leitura de títulos dos 368 artigos restantes. Desses, 282 foram excluídos, totalizando 86 estudos para leitura de resumo e da metodologia. Logo após, os 21 estudos foram submetidos a leitura completa, totalizando oito artigos incluídos no presente estudo. A Figura 1 apresenta a descrição das etapas percorridas.

Figura.1. Fluxograma de identificação e seleção dos artigos para revisão sistemática sobre utilização do neurofeedback em idosos



Os oito artigos selecionados para a realização deste estudo foram publicados no período compreendido entre os anos de 2014 e 2018. Em 2016 e 2017, houve um aumento no número de pesquisas publicadas, com dois estudos em cada ano citado.

Com relação ao número de participantes, a média foi de 30 indivíduos. O estudo que menos envolveu participantes teve 14 integrantes. Como se trata de uma pesquisa que contou com o critério de inclusão artigos com indivíduos idosos, todos os estudos recrutados contaram com a participação de pessoas acima dos 60 anos, exceto um, que recrutou indivíduos a partir dos 55 anos. Cerca de 90% dos estudos utilizaram idosos saudáveis, apenas um contou com a participação de idosos que sofreram um Acidente Vascular Cerebral.

Pôde-se perceber que houve unanimidade no tipo de pesquisa desenvolvida, sendo todas intervencionistas. De forma complementar, os estudos contavam com a aplicação de testes cognitivos no pré e pós-treinamento, a fim de gerar dados para comparação de desempenho e comprovação do efeito do treinamento desenvolvido. Além disso, todos os estudos apresentavam como objetivo a identificação de um tipo de protocolo de treinamento de NF na capacidade cognitiva dos participantes.

Não houve uniformidade na metodologia dos estudos, embora, evidenciou-se unanimidade na disposição dos eletrodos no escalpo, sendo baseada no Sistema Internacional 10-20. Com relação aos protocolos de intervenção, vários foram utilizados envolvendo principalmente ondas alfa, beta e gama.

Nota-se uma grande diversidade na forma de condução do treinamento. Os estudos foram desenvolvidos com treinamento total que variavam de oito a dez sessões. A frequência do treinamento também variou de uma a cinco vezes por semana. Com relação ao tempo de intervenção, aproximadamente, 38% dos artigos selecionados apresentaram 30 minutos, embora, tenha sido observada uma variação de 10 a 90 minutos por intervenção.

Vários foram os testes utilizados para a realização das avaliações cognitivas, mas alguns foram utilizados em dois ou mais estudos, a saber: Mini Exame do Estado Mental (MEEM), Avaliação Cognitiva Montreal (MoCA), Span de Dígitos e testes neuropsicológicos de Lúria.

Em relação aos principais resultados, cerca de 90% dos estudos apresentam evidências de que o treinamento de NF aumenta a capacidade cognitiva do indivíduo, a partir do treinamento de diversas ondas e regiões cerebrais.

Os estudos estão descritos mais detalhadamente no Quadro 1.

Quadro 1. Descrição dos artigos selecionados.

<b>Autor (es)</b>	<b>Característica das amostras</b>	<b>Objetivos</b>	<b>NF</b>	<b>Protocolos</b>	<b>Principais Instrumentos Avaliação Cognitiva</b>	<b>Principais resultados</b>

Reis et al., 2016	30 participantes Idade média 65,95 anos 4 grupos: - NF(9); NFTC (8); TC (7) e NF simulado (6)	identificar os efeitos de um protocolo curto e intensivo de NF alfa e teta no desempenho da MT e explorar os efeitos de uma abordagem multimodal: NF e tarefas cognitivas.	Visual Representação de neurônios e uma chama Aumentar uma barra azul (que simboliza a água) saindo do neurônio até chegar à chama O comprimento máximo da barra correspondeu a 95% da amplitude máxima medida durante a linha de base ativa, em	Aumento do Poder Spectral de Alfa e Teta  8 sessões de 30 minutos Canais:Fp1, Fp2, Fz e Pz;  Feedback: Fz Protocolos: a) NF e NF simulado: 6 blocos de 5 min; b) NFTC 3 blocos de 5 min e 5 blocos de 3 min de tarefas	MMSE MOCA D.Direc TRM Span de dígitos	NF: melhoras no Span de dígitos e TRM; NFTC: tendência a aumentar o TRM; TC: não aumentou scores nos testes cognitivos NFS: tendência a aumentar alfa Protocolo intensivo de
----------------------	---	---	---	---	--	---

			um ritmo específico	cognitivas; c) TC 10 blocos de 3 min de tarefas cognitivas		treinamento de NF sem intervalo pode ser adequado para um aprendizado apropriado da modulação do EEG
Reis et al., 2015	14 participantes Acima dos 55 2 grupos: NF(8) e Sham(6).	Avaliar os efeitos de um treinamento intensivo sem intervalo no EEG de alfa e teta no desempenho cognitivo de idosos	Visual Não especificado	Aumento do Poder Spectral de Alfa e Teta 8 sessões de 30 minutos, diariamente. Feedback: Fz Eletrodos: Fp1, Fp2, Fz e Pz; Terra: frontal; Referência: Fcz ou Cz	Bateria Neurocognitiva MEEM Span de dígitos TRM	Grupo NF: melhoras em todas as tarefas cognitivas;  NF e Sham tendem a aumentar alfa;  NF: aumentou teta
da Paz et al., 2018	17 participantes Idade média: Média 69,05 Três grupos: NF (7), Sham (6) e NNF(4).	Identificar se o protocolo SMR pode melhorar o desempenho da memória de trabalho em idosos	Visual  Feedback em forma de animação de figura pictórica era fornecido quando o participante aumentava o SMR em 10% da linha base	Aumento do SMR 10 sessões; 2x por semana; 10 minutos  Eletrodo: Cz  3 min de NF distribuído em três blocos.  Referência e Terra: lóbulos da orelha esquerda e direita	Philadelphia Brief Assessment of Cognition-PBAC  Inventário de Depressão de Beck-BDI  Beck Anxiety Inventory-BAI  Delayed Matched to Sample Task	Grupo NF: maior número de respostas corretas após intervenção em comparação ao grupo Sham e um número ainda maior de respostas corretas em comparação ao grupo NT
Hohenfeld et al., 2017	26 participantes Média 64,56 três grupos: GE, Sham saudável, DAP	Identificar o se o paradigma de treinamento aumentaria o desempenho da memória visuoespacial e induziria mudanças na estrutura e função cerebral em regiões relacionadas à memória visuoespacial, imagética mental e controle cognitivo (giro parahipocampal)	Visual A ativação cerebral: visualizada a partir de uma barra de termômetro cor do estímulo visual: amarela indicava linha de base; verde: regulação  Regulação positiva: lembrar e imaginar o caminho que aprenderam no T1 ativação cerebral	Aumento da ativação cerebral 3 sessões; 1 vez por dia com intervalo de tempo entre 2-7 dias 40-45 minutos NF rtfMRI  Regiões: -GE e DAP: PHG esquerdo  -Sham-saudável: uma região do córtex somatossensorial primário esquerdo	SKID I Inventário de Depressão Beck II (BDI-II) MoCA Trail Making testes A e B Visual Patterns Test	Sham saudável e DAP apresentaram mudanças estruturais nas áreas precuneus, frontal e occipital;  Melhoras na memória visuoespacial no GE e no DAP;  GE: aumento da ativação do PHG;  Sham: estável mas apresentou menos ativação durante a regulação positiva DAP: mudanças de conectividade

						e volume de massa cinzenta
Staufenbiel et al., 2014	20 participantes  2 grupos: GG E GB;  Média GGama: 69,2 anos  Média GBeta: 66,4 anos	Investigar se os protocolos gama e beta aumentam o desempenho cognitivo de idosos.	Auditivo GGama: tom - potência gama de Fz excedeu um limite superior  GBeta: tom foi gerado sempre que a potência de energia de Fz excedeu o limite superior  Limites: ajustados para o nível de potência que seria ultrapassado em 75% da potência na janela anterior	Aumento de beta e gama Auditivo (tons de sons padrão do Windows) 8 sessões dentro de 3 semanas; 30 minutos Registro do EEG: F3, F4, Cz, C3, C4. Eletrodo do NF: Fz Terra: Fpz Referência: mastóide esquerda	Raven's Standard  Progressive Matrices; Questionário subjetivo sobre apetite, sono, concentração; Binding task; Tarefas de memória	treinamento de NF gama não afetou a inteligência, a memória nem o bem-estar subjetivo; a potência beta não se correlacionou com um aumento da memória de familiaridade e mostrou uma correlação negativa com a memória de recordação
Gomez-Pilar et al. 2016	63 participantes  2 grupos: GC e GE  Média GE: 68,3  Média GC: 68	Identificar melhora das funções cognitivas a partir de um treinamento de NF com uma BCI baseada em imagens motoras	Visual  imaginar movimentos da mão para levar o cursor ao alvo correto  Identificação do ERS/ERD das frequências alfa e beta EEG	NF: modulação voluntária de EEG em torno de 12, 18 e 21 Hz  5 sessões, 1x por semana. oito eletrodos ativos: (F3, F4, T7, C3, CZ, C4, T8, e Pz NF: C3, Cz e C4 Área: centroparietal Terra: AFz Referência: lóbulo auricular	Teste Neuropsicológico Lúria com 9 subtestes em 5 áreas: visuoespacial, linguagem oral, memória, inteligência e atenção	Melhora de quatro funções cognitivas: visuoespacial, linguagem, memória e intelectual.
Gomez-Pilar et al., 2014	40 participantes Dois grupos: GE e GC  Média GE: 67,6  Média GC: 69,5	Avaliar alterações cognitivas e identificar se NF pode prevenir efeitos do envelhecimento	Visual NF: 5 jogos diferentes controlados por imagens motoras  Maior nível de dificuldade a cada sessão	NF: modulação voluntária de EEG  5 sessões 1 vez por semana.  8 eletrodos ativos: F3, F4, T7, C3, CZ, C4, T8, e Pz  Referência: auricular Terra: AFz.	Teste Neuropsicológico Lúria com 9 subtestes em 5 áreas: visuoespacial, linguagem oral, memória, inteligência e atenção	Diferenças significativas no grupo experimental em todas as características avaliadas, exceto para controle atencional
Kober et al., 2017	26 participantes  Dois grupos: GE e GC  GE: 2 pacientes com AVC  GC: 24 idosos  Média GC: 63  Média GE: 72,5;	Investigar os efeitos do treinamento NF sobre a atividade cerebral elétrica e a distribuição topográfica da atividade de EEG nas funções cognitivas de pacientes com acidente vascular cerebral crônico.	Visual NF: barras com movimentos verticais  Quando aumenta o poder alfa superior acima de um limiar individual predefinido (potência média de linha de base e execuções anteriores), pontos eram atribuídos o	Aumentar o poder de alfa superior (10-12 Hz)  Eletrodo de feedback: Pz.  Terra: mastoide direita;  Referência: mastóide esquerda.  Até 10 sessões de NF	Testes neuropsicológicos; Atenção: Prontidão do Teste de Desempenho Atencional (TAP); Processos inibidores avaliados com o subtest Go / No go da bateria de teste TAP; VVM: memória verbal; Dígito Span	Sujeito A: melhorias na memória de curto prazo e na de longo prazo;  Sujeito B: melhora em uma tarefa de memória de longo prazo e no subteste Flexibilidade do TAP;

			conteúdo da barra aumentava	45 minutos cada 3-5 vezes por semana.		Reorganização cortical em um paciente com acidente vascular cerebral com padrões patológicos de ativação de EEG  GC: sem alterações significativas
--	--	--	-----------------------------	--	--	--

NF: NF; MT: memória de trabalho; NFTC: NF treino cognitivo; TC: treino cognitivo; MMSE: Mini Exame do Estado Mental; MOCA: Avaliação cognitiva Montreal; TRM: Teste de rotação Matricial; GDS: Escala de depressão Yesavage, NT: nenhum treinamento; IS: idosos saudáveis; DAP: Doença de Alzheimer Prodromica; GI: grupo de intervenção; DAP: pacientes com doença de Alzheimer; PHG: Giro parahipocampal; GG: grupo gama; GB: grupo beta; GE: grupo experimental; BCI: Interface cérebro computador.

#### 4. Discussão

Nos últimos anos é possível perceber o aumento na produção científica que trata a temática da utilização do treinamento de NF em idosos (Angelakis et al., 2007; Emsaki, NeshatDoost, Tavakoli & Barekatin, 2017; Lopes, Bastos & Argimon, 2017), esse fato pode ser atribuído ao crescimento mundial dessa população, o que desperta interesse de diversos pesquisadores de distintas áreas de conhecimento. No entanto, mesmo com um aumento relativo da quantidade de estudos nos últimos anos, ainda existem lacunas a serem exploradas, constatando-se uma carência de estudos, principalmente, na utilização desta técnica com a finalidade do aumento da capacidade cognitiva de idosos (Angelakis et al., 2007; Reis et al., 2016).

É importante salientar que houve variação quanto aos instrumentos utilizados para mensurar a capacidade cognitiva dos participantes, sendo, as avaliações cognitivas mais encontradas os testes MEEM e Span de dígitos que aparecem em 37,5% dos artigos, seguidos da bateria de testes neuropsicológicos de Lúria e MoCA que aparecem em 25%. Esses testes são amplamente utilizados em estudos envolvendo a população idosa porque são instrumentos de fácil aplicação e de grande confiabilidade (Cecato, Montiel, Bartholomeu & Martinelli, 2014; Paraizo et al., 2016) nos rastreo da capacidade cognitiva do indivíduo.

Nessa pesquisa, pôde-se perceber que os estudos foram delineados para identificar efeitos do NF em idosos saudáveis e também em idosos com algum comprometimento neurológico e/ou psicológico. Seis artigos se destinaram a estudar participantes idosos saudáveis e apenas dois estudos foram realizados com idosos com comprometimento neurológico, neste caso, Doença de Alzheimer (Hohenfeld et al., 2017) e Acidente Vascular Cerebral (Kober et al., 2017).

Na literatura, ainda pode ser destacado um tipo de delineamento amostral que se utiliza do estudo comparativo entre idosos saudáveis e jovens adultos. A exemplo tem-se a pesquisa de Wang & Hsieh (2013) que teve como objetivo identificar, em 32 sujeitos (16 idosos e 16 adultos jovens), os efeitos de 12 sessões de treinamento com NF, através do aumento da atividade teta (4-7Hz), na região Fz (frontal-medial teta), com um feedback audiovisual. O estudo conclui que houve uma tendência crescente significativa das amplitudes teta nos grupos que participaram ativamente da intervenção, resultando em melhor desempenho na memória operacional e atenção.

Hammond (2011) refere que existem várias formas inovadoras de NF que diferem dos métodos tradicionais, representando avanços tecnológicos importantes. Alguns desses métodos são a magnetoencefalografia (MEG), ressonância magnética funcional (fMRI), tomografia por emissão de pósitron (PET) e a nova espectroscopia por infravermelho próximo (fNIRS). A Eletroencefalografia (EEG) é o recurso mais utilizado (Congedo & Sherlin, 2011), o que pôde também ser evidenciado nesta revisão quando sete artigos fizeram uso deste método e apenas um estudo utilizou a fMRI.

A realização de NF a partir da fMRI, embora seja uma técnica relativamente nova, têm se mostrado eficiente em aplicações clínicas e não clínicas. Hohenfeld et al. (2017) realizaram três sessões de NF fMRI em tempo real, em 16 idosos saudáveis e 10 com Doença de Alzheimer, com duração de 45 minutos cada sessão, visando melhorar o desempenho em tarefas cognitivas. Para isso, foi utilizado um feedback visual, em forma de barras de termômetro que indicavam a ativação cerebral em áreas de interesse, que nesse caso, no grupo experimental de idosos saudáveis e no grupo de idosos com Doença de Alzheimer Prodrômica foi o Giro Parahipocampal esquerdo, já no grupo sham, foi uma região do córtex somatossensorial primário esquerdo.

No estudo acima, os indivíduos (exceto os do grupo Sham) melhoraram a ativação do Giro Para-Hipocampal e, conseqüentemente, apresentaram aumento nos índices dos testes cognitivos como, por exemplo, o MoCA, o teste de Memória visual e verbal e o de Trilhas A e B. Os resultados apontam para o fato de que o declínio cognitivo, em idosos, poderia ser neutralizado a partir da utilização do NF com essa técnica.

O EEG possui uma alta resolução temporal, ou seja, tem uma maior capacidade de captar variações nas correntes elétricas (Congedo & Sherlin, 2011), já a fMRI, possui uma maior precisão espacial e o treino apresenta resultados bastante significativos, envolvendo regiões mais profundas do cérebro (Sherwood, Kane, Weisend, & Parker, 2016). Pesquisas realizadas com a fMRI devem levar em consideração o atraso temporal, tendo em vista que a imagem apresentada leva alguns minutos para ser produzida (Soares et al., 2016). A utilização do EEG é difundida não só em pesquisas, mas, em ambientes clínicos também. Diferentemente do que ocorre com o NF com fMRI, que é mais restrito a pesquisas pois, o equipamento é de alto custo, necessita de recursos humanos capacitados e sistemas operacionais específicos (Hammond, 2011).

Quanto ao eletrodo ativo para a realização do treinamento de NF com idosos, foi observada inexistência de uniformidade. Alguns estudos utilizaram o eletrodo no Fz, Cz

ou Pz, mas a seleção desses posicionamentos esteve relacionada com o objetivo dos estudos. No estudo envolvendo indivíduos com TDAH ficou evidenciado que as regiões Cz e Fz estão relacionadas com processo afetivo e o nível de atenção do indivíduo (Arns, de Ridder, Strehl, Breteler & Coenen, 2009).

Os estudos de Vernon (2003) e Hammond (2011) identificaram que o NF quando realizado na área central (Cz) se mostra eficaz no aumento de desempenho cognitivo. Dias (2010) aponta que treinamentos realizados nessa região se tornam mais disseminados e geram efeitos mais dispersos pelas redes altamente conectadas ao córtex pré-frontal, região muito importante para a atenção.

Os resultados de um estudo de fMRI realizado por Erickson et al. (2007) comparou o desempenho comportamental de 26 idosos e 31 jovens em uma dupla tarefa cognitiva objetivando identificar o grau de plasticidade nas regiões envolvidas no gerenciamento e coordenação de execução de múltiplas tarefas em adultos e investigar se as possíveis melhorias no desempenho de dupla tarefa induzidas pelo treinamento resultam em aumento ou redução na atividade e assimetria hemisférica a partir da diferença de idades. Para o protocolo fMRI, foi empregado uma sequência rápida de imagens ecocardiográficas (EPI) com contraste de nível de oxigenação sanguínea (BOLD) que coletou 1760 imagens ponderadas por participante nos momentos pré e pós treino. Foram cinco sessões de treinamento, no período de 2-3 semanas e com duração de uma hora cada sessão.

O feedback empregado foi visual, sendo apresentado de maneira adaptativa e individual, baseado no tempo de resposta obtido no bloco de treinamento anterior. A apresentação desse limiar se deu a partir de um histograma localizado à esquerda de tela. Os resultados sugerem que o melhor desempenho da tarefa em idosos não é universalmente associado a um padrão de assimetria reduzida. Além disso, identificaram que o treinamento cognitivo melhora o desempenho comportamental e altera os padrões do funcionamento cortical, apresentando um potencial de plasticidade em indivíduos idosos.

Quanto aos tipos de protocolos de treinamento, nessa revisão identificou-se uma inexistência de protocolo padrão, convergindo com a literatura quando aponta que os estudos de intervenção com NF, voltados para a preservação de capacidades cognitivas de idosos, utilizam protocolos distintos, amostra pequena e apresentam resultados conflitantes (Reis et al., 2016). Nessa revisão, os protocolos utilizam faixas de ondas ou,

até mesmo, associação entre duas delas para identificar o efeito na cognição dos idosos, além de distintas áreas cerebrais para realização do treinamento.

Com relação às frequências de ondas treinadas, nesse estudo, pôde se perceber uma variedade, no qual foram treinadas ondas alfa, teta, beta, SMR e gama. O treinamento de ondas alfas apareceu em maior número, em 37,5% dos artigos selecionados, isso pode ser atribuído ao fato de que esse ritmo é predominante no EEG de adultos e encontra-se alterado nos idosos (Reis et al., 2016).

Sabendo que o envelhecimento diminui a concentração de alfa, Angelakis et al. (2007) objetivou a restauração do pico de alfa occipital nos idosos e, a partir do treinamento de NF identificou um aumento nas capacidades cognitivas dos participantes, principalmente, nas funções executivas e na velocidade de processamento, além de ter evidenciado mudanças na produção de alfa frontal. Grady (2008) aponta que os idosos tendem a aumentar a atividade na região frontal como forma de compensar a diminuição da atividade na área occipital.

Algumas mudanças cognitivas nos idosos são bem identificadas, entre elas, estão à lentidão no processamento da informação e o déficit no processamento inibitório (Reis et al., 2016). Um ritmo que tem sido associado à capacidade atencional, memória de trabalho e controle inibitório é denominado Ritmo Sensório Motor (SMR) (da Paz, 2018) encontrado na região somatossensorial, corresponde à frequência de 12-15 Hz (Vernon et al. 2003; Egner & Gruzelier, 2004). Kober et al. (2015) referem que a atividade motora pode interferir no processamento da informação, ocasionando uma diminuição no desempenho cognitivo e que o SMR diminui a interferência da informação somatossensorial.

Nessa revisão, um dos artigos selecionados, objetivou identificar melhoras na memória de trabalho dos idosos participantes a partir de um protocolo de treinamento de NF visual, visando o aumento de SMR, em Cz. Os resultados encontrados apontam para uma melhora cognitiva após intervenção, identificada a partir do aumento no número de respostas corretas no teste cognitivo. Há uma divergência quanto a realização do treinamento de NF SMR no aumento da performance cognitiva do idoso, isso porque, poucos estudos evidenciam melhoras significativas na memória, atenção (Marlats, Djabelkhir-Jemmi, Azabou, Boubaya, Pouwels, & Rigaud, 2019; Kober et al., 2015; Vernon et al., 2003) e tempo de reação (Egner & Gruzelier, 2004). A partir do treinamento, tem-se um melhor controle de vias somatossensoriais e somatomotoras,

além disso, o SMR aumentado resulta em um processamento da atenção mais eficiente, um processamento aprimorado de estímulos relevantes para a tarefa (Kober et al., 2015), revelando um melhor controle inibitório.

Janssen et al. (2016) relata que há uma convergência de opiniões quando se trata da necessidade dos estudos sobre o treinamento com NF serem randomizados e controlados. Dessa forma, nota-se a importância da capacidade de adequar o protocolo às demandas dos indivíduos, tendo em vista que, a idade não impede que os idosos obtenham benefícios decorrentes da aprendizagem e da autorregulação através do NF (Reis, 2016), sendo que até os processos de plasticidade cerebral permanecem na velhice e podem ser estimulados através de treinamentos específicos (Erickson et al., 2007).

Em relação ao que Reis (2016) aponta sobre resultados controversos ao se utilizar o treinamento de NF, dos oito estudos dessa revisão, apenas um não conseguiu evidenciar efeitos positivos sobre a cognição dos idosos a partir do treinamento de NF na atividade de beta e gama. Essas ondas são associadas ao funcionamento mnemônico e, além disso, em geral as ondas gama apresentam-se diminuídas no envelhecimento (Staufenbiel, Brouwer, Keizer, & VanWouwe, 2014).

No estudo de Staufenbiel et al. (2014), o treinamento de NF consistiu de oito sessões de 30 minutos em dois grupos (grupo teta e grupo gama) contendo dez participantes em cada. O protocolo aplicado utilizou o feedback auditivo no Fz, visando estimular o aumento na potência das respectivas ondas. Como resultado, foi identificado que o treinamento de NF gama não afetou a inteligência, a memória nem o bem-estar subjetivo; e, o treinamento da onda beta, não se correlacionou com um aumento da memória de familiaridade e mostrou uma correlação negativa com a memória de recordação. Os autores apontam que o NF auditivo (nesse caso, o aprendizado se deu por meio de bips) pode não ter sido ideal para esse grupo de participantes e atribuem ao fato de que a motivação é um fator importante e que deve ser levado em consideração durante o planejamento da intervenção.

Nijboer et al. (2008) realizaram três sessões do treinamento de NF auditivo e visual, em 16 participantes, a partir do aumento e diminuição do SMR. Os resultados indicam que o grupo que recebeu o feedback visual apresentou desempenho superior ao grupo do feedback auditivo, embora, esse último tenha apresentado um maior número de respostas corretas. Suportando os achados acima, o estudo de McCreadie, Coyle, & Prasad (2012) obteve resultado semelhante.

Arns et al. (2017) relatam que o número de sessões e de reforços positivos, o tempo de treinamento e as instruções oferecidas são critérios que devem ser observados para um melhor aproveitamento da técnica. Além disso, Nijboer et al. (2008) apontam que humor e motivação desempenham papel importante na aprendizagem de uma interface cérebro-computador.

Outro ponto observado nessa revisão diz respeito ao número variado de sessões de treinamento. Em 37,5% dos estudos foi identificado o número de oito sessões, sendo os demais distribuídos na frequência de três, cinco e dez sessões de treinamento. Como em apenas um dos estudos encontrados não foi observado efeitos positivos na intervenção com NF, não é possível determinar que a quantidade de sessões de treinamento seja um fator decisivo na avaliação de sua eficácia.

Apesar da considerável pesquisa citada nessa revisão, os estudos na área de NF ainda são poucos (Santana & Bião, 2018), principalmente, voltados à população idosa (Angelakis et al., 2007; Wang e Hsieh, 2013; Reis et al., 2016). Dessa forma, analisando os estudos apresentados pode-se concluir que o NF parece uma ferramenta promissora para essa população.

## **5. Conclusão**

Os grandes achados a partir desta revisão sistemática, identificou-se que a produção científica sobre a utilização do NF em idosos ainda é incipiente e por isso, carece de um maior direcionamento de estudos e protocolos nesta temática, tendo em vista que o crescimento populacional mundial emerge um olhar para as necessidades diferenciadas desses indivíduos.

Na sequência, pôde-se evidenciar que o treinamento de NF consiste em uma ferramenta de grande potencial, tendo em vista que as produções existentes referem que os idosos podem se beneficiar com o treinamento, melhorando suas capacidades cognitivas e possivelmente, a funcionalidade de circuitos neurais específicos. Em 87,5% dos estudos, os protocolos de treinamentos do NF resultaram em aumento das capacidades cognitivas estimuladas, em diferentes aspectos.

Além disto, tornou-se evidente a inexistência de um protocolo padrão, tanto para a avaliação das capacidades cognitivas quanto para a realização dos treinamentos. Sendo assim, recomenda-se a realização de estudos randomizados, com uma população mais

controlada. Ademais, a escolha do tipo de feedback, bem como todo o protocolo de treinamento deve ser adaptado e graduado a população alvo do estudo, visando melhor aproveitamento do treinamento.

Adiciona-se a isso o desenvolvimento de estudos que tenham como objetivos a identificação do potencial de NF sobre a capacidade funcional dos indivíduos bem como sua qualidade de vida.

Por fim, apesar do número pequeno de estudos encontrados, nosso trabalho reforça o entendimento de que o número de pesquisas utilizando esta temática precisa de um recrudescimento, tendo em vista o potencial do NF como uma ferramenta não medicamentosa que pode ser aplicada em idosos. Os resultados dessa revisão reforçam a ideia de que o treinamento com NF melhora o desempenho dos componentes cognitivos de idosos e que pode ser uma importante ferramenta para aumentar a qualidade de vida e ampliar o exercício da cidadania nessa população.

## Referências

- Altan, S., Berberoglu, B., Canan, S., & Dane, Ş. (2016). Effects of neurofeedback therapy in healthy young subjects. *Clinical & Investigative Medicine*, 39(6), 27-30.
- Angelakis, E., Stathopoulou, S., Frymiare, J. L., Green, D. L., Lubar, J. F., & Kounios, J. (2007). EEG neurofeedback: a brief overview and an example of peak alpha frequency training for cognitive enhancement in the elderly. *The clinical neuropsychologist*, 21(1), 110-129.
- Apóstolo, J. L. A., Cardoso, D. F. B., Marta, L. M. G., & Amaral, T. I. D. O. (2011). Efeito da estimulação cognitiva em Idosos. *Revista de Enfermagem Referência*, (5), 193-201.
- Arns, M., De Ridder, S., Strehl, U., Breteler, M., & Coenen, A. (2009). Efficacy of neurofeedback treatment in ADHD: the effects on inattention, impulsivity and hyperactivity: a meta-analysis. *Clinical EEG and neuroscience*, 40(3), 180-189.
- Azarpaikan, A., Torbati, H. T., & Sohrabi, M. (2014). Neurofeedback and physical balance in Parkinson's patients. *Gait & posture*, 40(1), 177-181.
- Brito, F., & Litvoc, C. J. (2004). Envelhecimento - prevenção e promoção de saúde. In: F. Brito, & C. J. Litvoc, *Conceitos básicos* (pp. 1-16). São Paulo: Atheneu.
- Bruscoli, M. &. (2004). Is MCI really just early dementia? A systematic review of conversion studies. *International Psychogeriatrics*, 16(2), pp. 129-40.
- Cecato, J. F., Montiel, J. M., Bartholomeu, D., & Martinelli, J. E. (2014). Poder preditivo do MoCa na avaliação neuropsicológica de pacientes com diagnóstico de demência. *Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia*, 17(4), 707-719.
- Congedo, M., & Sherlin, L. (2011). EEG source analysis: Methods and clinical implications. In *Neurofeedback and Neuromodulation Techniques and Applications* (pp. 25-433). Academic Press.
- Dahan, A., Ryder, C. H., & Reiner, M. (2018). Components of motor deficiencies in

- ADHD and possible interventions. *Neuroscience*, 378, 34-53.
- da Paz, C., Kouzak, V., Garcia, A., Campos da Paz Neto, A., & Tomaz, C. (2018). SMR neurofeedback training facilitates working memory performance in healthy older adults: A behavioral and EEG study. *Frontiers in behavioral neuroscience*, 12, 321.
- De Vitta, A. (2000). *E por falar em boa velhice*. Campinas: Papirus.
- Dias, Á. M. (2010). Tendências do neurofeedback em psicologia: revisão sistemática. *Psicologia em estudo*, 15(4), 811-820.
- Doppelmayr, M., & Weber, E. (2011). Effects of SMR and theta/beta neurofeedback on reaction times, spatial abilities, and creativity. *Journal of Neurotherapy*, 15(2), 115-129.
- Duffau, H. (2006). Brain plasticity: from pathophysiological mechanisms to therapeutic applications. *Journal of clinical neuroscience*, 13(9), 885-897.
- Egner, T., & Gruzelier, J. H. (2004). EEG biofeedback of low beta band components: frequency-specific effects on variables of attention and event-related brain potentials. *Clinical neurophysiology*, 115(1), 131-139.
- Emsaki, G., NeshatDoost, H. T., Tavakoli, M., & Barekatian, M. (2017). Memory specificity training can improve working and prospective memory in amnesic mild cognitive impairment. *Dementia & neuropsychologia*, 11(3), 255-261.
- Erickson, K. I., Colcombe, S. J., Wadhwa, R., Bherer, L., Peterson, M. S., Scalf, P. E., & Kramer, A. F. (2007). Training-induced plasticity in older adults: effects of training on hemispheric asymmetry. *Neurobiology of aging*, 28(2), 272-283.
- Fechine, B.R.A., & Trompieri, N. (2015). O processo de envelhecimento: as principais alterações que acontecem com o idoso com o passar dos anos. *InterSciencePlace*, 1(20).
- Franco, A. J. M., & Abenia, M. I. A. (2018). “Eficacia del Neurofeedback en el Trastorno de Estrés Postraumático en población adulta. Una revisión sistemática”. *Cuadernos de Neuropsicología/Panamerican Journal of Neuropsychology*, 12(1).
- Fukuma, R., Yanagisawa, T., Tanaka, M., Yoshida, F., Hosomi, K., Oshino, S., & Kishima, H. (2018). Real-time neurofeedback to modulate  $\beta$ -band power in the subthalamic nucleus in Parkinson’s disease patients. *eNeuro*, 5(6).
- Gomes, J. S., Ducos, D. V., Gadelha, A., Ortiz, B. B., Van Deusen, A. M., Akiba, H. T., & Dias, A. M. (2018). Hemoencephalography self-regulation training and its impact on cognition: A study with schizophrenia and healthy participants. *Schizophrenia research*, 195, 591-593.
- Gomez-Pilar, J., Corralejo, R., Nicolás-Alonso, L. F., Álvarez, D., & Hornero, R. (2014, August). Assessment of neurofeedback training by means of motor imagery based-BCI for cognitive rehabilitation. In *2014 36th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society* (pp. 3630-3633). IEEE.
- Gomez-Pilar, J., Corralejo, R., Nicolas-Alonso, L. F., Álvarez, D., & Hornero, R. (2016). Neurofeedback training with a motor imagery-based BCI: neurocognitive improvements and EEG changes in the elderly. *Medical & biological engineering & computing*, 54(11), 1655-1666.
- Grady, C. L. (2008). Cognitive neuroscience of aging. Year in cognitive neuroscience 2008. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1124, 127-144.
- Hallal, P. C., Andersen, L. B., Bull, F. C., Guthold, R., Haskell, W., Ekelund, U., & Lancet Physical Activity Series Working Group. (2012). Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects. *The lancet*, 380(9838), 247-257.
- Hammond, D. C. (2011). What is neurofeedback: An update. *Journal of Neurotherapy*, 15(4), 305-336.
- Hernandez, S. S., Coelho, F. G., Gobbi, S., & Stella, F. (2010). Effects of physical activity on cognitive functions, balance and risk of falls in elderly patients with Alzheimer's dementia. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 14(1), 68-74.

- Hohenfeld, C., Nellessen, N., Dogan, I., Kuhn, H., Müller, C., Papa, F., ... & Schulz, J. B. (2017). Cognitive improvement and brain changes after real-time functional MRI neurofeedback training in healthy elderly and prodromal Alzheimer's disease. *Frontiers in neurology*, 8, 384.
- Irigaray, T. Q., & Schneider, R. H. (2012). Efeitos de um Treino de Atenção, Memória e Funções Executivas na Cognição de Idosos Saudáveis. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 25(1).
- Janssen, T. W., Bink, M., Geladé, K., van Mourik, R., Maras, A., & Oosterlaan, J. (2016). A randomized controlled trial into the effects of neurofeedback, methylphenidate, and physical activity on EEG power spectra in children with ADHD. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 57(5), 633-644.
- Kober, S. E., Schweiger, D., Reichert, J. L., Neuper, C., & Wood, G. (2017). Upper Alpha based neurofeedback training in chronic stroke: brain plasticity processes and cognitive effects. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 42(1), 69-83.
- Londero, I., & Gomes, J. S. (2014). Neurofeedback hemoencefalográfico (HEG): possibilidades de aplicações no campo da saúde. *Ciências & Cognição*, 19(3).
- Lopes, R.M.F., Bastos, A., & Argimon, I. L. (2017). Treino das Funções Executivas em Idosos: Uma Revisão Sistemática da literatura. *Cuadernos de Neuropsicología*, 11(1), 11-29. doi:10.7714/CNPS/11.1.201
- Luijmes, R. E., Pouwels, S., & Boonman, J. (2016). The effectiveness of neurofeedback on cognitive functioning in patients with Alzheimer's disease: Preliminary results. *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology*, 46(3), 179-187.
- Marlats, F., Djabelkhir-Jemmi, L., Azabou, E., Boubaya, M., Pouwels, S., & Rigaud, A. S. (2019). Comparison of effects between SMR/delta-ratio and beta1/theta-ratio neurofeedback training for older adults with Mild Cognitive Impairment: a protocol for a randomized controlled trial. *Trials*, 20(1), 88.
- McCreadie, K. A., Coyle, D. H., & Prasad, G. (2013). Sensorimotor learning with stereo auditory feedback for a brain-computer interface. *Medical & biological engineering & computing*, 51(3), 285-293.
- Muratori, M. F. P., & Muratori, T. M. P. (2012). Neurofeedback na reabilitação neuropsicológica pós-acidente vascular cerebral. *Revista Neurociências*, 20(3), 427-436.
- Nordon, D., Guimarães, R., Yuriko, D., Sabbadim, V., & Vicente, S. (2009). Perda cognitiva em idosos. *Revista da Faculdade de Ciências Médicas de Sorocaba*, 11(3), 5-8.
- Nijboer, F., Furdea, A., Gunst, I., Mellinger, J., McFarland, D. J., Birbaumer, N., & Kübler, A. (2008). An auditory brain-computer interface (BCI). *Journal of neuroscience methods*, 167(1), 43-50.
- Padula, R. S., Pires, R. S., Alouche, S. R., Chiavegato, L. D., Lopes, A. D., & Costa, L. O. (2012). Análise da apresentação textual de revisões sistemáticas em fisioterapia publicadas no idioma português. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 16(4), 281-288.
- Paraizo, M. D. A., Almeida, A. L. M., Pires, L. A., Abrita, R. S. A., Crivellari, M. H. T., Pereira, B. D. S & Bastos, M. G. (2016). Montreal Cognitive Assessment (MoCA) no rastreamento de comprometimento cognitivo leve (CCL) em pacientes com doença renal crônica (DRC) pré-dialítica. *J Bras Nefrol*, 38(1), 31-41.
- Petersen, R., Doody R, K., Mohs, R., Morris, J., Rabins, P., Ritchie, K., . . . Winblad, B. (2001). Current concepts in mild cognitive impairment. *Arch Neurol.*, 58, 1985-92.
- Rabelo, D. F. (2009). Comprometimento Cognitivo Leve em Idosos: avaliação, fatores associados e intervenção. *Revista Kairós Gerontologia*, 65-79.
- Reis, J.,Portugal, A.M., Fernandes, L., Afonso, N., Pereira, M., Sousa, N., & Dias, N. S. (2016). An alpha and theta intensive and short neurofeedback protocol for healthy aging working-memory training. *Frontiers in aging neuroscience*, 8, 157.
- Reis, J.,Portugal, A.M., Pereira, M. R., & Dias, N. (2015). Alpha and theta intensive

- neurofeedback protocol for age-related cognitive deficits. In *2015 7th International IEEE/EMBS Conference on Neural Engineering (NER)* (pp. 715-718). IEEE.
- Savelov, A. A., Shtark, M. B., Mel'nikov, M. E., Kozlova, L. I., Bezmaternykh, D. D., Verevkin, E. G., ... & Rudych, P. D. (2019). Prospects of Synchronous fMRI-EEG Recording as the Basis for Neurofeedback (Exemplified on Patient with Stroke Sequelae). *Bulletin of experimental biology and medicine*, *166*(3), 390-393.
- Sitaram, R., Ros, T., Stoeckel, L., Haller, S., Scharnowski, F., Lewis-Peacock, J., ... & Birbaumer, N. (2017). Closed-loop brain training: the science of neurofeedback. *Nature Reviews Neuroscience*, *18*(2), 86.
- Santana, C. C., & Bião, M. A. S. (2018). Eficácia do neurofeedback no tratamento da ansiedade patológica e transtornos ansiosos: revisão sistemática da literatura. *Psicologia, Saúde & Doenças*, *19*(2), 234-242.
- Sherwood, M. S., Kane, J. H., Weisend, M. P., & Parker, J. G. (2016). Enhanced control of dorsolateral prefrontal cortex neurophysiology with real-time functional magnetic resonance imaging (rt-fMRI) neurofeedback training and working memory practice. *Neuroimage*, *124*, 214-223.
- Ska, B., Fonseca, R., Scherer, L., Oliveira, C., Parente, M., & Joannette, Y. (2009). Mudanças no processamento cognitivo em adultos idosos: déficits ou estratégias adaptativas? *Est Interdiscipl Envelhec*, *14*(1), 13-24.
- Smith, G. E., Housen, P., Yaffe, K., Ruff, R., Kennison, R. F., Mahncke, H. W., & Zelinski, E. M. (2009). A cognitive training program based on principles of brain plasticity: results from the Improvement in Memory with Plasticity-based Adaptive Cognitive Training (IMPACT) Study. *Journal of the American Geriatrics Society*, *57*(4), 594-603.
- Soares, J. M., Magalhães, R., Moreira, P. S., Sousa, A., Ganz, E., Sampaio, A., ... & Sousa, N. (2016). A hitchhiker's guide to functional magnetic resonance imaging. *Frontiers in neuroscience*, *10*, 515.
- Souza, J. N., & Chaves, E. C. (2005). O efeito do exercício de estimulação da memória em idosos saudáveis. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, *39*(1), 13-19.
- Staufenbiel, S. M., Brouwer, A. M., Keizer, A. W., & Van Wouwe, N. C. (2014). Effect of beta and gamma neurofeedback on memory and intelligence in the elderly. *Biological psychology*, *95*, 74-85.
- Vernon, D., Egner, T., Cooper, N., Compton, T., Neilands, C., Sheri, A., & Gruzelier, J. (2003). The effect of training distinct neurofeedback protocols on aspects of cognitive performance. *International journal of psychophysiology*, *47*(1), 75-85.
- Zimmer, M., Marchi, A. C. B. D., & Colussi, E. L. (2017). Treino de memória em idosos: o tablet como ferramenta de intervenção. *Psicologia, Saúde & Doenças*, *18*(2), 360-373.
- Wang, J. R., & Hsieh, S. (2013). Neurofeedback training improves attention and working memory performance. *Clinical Neurophysiology*, *124*(12), 2406-2420.

## **5 MÉTODO**

Nesse capítulo encontram-se descritos, mais detalhadamente, os procedimentos metodológicos utilizados para os manuscritos 1 e 2, mas, em virtude do número limitado de páginas para a submissão, tiveram que ser apresentados de forma resumida.

### **5.1 Tipo de Estudo**

Trata-se de um estudo quantitativo, longitudinal, analítico, quase experimental.

### **5.2 Local do Estudo**

O presente estudo foi realizado em uma sala consultório, da Universidade Aberta à Terceira Idade, localizada na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), no prédio onde funciona o Núcleo de Atenção ao Idoso (NAI).

Nesta sala, devidamente iluminada, com temperatura controlada, contém cadeiras, mesas, armários, uma maca, e uma pia para higienização.

O experimento foi realizado com atenuação luminosa e sonora, cadeira confortável, apropriada para a realização dos testes e experimentos, além de computador e acessórios necessários aos procedimentos.

### **5.3 População do Estudo**

Este estudo contou com a participação de 30 idosos proveniente da Universidade Aberta à Terceira Idade (UnATI) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Fundada em 1996, a UnATI consiste em um programa de extensão de educação permanente para pessoas idosas vinculadas ao Programa do Idoso (PROIDOSO) da Pró-Reitoria de Extensão e Cultura (PROEXT) da UFPE. Tem a finalidade de promover ações para a melhoria da qualidade de vida de idosos, através da incorporação de novos conhecimentos e integração na sociedade contemporânea, por meios de curso de educação continuada (SOUZA; FALCÃO; LEAL et al., 2007).

De caráter público, esse programa conta com docentes de vários Centros e Departamento da Universidade, além de acadêmicos e profissionais voluntários não vinculados à UFPE. Para admissão ao Programa, o participante deve ter a idade mínima de 60 anos. Não há exigência de nível de escolaridade para a maioria dos cursos oferecidos.

Os idosos elegíveis para a realização do estudo foram igualmente divididos em dois grupos. O primeiro, chamado de grupo controle, não recebeu qualquer intervenção. Já o segundo, denominado grupo experimental SMR, realizou um programa de treinamento com o neurofeedback.

#### **5.4 Critérios de Inclusão e Exclusão**

Foram incluídos idosos matriculados na UnATI no segundo semestre de 2018. Os idosos elegíveis foram submetidos a testes cognitivos, conforme descritos na coleta de dados.

Foram excluídos desse estudo idoso com doenças neurológicas, psiquiátricas, problemas ortopédicos, reumatológicos ou quaisquer outras limitações motoras ou sensoriais que poderiam comprometer a participação ou realização do estudo. Também não puderam participar idosos que fazem uso de medicações psicotrópicas, ansiolíticas, antidepressivas ou quaisquer outras que poderiam prejudicar sua participação.

#### **5.5 Coleta de Dados**

Os dados foram coletados no período de setembro a novembro de 2018, em uma sala, constituindo-se um ambiente confortável, favorecendo aos participantes privacidade e esclarecimentos antes do momento da entrevista e aplicação dos testes e intervenção.

##### *5.5.1 Instrumentos de Seleção Amostral*

###### **1- Mini-Exame do Estado Mental (MEEM)**

É um questionário de rastreio cognitivo (FOLSTEIN, 1975) (ANEXO A) utilizado mundialmente, isolado ou em conjunto com outros instrumentos de avaliação, para detectar o declínio cognitivo do indivíduo (LOURENÇO; VERAS, 2006). Apresenta o escore classificado de acordo com o grau de escolaridade. Os idosos com baixa/média escolaridade devem apresentar escore igual ou superior a 18 pontos e, maior que 26 para idosos com alta escolaridade (Bertolucci, Brucki, Campacci, & Juliano, 1994).

###### **2- Escala de Depressão Geriátrica (GDS-15)**

Aplicado para identificar alguma sintomatologia depressiva 54 (ANEXO B). Trata-se de uma escala amplamente utilizada e validada como instrumento diagnóstico de sintomas depressivos no idoso. Consiste em 15 perguntas objetivas, na qual a cada

afirmação é atribuído um ponto. Há sinal de quadro depressivo quando se obtém mais de cinco pontos (FERRARI; DELACORTE, 2007).

### 3- Inventário de Dominância Lateral de Edinburgh (Escala de Oldfield)

Instrumento utilizado para identificação da dominância manual. Consiste em um questionário composto questões de tarefas motoras, nas quais os participantes assinalaram as respostas marcando um X para identificar a lateralidade da mão utilizada na realização de cada tarefa. Trata-se de uma escala baseada no autorrelato dos participantes. O teste é composto por um conjunto de questões de tarefas motoras que são realizadas comumente pela maioria das pessoas (ANEXO C).

### 4- Questionário sociodemográfico e clínico

Coleta dos dados sociodemográficos e clínicos através de um questionário elaborado para a caracterização da amostra (APÊNDICE A). Como instrumento de avaliação, foi aplicado um questionário sociodemográfico, baseado no autorrelato, visando a obtenção de dados como: idade, sexo, estado civil, número de filhos, escolaridade, frequência de atividade física e utilização de computador.

#### 5.5.2 *Materiais e equipamentos*

- Computador (configuração: disco rígido de 500 Gb, unidade central de processamento Intel® Celeron® N2940, memória RAM de 04 Gb e sistema operacional Windows 10 Home);

- Notebook Dell Inspiron 14-5447-A40 (configuração: tela de 14”, disco rígido de 1 Tb, unidade central de processamento Intel® Core i7®, memória RAM de 16 Gb, placa de vídeo dedicada AMD Radeon 2 Gb e sistema operacional Windows 8 Professional);

- Amplificador e conversor analógico-digital 8 canais neuroBOX (neuroUP - BR), com comunicação sem fio (Bluetooth 3.0), taxa de amostragem de 250 Hz, impedância 5KOhms;

- Pasta Condutora de EEG – Carbofix;

- Software Maestro (neuroUP - BR);

- Software Bodyfeedback (neuroUP - BR);

- Software E-Prime, versão 2.0 (Psychological Software Tools, Pittsburgh, PA);

- Software SPSS para análise estatística.

### 5.5.3 Procedimentos

O idoso apto a participar do estudo foi abordado e nesse momento, foram explicados os objetivos, as condições necessárias para sua inclusão na pesquisa e os procedimentos do estudo. Concordando em participar, foram convidados a assinarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (APÊNDICE B).

Logo após, foram agendados datas e horários para que fossem submetidos à coleta de dados, propriamente dita, descrita no Aparato Experimental. Todo o processo presencial para a realização desse estudo aconteceu em 12 encontros. No primeiro, foram aplicados os questionários cognitivos para a seleção amostral. Sendo aptos a participarem do estudo, foram distribuídos aleatoriamente em dois grupos, grupo controle e grupo experimental SMR. No segundo encontro, todos os idosos realizaram o teste de Simon. E a intervenção com o NF aconteceu nos oito encontros subsequentes, apenas com o grupo experimental SMR. Após essa intervenção, ambos os grupos foram reavaliados.

## 5.6 Delineamento Experimental

### 5.6.1 Teste de Simon

O Teste de Simon consiste em um teste neuropsicológico baseado no tempo de reação manual à apresentação de um estímulo sensorial pelo computador, devendo o participante apertar uma determinada tecla no teclado selecionada de acordo com uma característica intrínseca ao estímulo, que nesse estudo, será a forma em que se apresenta (quadrado ou círculo).

O paradigma desenvolvido para esse teste utiliza o software E-prime versão 2.0 (Psychological Software Tools, Pittsburgh, PA) para apresentação do estímulo e também para registro das medidas dos tempos e da assertividade. Como estímulos visuais, foram utilizados formas geométricas monocromáticas de círculos, medindo um grau de diâmetro e, quadrados, medindo um grau de altura e um grau de lado. As figuras foram apresentadas aleatoriamente 6 graus à esquerda ou à direita e, a partir de um ponto central na tela, denominado ponto de fixação. O intervalo de apresentação dos estímulos foi randomizado e as figuras permaneceram na tela até a resposta do participante. No total foram apresentados aos indivíduos 164 trials. Desses, 20 trials fizeram parte de um ensaio que serviu apenas como treinamento inicial, visando a uma familiarização do idoso com o teste.

Os tempos de reação manual foram obtidos e armazenados no programa para identificação do Efeito Simon e análises estatísticas.

Foram considerados erros: a) por emissão: caso o participante pressione a tecla errada; b) por antecipação: quando as respostas foram dadas em tempos de até 100 ms; c) por omissão: quando as respostas forem dadas acima de 1000 ms. Como critério de validação do teste, o participante deveria atingir um mínimo de 90% de acertos.

O tempo estimado para a realização deste teste variou de três a cinco minutos por indivíduo. Os participantes deveriam selecionar a resposta o mais rápido possível, metade com a tecla direita (número 6) ao visualizarem um quadrado e a tecla da esquerda (letra A), ao visualizarem o círculo, conforme exemplificado na Figura 1.

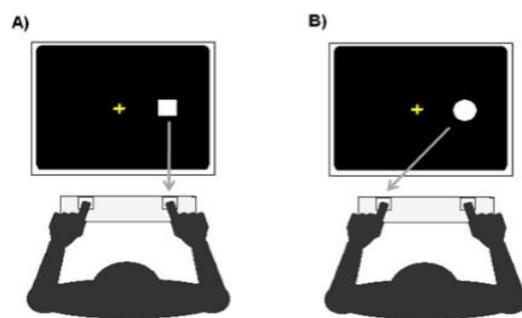


Figura 1. Modelo experimental do teste de Simon. Quando aparecer um quadrado, deve-se apertar a tecla da direita, representando uma situação correspondente (A). E quando aparecer um círculo, a tecla a ser apertada será a da esquerda, exemplificando a situação de não correspondência (B). (Reproduzida com autorização de Conde et al. 2007).

### 5.6.2 *Treinamento de Neurofeedback*

Todo o protocolo de treinamento com o neurofeedback teve como referência o delineamento da pesquisa desenvolvida por Vernom e cols. (2003), que consiste no aumento do controle da amplitude SMR (12-15 HZ) na região central que, de acordo com o Sistema Internacional 10-20 (Jasper, 1958), encontra-se no sítio Cz.

Os participantes do grupo experimental SMR foram submetidos a oito sessões de treinamento com o Neurofeedback, com frequência de duas sessões semanais, previamente agendadas, com duração de 20 minutos cada.

Em cada sessão, inicialmente, o idoso foi informado sobre os procedimentos do treinamento. Logo após, direcionado ao ambiente previamente preparado para o treinamento, no qual, encontrava-se com temperatura controlada em 22°C e a iluminação adequada. Posicionado em uma cadeira confortável e em sua frente, a 60 cm de distância, estava o notebook com tela de 14'' em que o programa foi apresentado. Em seguida, as

regiões em que os eletrodos seriam posicionados passaram por uma assepsia com uma gaze estéril umedecida com álcool etílico 70%. Feito isso, ocorreu a colocação dos eletrodos e testada a impedância do sinal, para então dar início ao programa.

Com a finalidade de captar os sinais elétricos, foram utilizados três eletrodos de ouro, um ativo, um terra e um referência. O sinal registrado se estabeleceu a partir da diferença de potencial elétrico da atividade do EEG na região Cz do escalpo para um eletrodo de referência alocado no lóbulo auricular esquerdo. O eletrodo terra foi posicionado no lóbulo auricular direito. A impedância dos eletrodos foi mantida abaixo de 5KOhms com a utilização de uma pasta condutora. Os sinais foram processados para a potência espectral através de filtros passa-banda, do tipo Butterworth, na seguinte banda: SMR (12-15 Hz).

A atividade elétrica cerebral foi representada através das modalidades sensoriais visual e auditiva e representada em tempo real. A representação audiovisual foi realizada através da aplicação Maestro (neuroUP), na qual um gráfico em linha com temática "Interestelar" era desenhado na tela de acordo com a resposta elétrica, sendo este elemento em forma de nave espacial que se deslocava para cima ou para baixo de acordo com a resposta da variação do SMR. Os feedbacks da atividade cortical eram apresentados pelo programa Bodyfeedback (neuroUP) e oferecidos aos voluntários. Ao aumentar o SMR, em detrimento das demais frequências, a "nave" era deslocada para cima; no sentido inverso, a "nave" se moveria para baixo. A modalidade sonora consistiu de notas de piano que variavam em ritmo e tom (frequência) de acordo com a resposta elétrica cerebral. A resposta auditiva era formada por notas da escala de Dó maior. Valores do SMR próximos a zero desencadeavam o toque de notas graves e com ritmo lento, e o aumento de SMR desencadeava, gradualmente, o toque de notas mais agudas e com ritmo mais rápido.

## **5.7 Análise dos Dados**

### *5.7.1 Teste de Simon*

Inicialmente foi calculada a média dos TRM (Tempo de Reação Manual). Em seguida, realizada uma análise de variância multivariada (MANOVA). As variáveis intergrupo consideradas foram o grupo controle e o grupo experimental e os momentos pré e pós intervenção. Já a variável intragrupo consistiu na resposta na tecla (esquerda/direita). Os erros também foram analisados, seguindo o mesmo delineamento estatístico dos TRM. O eta-squared parcial ( $\eta^2$ ) calculado como estimativa da magnitude

do efeito (“effect size”), pretendendo-se com isto, ilustrar a dimensão do Efeito Simon nos escores obtidos nos grupos, experimental e controle.

### **5.8 Considerações Éticas**

Esse projeto foi submetido ao Comitê de Ética em pesquisa (CEP) do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco (CCS/UFPE), e obedeceu a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (2012). A execução do presente estudo iniciou-se a partir da aprovação pelo CEP, sob o número CAEE: 82371217.2.0000.5208

Por não prever nenhum procedimento invasivo, a pesquisa não trouxe maiores riscos aos participantes, pois os testes e procedimentos empregados não causam dor nem prejuízo material ou psicológico. Entretanto, era possível que houvesse desconforto ou constrangimento durante o procedimento da coleta. Neste caso, a coleta poderia ter sido interrompida e o participante poderia retirar seu consentimento a qualquer momento.

Esse estudo beneficiou os voluntários à medida que realizaram um treinamento de neurofeedback de forma gratuita e segura, visando o aumento de seu controle inibitório. Ao término da pesquisa, serão dadas devolutivas dos resultados aos participantes e à UnATI, através da apresentação de relatório. Todos os dados coletados são confidenciais e podem ser divulgados 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 do presente estudo foram armazenados em local de uso exclusivo dos pesquisadores e serão mantidos sigilosamente por 05 anos após a realização da pesquisa. Os custos envolvidos nessa pesquisa foram de inteira responsabilidade da autora.

**Manuscrito 2: Relação entre Efeito Simon e variáveis sociodemográficas em idosos saudáveis**

Sobral, A.I.G.P<sup>1</sup>; Roazzi, A.<sup>2</sup>; Conde, E.F.Q.<sup>3</sup>

1. Doutoranda em Psicologia Cognitiva, UFPE; mestre em Saúde da Comunicação Humana, UFPE; Terapeuta Ocupacional-UFPE; Recife, Brasil.
2. Universidade Federal de Pernambuco, Professor Titular do Departamento de Psicologia, Núcleo de Pesquisa em Epistemologia Experimental e Cultural, UFPE, Recife, Brasil.
3. Universidade Federal Fluminense, Departamento de Psicologia, Instituto de Ciências da Sociedade e Desenvolvimento Regional, Rio de Janeiro, Brasil.

## RESUMO

No processo de envelhecimento são observadas alterações cognitivas que podem influenciar o desempenho dos idosos nas atividades do dia a dia. Dentre essas alterações, processos atencionais, velocidade de processamento e controle inibitório são bem destacadas. Tendo em vista que essas alterações apresentam-se de formas diferentes e são dependentes de diversos fatores, dentre eles: a idade, a condição socioeducacional, de saúde e o convívio social, o presente estudo objetivou identificar a existência de relação entre o Efeito Simon, o tempo de reação manual e as variáveis sociodemográficas em idosos ativos matriculados em um Programa de Educação Permanente, selecionados por conveniência. Para identificar o tempo de reação manual, 32 idosos realizaram o Teste de Simon, além disso, como instrumento de análise, os idosos responderam a um questionário sociodemográfico. Os dados foram analisados com nível de significância de  $p < 0,05$  e diante da não normalidade empregou-se a correlação de Spearman. Os resultados evidenciam correlações significativas positivas entre condição correspondente e idade; condição correspondente e estado civil (solteiro). A condição correspondente e a prática de atividade física se correlacionaram negativamente. Não houve correlações significativas entre a acurácia e as variáveis sociodemográficas. Com isso, pode-se perceber que diferenças individuais que abrangem aspectos genéticos, sociodemográficos, estilo de vida e saúde física podem influenciar o processo cognitivo do idoso.

**Descritores:** Efeito Simon, idoso, variáveis sociodemográficas.

Tendo em vista que o controle inibitório é uma das funções executivas essenciais para autonomia do indivíduo e que, no idoso, encontra-se alterado, identificar e destacar aspectos que podem ser alvos de estimulação/intervenção visando uma preservação da funcionalidade é fator primordial para o desenvolvimento de estratégias e políticas públicas direcionadas a essa população.

## 1. Introdução

O envelhecimento é um processo dinâmico, progressivo e inevitável que embora acarrete modificações físicas, cognitivas e sociais, deve ser visto com naturalidade, pois, algumas alterações sofridas pelo organismo são consideradas normais para essa fase (Ladeira, Maia, & Guimarães, 2017).

As principais funções cognitivas que se apresentam alteradas com o processo de envelhecimento são: atenção, memória (Irigaray, Gomes, & Schneider, 2012) e controle inibitório (Fernandez-Ruiz, Brien, Coe, Garcia, & Munoz, 2018), além de ocorrer uma lentificação no processamento das informações (Yassuda, Lasca, & Neri, 2005), isso porque o idoso apresenta dificuldade em inibir informações irrelevantes sendo mais vulneráveis à distração (Diamond, 2013).

A velocidade em que os indivíduos processam as informações representa a alteração cognitiva mais evidente no idoso. Uma lentificação cognitiva compromete outras funções e pode ser responsável por dificuldades em tarefas corriqueiras (Schneider, 2006). No entanto, essa alteração não é uniforme e sugere uma variabilidade da resposta individual do cérebro ao processo de envelhecimento (Fernandez-Ruiz, Brien, Coe, Garcia, & Munoz, 2018).

Rueda e Castro (2010) relatam que o desempenho em tarefas que envolvem modalidades de atenção concentrada e sustentada é inversamente proporcional à idade, ou seja, idosos mais longevos apresentam um desempenho inferior ao de idosos mais jovens. Há também a alegação de que a memória de trabalho encontra-se prejudicada no envelhecimento devido à falha dos mecanismos de inibição de informações relevantes, dessa forma o processamento fica mais lento e deficitário (Vieira & Koenig, 2002). Uma das formas de se avaliar o controle inibitório é através do tempo de reação manual (Kochan, Pont, Crawford, Brodaty, & Sachdev, 2016).

O Tempo de Reação Manual (TRM) é descrito como a medida de tempo existente entre o início da apresentação do estímulo até a execução da resposta (Conde, Figueiras, & Lameira, 2009; Rossato, Contreira, & Corazza, 2011). Uma das formas de se avaliar o TRM é através do teste de Simon, que consiste em tarefas que envolvem conflitos iniciados durante o estágio de seleção da resposta (Egner, 2017). Os indivíduos respondem tarefas usando a mão esquerda ou direita com base em um recurso de estímulo não espacial (Chinn, Pauker, & Golob, 2018), normalmente, cor ou forma sendo a posição

do estímulo irrelevante para a seleção da resposta, embora, influencie no tempo de reação do sujeito (GawryszewskiI et al., 2006).

Duas situações de respostas podem ser evidenciadas no teste de Simon, a correspondente quando o estímulo e a resposta a ser realizada são ipsolaterais, e a não correspondente, quando o estímulo e a resposta motora encontram-se contralateralmente, resultando em um tempo maior de execução (Bialystok, 2006; Egner, 2017). A situação não correspondente apresenta uma menor acurácia quando comparados com a primeira condição (GawryszewskiI et al., 2006).

O grau de conflito é quantificado por diferenças no tempo de reação entre as condições incompatíveis versus compatíveis, denominado Efeito Simon (Chinn, Pauker, & Golob, 2018). O teste indica que quanto menor a dimensão do Efeito Simon, melhor é a capacidade de concentração e de controle inibitório (Hommel, 2011).

Um prejuízo na inibição de estímulos pode comprometer o desempenho funcional dos idosos, isso porque, o controle inibitório realiza a supressão de um comportamento planejado em prol de uma resposta mais adequada perante um estímulo ou situação (Melo, Nascimento, Mello, & Takase, 2017).

As alterações cognitivas oriundas do envelhecimento apresentam-se de formas diferentes e isso depende de diversos fatores, dentre eles: a idade, a condição socioeducacional, de saúde e o convívio social, são as mais expressivas (Scheufler, 2014). Diante disto, o presente estudo tem como objetivo identificar se existe relação entre o TRM no teste de Simon e variáveis sociodemográficas em idosos ativos matriculados no Programa de Educação Permanente.

## **2. Método**

### **2.1 Participantes**

Participaram do estudo 32 idosos, sendo 29 do sexo feminino, com idade entre 60 a 75 anos. Como critério de inclusão, os indivíduos deveriam ter 60 anos ou mais, estarem matriculados em um dos cursos oferecidos pela UnATI - UFPE, no segundo semestre de 2018; apresentarem pontuação superior a 18 no Mini Exame do Estado Mental (MEEM) para idosos com baixa/média escolaridade e  $> 26$  para idosos com alta escolaridade (Bertolucci, Brucki, Campacci, & Juliano, 1994); pontuação inferior a cinco pontos na Escala de Depressão Geriátrica (GDS-15) (Ferrari; Delacorte, 2007). Além disso,

deveriam responder ao Inventário de Dominância Lateral de Edimburgo (Escala de Oldfield). Foram critérios de exclusão a presença de problemas de visão ou audição não corrigidos, doenças neurológicas, psiquiátricas, problemas ortopédicos, reumatológicos ou quaisquer outras limitações motoras ou sensoriais que poderiam comprometer a participação ou realização do estudo. Também não participaram idosos em uso de medicações psicotrópicas, ansiolíticas e antidepressivas. Essas informações foram obtidas de forma autorrelatadas. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética do Centro de Ciências da Saúde da UFPE, sob o CAEE de número: 82371217.2.0000.5208. A seleção dos participantes foi realizada através da amostragem por conveniência.

## **2.2 Procedimentos**

O idoso, abordado dentro da UnATI, foi convidado a participar de forma voluntária da pesquisa. Nesse momento, explicaram-se os objetivos, as condições necessárias para sua inclusão na pesquisa e os procedimentos a serem realizados. Concordando em participar, deram seu consentimento assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Após agendamento de datas e horários para que submissão aos testes para seleção amostral e, sendo aptos, foram submetidos à coleta de dados, propriamente dita, descrita no Delineamento Experimental.

## **2.3 Instrumentos**

Como instrumento de avaliação foi aplicado um questionário sociodemográfico, baseado no autorrelato, visando a obtenção de dados como: idade, gênero, estado civil, número de filhos, escolaridade, frequência de atividade física e utilização de computador.

Utilizamos também o teste de Simon, como protocolo de avaliação cognitiva, programado no programa E-Prime (versão 2.0). O referido programa foi empregado para a apresentação dos estímulos visuais, coleta dos TRMs e para a identificação da assertividade.

## **2.4 Delineamento Experimental**

### **2.4.1. Teste de Simon**

O Teste de Simon consiste em um teste neuropsicológico baseado no tempo de reação manual à apresentação de um estímulo sensorial. O paradigma requer que o indivíduo selecione uma tecla de resposta específica baseando-se na característica intrínseca do estímulo, que nesse estudo foi a forma da figura (círculo ou quadrado).

Os estímulos visuais foram apresentados utilizando formas geométricas monocromáticas de círculos, medindo um grau de diâmetro e, quadrados, medindo um grau de altura e um grau de lado, sendo aleatoriamente 6 graus à esquerda ou à direita e a partir de um ponto central na tela denominado ponto de fixação. Os estímulos foram apresentados randomicamente e as figuras permaneceram na tela até a resposta do participante, sendo excluídas respostas com tempo inferior a 50 ms e superior a 2000 ms. No total foram apresentados aos indivíduos 140 trials, distribuídos em quatro blocos de 30. Sendo que 20 trials serviram como um teste para o participante, objetivando a familiarização com o instrumento.

Foram considerados erros: a) por emissão: caso o participante pressionasse a tecla errada; b) por antecipação: quando as respostas foram dadas em tempos de até 100 ms c) por omissão: quando as respostas forem dadas acima de 2000 ms. Como critério de validação do teste, os participantes deveriam atingir um mínimo de 90% de acertos.

O tempo estimado para a realização deste teste variou de cinco a sete minutos por indivíduo. As instruções foram dadas afim de que os participantes selecionassem a resposta o mais rápido possível, metade com a tecla direita (número 6) quando visualizar um quadrado e a tecla da esquerda (letra A).

## **2.5 Análise de Dados**

Inicialmente foi realizada análise descritiva dos dados coletados. Como teste de Komolgorov-Smirnov não reteve a hipótese de normalidade dos dados, empregou-se a correlação de Spearman, com  $\alpha = 0,05$ .

As variáveis sociodemográficas, prática de atividade física e utilização de computador foram transformadas em variáveis binárias (sim ou não). O mesmo procedimento foi realizado com a variável ocupação, sendo indicada a condição do participante (aposentado ou trabalhando). Para as variáveis relacionadas ao estado civil, os testes foram conduzidos de forma unitária. Assim, atribuiu-se zero para a ausência da observação e um para a questão em estudo. Nesse caso, foram rodados quatro testes: casado (sim ou não), solteiro (sim ou não), divorciado (sim ou não) e viúvo (sim ou não). O mesmo processo foi repetido para escolaridade, com as condições: ensino fundamental, médio incompleto, médio completo, superior incompleto, superior e pós-graduado.

### **3. Resultados**

Foram avaliados 32 idosos com idade média de 66,78 ( $\pm 3,30$ ) anos. Quanto ao sexo, a amostra foi predominantemente feminina (90,62%). O número médio de filhos foi de 2,13. Apenas um participante não era destro. Em relação ao estado civil, 40,6% são casados e 31,3% viúvos. Mais da metade dos participantes possuem como nível de escolaridade o ensino superior completo (56,3%), 87,5% encontram-se aposentados. Com relação à realização de atividade física, a grande maioria dos participantes (71,9%) informou a prática. E 59,4% dos idosos utilizam computador frequentemente. Mais detalhes estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 – Descrição das variáveis sociodemográficas dos idosos

	<b>Média</b>	<b>DP</b>
<b>Idade</b>	66,78	3,3
<b>Filhos</b>	2,13	0,87
	<b>Frequência</b>	<b>%</b>
<b>Sexo</b>		
Feminino	29	90,6
Masculino	3	9,4
<b>Escolaridade</b>		
Fundamental	1	3,1
Médio Incompleto	7	21,9
Médio	1	3,1
Superior Incompleto	3	9,4
Superior	18	56,3
Pós-graduado	2	6,3
<b>Estado Civil</b>		
Solteiro	7	21,9
Casado	13	40,6
Viúvo	2	6,3
Divorciado	10	31,3
<b>Situação Previdenciária</b>		
Aposentado	28	87,5
Não aposentado	4	12,5
<b>Prática de atividade Física</b>		
Não	9	28,1
Sim	23	71,9
<b>Uso do Computador</b>		
Não	13	40,6
Sim	19	59,4

Para cada participante foi calculada a média do tempo de reação manual nas situações correspondente e não correspondente, além de ter sido identificado o percentual de erro do indivíduo. Esse valor médio individual foi considerado nas análises estatísticas.

Foram realizadas correlações de Spearman entre as variáveis: tempo de reação (nas situações correspondente e não correspondente), o Efeito Simon, o percentual de erros e as variáveis sociodemográficas idade, escolaridade, estado civil, ocupação, prática de atividade física e uso do computador. Evidencia-se correlações significativas positivas entre: situação correspondente x idade ( $\rho=0,448$ ,  $p=0,01$ ); situação correspondente x estado civil – solteiro ( $\rho=$  efeito Simon x atividade física ( $\rho=0,34$ ,  $p=0,05$ ) e, tendeu ao mesmo resultado na correlação entre Efeito Simon x computador ( $\rho=0,31$ ,  $p=0,08$ ).

Houve correlação positiva entre uso do computador e escolaridade ( $\rho=0,51$ ,  $p=0,003$ ). Uma correlação significativa negativa foi encontrada entre correspondência correspondente x prática de atividade física ( $\rho=-0,379$ ,  $p=0,03$ ). Não foram evidenciadas correlações entre a acurácia e as variáveis sociodemográficas. Na Tabela 2, encontram-se descritos os resultados encontrados.

Tabela 2 – Teste correlacional de Spearman entre as variáveis sociodemográficas e as variáveis das condições (correspondente e não correspondente), o Efeito Simon e a acurácia dos idosos.

		<b>Correspon-</b> <b>dente</b>	<b>Não</b> <b>correspon-</b> <b>dente</b>	<b>Efeito Simon</b>	<b>Acurácia</b>
Idade	rho	<b>0,44</b>	0,23	-,226	-,01
	p	<b>0,01*</b>	0,20	0,214	0,92
Escolaridade	rho	0,05	0,19	0,289	-,11
	p	0,76	0,27	0,108	0,53
Ocupação	rho	0,17	-,06	<b>-0,436</b>	0,12
	p	0,34	0,73	<b>0,01*</b>	0,49
Atividade física	rho	<b>-,37</b>	-,21	<b>0,34</b>	-,04
	p	<b>0,03*</b>	0,23	<b>0,05*</b>	0,80
Computador	rho	-,30	-0,15	0,31	-,20
	p	0,08	0,38	0,08	0,26
Estado Civil Solteiro	rho	<b>-,34</b>	-,32	0,08	-,15
	p	<b>0,05*</b>	0,06	0,65	0,40
Casado	rho	0,23	0,30	0,09	-,11
	p	0,20	0,08	0,59	0,53
Divorciado	rho	-,01	-,16	-,25	0,31
	p	0,91	0,35	0,15	0,08
Viúvo	rho	0,22	0,28	0,19	-,09
	p	0,21	0,12	0,28	0,60

#### 4. Discussão

O presente estudo teve como objetivo identificar a relação existente entre o Efeito Simon e as variáveis sociodemográficas de idosos e como resultados, evidenciou-se que o Efeito Simon se correlacionou positivamente com a atividade física e tendeu a se correlacionar com o uso do computador. Além disso, foram encontradas correlações positivas entre a situação correspondente e a idade, bem como uma correlação negativa entre a mesma correspondência e a atividade física.

Identificar o tempo de reação do idoso tem sido cada vez mais frequente, pois avalia a capacidade de resposta a estímulos ambientais, além de envolver fatores atencionais e motores como percepção e interpretação do estímulo, planejamento e execução de uma resposta motora (Rossato, Contreira, & Corazza, 2011).

Kramer e Colcombe (2018) referem que o treinamento físico promove ganhos na cognição dos idosos de uma forma geral, embora, alguns resultados são melhores que outros e apontam que os processos das funções executivas apresentam os maiores benefícios.

No presente estudo pôde-se evidenciar uma convergência com a literatura quando aponta que atividades físicas (caracterizada aqui como sendo praticada por no mínimo 150 minutos semanais) são benéficas ao desempenho de habilidades motoras e plasticidade neural (Santos & Tani, 1995; Pontifex, Hillman, & Polich, 2009; Lord, Menz, & Tiedemann, 2003), podendo até reverter, a perda de tecido neuronal nos córtices frontal, parietal e temporal relacionada à idade (Colcombe et al., 2004).

Em pesquisa meta-analítica que teve como um dos objetivos identificar se o treinamento aeróbico influencia a cognição de idosos sedentários, Colcombe et al. (2004) relataram que a prática de atividade física melhora o desempenho das funções executivas. A aptidão cardiorrespiratória pode estar associada ao aumento da capacidade de suprimir a atividade neural externa para facilitar o processamento da atenção, resultando em um tempo de reação mais curto para uma tarefa de discriminação de estímulo com baixas demandas perceptivas (Pontifex, Hillman, & Polich, 2009). Além disso, proporciona um recrutamento maior das regiões frontal e parietal, ocasionando um aumento na capacidade da atenção, necessário para o desempenho correto da tarefa, embora, os mecanismos precisos responsáveis por estas mudanças ainda precisam ser claramente estabelecidos (Colcombe et al., 2004).

Kashihara e Nakahara (2005) descobriram que o exercício físico intenso melhorou o tempo de reação de escolha nos primeiros oito minutos após a atividade física, não tendo efeito sobre a acurácia dos sujeitos. Contrariando esses resultados, Rossato, Contreira, & Corazza (2011) avaliaram o tempo de reação de 77 idosas praticantes de atividade física e observaram que elas apresentaram um tempo de reação maior que o preconizado pela literatura, que varia entre 560,44 e 678,82 ms (Corazza, Streit, Katzer, Copetti, & Contreira, 2013).

Avaliando de forma conjunta, observou-se que a prática de atividade física se associou positivamente com o Efeito Simon e negativamente com a condição não correspondente. Cabe ressaltar, novamente, que o Efeito Simon deriva da diferença entre a condição correspondente e não correspondente. Nesse contexto, pode-se supor que a atividade física reduziu o tempo de reação correspondente, mas não fez o mesmo na condição não correspondente, gerando elevados valores do Efeito Simon. Em outras palavras, como a atividade física só se associou com uma das variáveis que compõe o cálculo do Efeito Simon, esse processo ampliou a distância entre as condições.

Outro ponto observado no presente estudo é a tendência de uma correlação significativa positiva entre o Efeito Simon e a utilização do computador. Esse resultado indica que a frequência de uso de computador é uma medida protetiva para melhor desempenho no TRM. Uma hipótese para esse achado seria a de que o engajamento em atividades sensoriomotoras ocasiona melhora cognitiva em vários domínios, corroborando com a literatura quando apresenta que populações neuronais do córtex pré-motor são fortemente ligadas aos movimentos das mãos e estimuladas pelo processo de decisão (Freeman, 2018).

Dos Santos e Almêda (2017) identificaram que os idosos estão constantemente utilizando ferramentas tecnológicas, tendo o computador, celular e *tablet* as mais utilizadas. O computador é apontado como ferramenta multifuncional, tendo o seu uso voltado para lazer, comunicação, informação, trabalho e estudo (Lolli, Martins, Santos, & Lolli, 2013).

Nesse estudo foi encontrada uma correlação entre a escolaridade e uso do computador, apontando que quanto mais elevado o nível de escolaridade maior a utilização do computador, convergindo com a literatura (Lolli, Martins, Santos, & Lolli, 2013). Alguns fatores podem ter contribuído para esse resultado, como por exemplo: acesso a ferramenta, modificações de hábitos e motivação.

Em estudo realizado com a população de idosos frequentadores de uma UnATI identificou que as principais motivação para uso do computador foram ocupação do tempo ocioso, melhora do diálogo e convívio intergeracional e, aumento da autoestima, por estarem atualizados com as ferramentas da modernidade (Lolli, Martins, Santos, & Lolli, 2013). Apesar disso, Kim (2008) relata que alguns idosos não apresentam motivação para utilizar o computador e atribui isso ao fato de que eles viveram a maior parte de suas vidas sem tal recurso.

Outro recurso tecnológico que tem se mostrado bastante benéfico para a população idosa é o videogame (de Moraes, Andrade, Toyoda, & Araújo, 2016). Com esse instrumento, diversos tipos de treinamentos virtuais podem ser desenvolvidos e aplicados. Esse tipo de estratégia de intervenção tem se mostrado bastante benéfico para a população idosa (Pinheiro, 2017), até mesmo em intervenções clínicas (Cho, Lee, & Song, 2012).

Maillot, Perrot e Hartley (2012) pesquisaram sobre o efeito de um programa de treinamento virtual que simulava práticas de atividades físicas convencionais nas funções neuropsicológicas e na aptidão funcional de idosos. A essa modalidade de treinamento as autoras denominaram de exergame. Como resultado identificaram melhora no controle executivo e na velocidade de processamento, apontando que jogos simulados são efetivos nas habilidades cognitivas e físicas dos idosos, além de estimulá-los a adquirir hábitos saudáveis de atividades físicas convencionais.

Interessados em investigar o desempenho dos processos atencionais de idosos saudáveis e com alta escolaridade, Shigaeff, Miotto, Lucia e Scaff (2011) avaliaram as funções intelectuais, atencionais (atenção seletiva, sustentada e alternada) e executivas utilizando parte da bateria de testes neuropsicológicos PN-01 em 14 indivíduos, sendo evidenciada correlação positiva significativa entre atenção sustentada e alternada e a atenção seletiva, indicando que quanto maior a capacidade de concentração do sujeito, maior a probabilidade de seleção de estímulos externos e foco atencional. Relatam ainda que os idosos que apresentaram um desempenho menor na atenção seletiva possuíam níveis de escolaridade menor, corroborando com a literatura quando aponta que a escolaridade contribui para acentuar as diferenças individuais e atua como reserva cognitiva, ou seja, como proteção parcial contra os efeitos do envelhecimento (Bastin et al., 2012; Castro-Costa et al., 2011).

Um estudo com idosos residentes em comunidade, acompanhados prospectivamente por um período de 20 anos, teve como objetivo identificar o efeito da escolaridade na trajetória do declínio cognitivo na Doença de Alzheimer. Um dos achados indica que a reserva cognitiva funciona como um mecanismo compensatório de idosos com maior escolaridade, além disso, apresentam maior volume de massa branca e cinzenta, principalmente nos lobos temporoparietal e orbitofrontal, compensando os sinais de declínio cognitivo que se verificam 15 anos antes de atingir os critérios para início da demência (Amieva et al., 2014).

No estudo sobre bilinguismo e controle inibitório, envolvendo grupos de diferentes faixas etárias, Bialystok, Martin e Viswanathan (2005) apontam que a magnitude do Efeito Simon tende a ficar maior com o aumento da idade, relatando que quanto menor o Efeito Simon, maior é a capacidade de inibir informações irrelevantes e de manter a atenção. No presente estudo, não pôde ser evidenciada uma correlação entre o Efeito Simon e a idade, mas, vale ressaltar aqui, que a condição correspondente se relacionou positivamente com a idade.

Vários pesquisadores mostraram que o controle inibitório diminui com o envelhecimento (Diamond, 2013; Rueda & Castro, 2010; Vieira & Koenig, 2002), ou seja, quanto mais avançada a idade maior será a dimensão do Efeito Simon, e, conseqüentemente, mais longo será o tempo de reação, o que vai ao encontro das evidências da literatura e os achados desse estudo, ao se evidenciar, uma correlação entre idade e a condição correspondente.

Pode-se atribuir esse achado à tendência do cérebro em apresentar uma atrofia no córtex frontal com o avanço da idade (Sugiura, 2016), principalmente, a região do giro frontal medial direito, descrita como essencial para o desenvolvimento da habilidade de inibição. Destarte, há um aumento do tempo de resposta motora devido a modificações estruturais do organismo (Rossato, Contreira, & Corazza, 2011).

Além de apresentar alterações no envelhecimento normal, o controle inibitório também é comprometido em quadros neurodegenerativos, como demência do tipo Alzheimer e demência frontotemporal, possivelmente em virtude da disfunção da conectividade entre áreas anteriores e posteriores (Collette, Schmidt, Scherrer, Adam, & Salmon, 2009), sendo, portanto, uma função executiva que merece ser melhor investigada nos idosos.

A inibição é fundamental no funcionamento cognitivo (Diamond, 2013), isso porque os processos inibitórios desempenham um papel importante em manter a atenção voltada para informações relevantes e porque indivíduos mais velhos apresentam dificuldade nessa tarefa, embora, Rey-Mermet e Gade (2018) apontam que para as tarefas de compatibilidade Simon, mais pesquisas são necessárias para essa afirmação.

Os resultados desse estudo revelam uma correlação significativa negativa entre aposentadoria e Efeito Simon, apontando para o fato de que idosos aposentados apresentam uma menor diferença entre as condições correspondente e não

correspondente. Na literatura, encontram-se evidências de que a aposentadoria apresenta tanto efeitos negativos como positivos (Leandro-Franca, Murta, & Iglesias, 2014). O isolamento e a inatividade são tidos como fatores negativos (Santos, Foroni, & Chaves, 2009), enquanto, que uma maior liberdade dos compromissos profissionais, maior tempo para se dedicar às atividades e aproveitar a vida são vistos como pontos positivos (Ferrari, 2007).

Há muito se sabe que o engajamento em atividades sociais é um dos indicadores da qualidade de vida. Alguns estudos até apontam que uma vida social ativa é fator protetivo à saúde do idoso (Nogueira, Lima, Martins, & Moura, 2009; Santos, Foroni, & Chaves, 2009; Machado, Ribeiro, Leal, & Cotta, 2007; Beckert, Irigaray, & Trentini, 2012). A prática de atividades de lazer (Santos, Foroni, & Chaves, 2009), engajamento em grupos de convivência (Leite, et al., 2012) e a participação em atividades religiosas (Machado, Ribeiro, Leal, & Cotta, 2007) propiciam ao idoso uma oportunidade de socialização em diferentes contextos, facilitando interações interpessoais, formação de novos vínculos, promoção de trocas de experiências, estimulação do bem-estar e a autonomia desses indivíduos (Leite et al., 2012).

Nessa pesquisa, hipotetiza-se que a população de estudo, por ser participantes de uma UnATI, encontram nessa convivência uma oportunidade de ocupar o tempo com qualidade, a partir da formações de relações sociais e estimulação da cognição através de novos aprendizados e, conseqüentemente, ressignificando o preconceito social que a aposentadoria traz.

Uma correlação significativa negativa entre estado civil solteiro e o tempo de reação manual da condição correspondente foi observada. No nosso conhecimento, ainda não há na literatura relatos que embasem ou contradigam esses achados, o que seria de grande relevância em estudos futuros, pois a identificação de fatores que alterem a cognição do idoso é algo que deve ser estimulada, tendo em vista o grande número desses indivíduos e as particularidades e necessidades dessa população no mundo.

Por fim, vale ressaltar que os resultados apresentados nesse artigo se restringem aos idosos frequentadores de uma UnATI, o que limita possíveis generalizações, devendo-se atentar ao fato de que variações individuais (física, cognitiva e ambientais) podem modificar o desempenho cognitivo do idoso.

## 5. Conclusão

A partir da investigação do tempo de reação manual em idosos frequentadores da UnATI, o presente estudo identificou que o Efeito Simon se correlaciona com a atividade física e a situação previdenciária do idoso.

Sendo uma das funções executivas, o controle inibitório possibilita escolher como reagir e mudar a forma comportamental para uma determinada demanda, agindo de forma mais coerente, sendo capaz de manter o foco atencional apesar de uma distração, além de resistir a respostas impulsivas.

Pesquisas futuras sobre correlações entre modalidades de atividades físicas, bem como frequência da utilização do computador como fatores influenciadores do Efeito Simon em idosos saudáveis precisam ser incentivadas. Além disso, a identificação de associações entre o estado civil e desempenho cognitivo dos idosos é algo a ser investigado.

Os resultados encontrados nesse estudo indicam que existem variáveis a serem consideradas nos estudos do teste de Simon com idosos que estão sendo negligenciadas e precisam ser melhor investigadas. Além disso, demonstra também que determinados hábitos de vida podem influenciar o controle inibitório dos idosos.

Destarte, sugere-se que a prática de atividades físicas e a utilização do computador sejam implementadas na rotina diária dos idosos, visando seus potenciais como ferramentas para estimulação do desempenho físico e cognitivo.

## Referências

- Amieva, H., Mokri, H., Le Goff, M., Meillon, C., Jacqmin-Gadda, H., Foubert-Samier, A., & Dartigues, J. F. (2014). Compensatory mechanisms in higher-educated subjects with Alzheimer's disease: a study of 20 years of cognitive decline. *Brain*, 137(4), 1167-1175.
- Bastin, C., Yakushev, I., Bahri, M. A., Fellgiebel, A., Eustache, F., Landeau, B., & Salmon, E. (2012). Cognitive reserve impacts on inter-individual variability in resting-state cerebral metabolism in normal aging. *63(2), Neuroimage*, 63(2), 713-722.
- Beckert, M., Irigaray, T. Q., & Trentini, C. M. (2012). Qualidade de vida, cognição e desempenho nas funções executivas de idosos. *Estudos de psicologia*, 29(2), 155-162.
- Bertolucci, P. H., Brucki, S. M., Campacci, S. R., & Juliano, Y. (1994). The Mini-Mental State Examination in a general population: impact of educational status. *Arquivos de neuro-psiquiatria*, 52(1), 1-7.
- Bialystok, E. (2006). Effect of bilingualism and computer video game experience on the Simon task. *Can J Exp Psychol*, 60(1), 68-79.

- Bialystok, E., Martin, M. M., & Viswanathan, M. (2005). Bilingualism across the lifespan: The rise and fall of inhibitory control. *International Journal of Bilingualism*, 9, 103-119.
- Caligiore, D., Pezzulo, G., Baldassarre, G., Bostan, A. C., Strick, P. L., Doya, K., ... & Lago-Rodriguez, A. (2017). Consensus paper: towards a systems-level view of cerebellar function: the interplay between cerebellum, basal ganglia, and cortex. *The Cerebellum*, 16(1), 203-229.
- Castro-Costa, E., Dewey, M. E., Uchoa, E., Firmo, J. O., Lima-Costa, M. F., & Stewart, R. (2011). Trajectories of cognitive decline over 10 years in a Brazilian elderly population: the Bambuí cohort study of aging. *Cad. Saúde Pública*, 3.
- Colcombe, S. J., Kramer, A. F., Erickson, K. I., Scalf, P., McAuley, E., Cohen, N. J., & Elavsky, S. (2004). Cardiovascular fitness, cortical plasticity, and aging. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101(9), 3316-3321.
- Collette, F., Schmidt, C., Scherrer, C., Adam, S., & Salmon, E. (2009). Specificity of inhibitory deficits in normal aging and Alzheimer's disease. *Neurobiology of aging*, 30(6), 875-889.
- Conde, E. Q. (2007). Modulação do efeito Simon vertical e horizontal através de associações da memória visuomotora (Dissertação de mestrado, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ).
- Conde, E., Figueiras, A., & Lameira, A. (2009). Tempo de reação no futebol: a tarefa de compatibilidade estímulo resposta. *Coleção Pesquisa em Educação Física*, 8(5), pp. 199-204. Fonte: <http://www.editorafontoura.com.br/periodico/vol-8/Vol8n5-2009/Vol8n5-2009-pag-199a204/Vol8n5-2009-pag-199a204.pdf>
- Corazza, S. T., Streit, I. A., Katzer, J. I., Copetti, F., & Contreira, A. R. (2013). Tempo de reação simples e de escolha de idosos motoristas: uma comparação em relação ao sexo e a prática de exercícios físicos regulares. *Biomotriz*, 7(1).
- Chinn, L. K., Pauker, C. S., & Golob, E. J. (2018). Cognitive control and midline theta adjust across multiple timescales. *Neuropsychologia*, 216-228.
- de Moraes, V. B., Andrade, M. M. A., Toyoda, C. Y., & Araújo, R. D. C. T. (2016). O uso do videogame Nintendo Wii como recurso terapêutico para idosos: uma análise da atividade na perspectiva da Terapia Ocupacional/The use of Nintendo Wii as therapeutic resource for elderly: an activity analysis from the Occupational Therapy perspecti. *Cadernos Brasileiros de Terapia Ocupacional*, 24(4).
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 135-68. doi:10.1146/annurev-psych-113011-143750
- dos Santos, R. F., & Almêda, K. A. (2017). O Envelhecimento Humano e a Inclusão Digital: análise do uso das ferramentas tecnológicas pelos idosos. *Ciência da Informação em Revista*, 4(2), 59-68.
- Egner, T. (2017). Conflict adaptation. In: J. W. Sons, *The Wiley Handbook of Cognitive Control*. (pp. 64–78). UK: Ltd., Chichester.
- Fernandez-Ruiz, J. P., Brien, D., Coe, B., Garcia, A., & Munoz, D. P. (2018). Age related Ferrari, M. (2002). Lazer e ocupação do tempo livre na terceira idade. In: P. N. M, *Gerontologia: a velhice e o envelhecimento em visão globalizada* (pp. 98-105). São Paulo: Atheneu.
- Ferrari, J.F., & Dalacorte, R. R. (2007). Uso da Escala de Depressão Geriátrica de Yesavage para avaliar a prevalência de depressão em idosos hospitalizados. *Scientia Medica*, 17(1), 3-8.
- Ferrari, M.A.C. (2007). Lazer, ocupação do tempo livre e os programas da terceira idade. In *Tratado de Gerontologia* (pp. 243-251).
- Freeman, J. B. (2018). Doing psychological science by hand. *Current directions in*

psychological science, 27(5), 315-323.

Gawryszewski, L.D.G., Lameira, A.P., Ferreira, F.M., Guimaraes-Silva, S., Conde, E. F. Q., & Pereira Jr, A. (2006). A compatibilidade estímulo-resposta como modelo para o estudo do comportamento motor. *Psicologia USP*, 17(4), 103-121.

Hommel, B. (2011). The Simon effect as tool and heuristic. *Acta Psychologica*, 136(2), pp. 189-202.

Irigaray, T., Gomes, I. F., & Schneider, R. 2. (2012). Efeitos de um treino de atenção, memória e funções executivas na cognição de idosos saudáveis. *Psicol Reflex Crit*, 25(1), pp. 182-7. doi:<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-79722012000100023>

Kashihara, K., & Nakahara, Y. (2005). Short-term effect of physical exercise at lactate threshold on choice reaction time. *Perceptual and motor skills*, 100(2), 275-291.

Kim, Y. (2008). Reviewing and critiquing computer learning and usage among older adults. *Educational Gerontology*, 34, pp. 709-753.

Kochan, N. A., Bunce, D., Pont, S., Crawford, J. D., Brodaty, H., & Sachdev, P. S. (2016). Reaction time measures predict incident dementia in community-living older adults: The Sydney Memory and Ageing Study. *The American Journal of Geriatric Psychiatry*, 24(3), 221-231.

Kramer, A. F., & Colcombe, S. (2018). Fitness effects on the cognitive function of older adults: A meta-analytic study—revisited. *Perspectives on Psychological Science*, 13(2), 213-217.

Ladeira, J. dos S.; Maia, B.D.L.C., & Guimarães, A.C. (2017). Principais alterações anatômicas no processo de envelhecimento. *O envelhecimento populacional um fenômeno*, 47.

Lanciego, J. L., Luquin, N., & Obeso, J. A. (2012). Functional neuroanatomy of the basal ganglia. *Cold Spring Harbor perspectives in medicine*, 2(12), a009621.

Leandro-França, C., Murta, S. G., & Iglesias, F. (2014). Planejamento da aposentadoria: uma escala de mudança de comportamento. *Revista Brasileira de Orientação Profissional*, 15(1), 75-84.

Leite, M., Hildebrandt, L., Kirchner, R., Winck, M., Silva, L., & Franco, G. (2012). Estado cognitivo e condições de saúde de idosos que participam de grupos de convivência. *Rev Gaúcha Enferm*, 33(4), pp. 64-71

Lolli, M. C., Martins, A. D., Santos, S. A., & Lolli, L. F. (2013). Uso das novas tecnologias da informação e comunicação entre idosos frequentadores da UNATI/UEM: perfil, motivações, interesses e dificuldades. *Rev Teor Prat Educ*, pp. 9-15.

Lord, S. R., Menz, H. B., & Tiedemann, A. (2003). A physiological profile approach to falls risk assessment and prevention. *Physical therapy*, 83(3), 237-252.

Machado, J. C., Ribeiro, R. D., Leal, P. F., & Cotta, R. M. (2007). . *Revista brasileira de epidemiologia*. Avaliação do declínio cognitivo e sua relação com as características socioeconômicas dos idosos em Viçosa-MG, pp. 592-605.

Maillot, P., Perrot, A., & Hartley, A. (2012). Effects of interactive physical-activity video-game training on physical and cognitive function in older adults. *Psychology and aging*, 27(3), p. 589.

Melo, H. M., Nascimento, L. M., Mello, V. O., & Takase, E. (2017). Influência do ritmo Alfa (8-12Hz) no tempo de reação em uma tarefa de controle inibitório. *Neuropsicologia Latinoamericana*, 9(2).

Nogueira, E., Lima, L., Martins, L., & Moura, E. (jan./jun. de 2009). Rede de relações sociais e apoio emocional: pesquisa com idosos. *Iniciação Científica CESUMAR*, 11(1), 65-70.

Pontifex, M. B., Hillman, C. H., & Polich, J. (2009). Age, physical fitness, and attention: P3a and P3b. *Psychophysiology*, 46(2), 379-387.

- Rey-Mermet, A., & Gade, M. (2018). Inhibition in aging: What is preserved? What declines? A meta-analysis. *25(5)*, 1695-1716. *Psychonomic Bulletin & Review*, 5.
- Rossato, L., Contreira, A., & Corazza, S. (2011). Análise do tempo de reação e do estado cognitivo em idosos praticantes de atividades físicas. *Fisioter Pesq.*, 18(1), 54-59.
- Rueda, F. J. M., & de Castro, N. R. (2010). Capacidade atencional: há decréscimo como passar da idade?. *Psicologia: Ciência e Profissão*, 30(3), 572-587.  
doi:<http://dx.doi.org/10.1590/S1414-98932010000300010>
- Santos, P. L., Foroni, P. M., & Chaves, M. C. (2009). Atividades físicas e de lazer e seu impacto sobre a cognição no envelhecimento. *Medicina (Ribeirão Preto. Online)*, 1, 54-60.
- Scheufler, L. (2014). Habilidades sociais e sintomas depressivos em idosos. Dissertação de Mestrado, Univeridade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Schneider, D. (2006). Processo de resolução de problemas e tomada de decisão no envelhecimento. In: M. Parente, *Cognição e envelhecimento* (pp. 113-31). Porto Alegre: Artmed.
- Shigaeff, N., Miotto, E. C., Lucia, M. C., & Scaff, M. (2011). Processos atencionais em idosos saudáveis com alta escolaridade da comunidade da cidade de São Paulo. *9(2)*, *Psicologia Hospitalar*, 9(2), pp. 96-113.
- Sugiura, M. (2016). Functional neuroimaging of normal aging: Declining brain, adapting brain. *Ageing Research Reviews*, 30, pp. 61-72.
- Vieira, E. B., & Koenig, A. M. (2002). Avaliação Cognitiva. In: E. Freitas, L. PY, A. L. Neri, F. A. Cançado, M. L. Gorzoni, & S. M. Rocha, *Tratado de geriatria e gerontologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. .
- Yassuda, M. S., Lasca, V. B., & Neri, A. (2005). Meta-memória e auto-eficácia: Um estudo de validação de instrumentos de pesquisa sobre memória e envelhecimento. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 18(1), 78-90.

### **Efeito Simon em idosos após intervenção com neurofeedback**

Sobral, A.I.G.P<sup>1</sup>; Roazzi, A.<sup>2</sup>; Conde, E.F.Q.<sup>3</sup>

1. Doutoranda em Psicologia Cognitiva, UFPE; mestre em Saúde da Comunicação Humana, UFPE; Terapeuta Ocupacional-UFPE; Recife, Brasil.
2. Universidade Federal de Pernambuco, Professor Titular do Departamento de Psicologia, Núcleo de Pesquisa em Epistemologia Experimental e Cultural, UFPE, Recife, Brasil.
3. Universidade Federal Fluminense, Departamento de Psicologia, Instituto de Ciências da Sociedade e Desenvolvimento Regional, Rio de Janeiro, Brasil.

## RESUMO

A dimensão do Efeito Simon é indicadora do controle inibitório e obtida a partir da diferença dos tempos encontrados nas condições não congruente e congruente do teste de Simon. Para fins desse teste, quanto menor a sua dimensão, melhor será a capacidade de inibição das informações. Em idosos, essa dimensão encontra-se alterada. O neurofeedback tem sido apontado como uma ferramenta promissora para minimizar o declínio cognitivo do idoso. Diante disso, esse estudo objetivou o identificar se o treinamento de neurofeedback reduziria a dimensão do Efeito Simon e aumentaria a acurácia das respostas em idosos. Metodologia: Após aplicação dos critérios para seleção amostral, 32 idosos (idade média de 66,78 anos) foram distribuídos aleatoriamente em dois grupos, o controle e o experimental. O treinamento de neurofeedback audiovisual consistiu em oito sessões de 20 minutos, com estimulação do ritmo sensoriomotor. Foram realizadas análises descritivas do tempo de reação manual e uma análise de variância de múltiplos fatores, considerando variáveis intergrupos e intragrupo. O mesmo delineamento foi aplicado para os erros. Além disso, análises individuais foram realizadas a partir do teste de Wilcoxon. Os resultados apontam um efeito significativo para a variável correspondência, além da ausência de diferenças significativas na acurácia. Nas análises individuais, pôde-se perceber que alguns indivíduos apresentaram uma menor dimensão do Efeito Simon após o treinamento de neurofeedback. Dessa forma, pode-se concluir que o neurofeedback pode contribuir para estimular a capacidade cognitiva do indivíduo, embora, necessite de pesquisas adicionais focando em distintos protocolos e diferenças individuais da população idosa.

**Descritores:** neurofeedback, idoso, Efeito Simon.

Tendo em vista que o controle inibitório no idoso encontra-se alterado e que o neurofeedback é uma estratégia de intervenção que tem sido utilizada para estimular o desempenho cognitivo dos indivíduos, torna-se importante apresentar os seus efeitos no controle inibitório de idosos ativos. Sendo assim, a produção de conhecimento nessa área contribui para a disseminação de um olhar diferenciado para a população idosa.

## 1. Introdução

O controle inibitório é considerado um dos três componentes das Funções Executivas (FE) que representam uma série de processos cognitivos necessários para controle, regulação e interação com demandas internas e ambientais que não exijam apenas processos automáticos (Miyake et al., 2000; Diamond, 2013). Logo, o termo controle inibitório, refere-se à habilidade de manter as informações e processos relevantes e suprimir as irrelevantes para desempenhar tarefas do dia a dia (Miyake et al., 2000). Além do componente motor, as funções de inibição desempenham papel fundamental no funcionamento cognitivo e no controle emocional (Diamond, 2013). Os processos de inibição e seleção apropriada de respostas, possivelmente, podem ser diferenciados a nível temporal, sendo a inibição e alternância dependentes do córtex pré-frontal inferior direito (Simmonds, Pekar, & Mostosky, 2008).

Devido à heterogeneidade das funções de controle inibitório, pode-se identificar que o córtex pré-frontal ventrolateral direito tem um papel importante nos processos inibitórios (Dillon e Pizzagalli, 2007), e a região do giro frontal medial direito é descrita como central para o desenvolvimento da habilidade de inibição (Tabibnia et al., 2011). No entanto, a identificação das principais áreas responsáveis por essas funções ainda permanece controversa (Chambers et al., 2009; Collette & Linden, 2002; Collette et al., 2005; Hogan, 2004). Já Fernandez-Ruiz, Brien, Coe, Garcia, & Munoz (2018) identificaram ativações maiores no córtex pré-frontal dorsolateral quando comparados a indivíduos mais jovens.

Em pesquisa utilizando a tomografia por emissão de pósitron (PET), os idosos apresentaram tanto hipoativação em algumas regiões, quanto maior ativação em outras (pré-frontal esquerdo, áreas parietais), quando comparados a jovens com bom desempenho em tarefas inibitórias (Colette et al., 2005). No contexto do envelhecimento, a ativação da região parietal direita está relacionada a melhor resposta de inibição e tempo de reação. Por sua vez, a maior ativação no giro frontal medial esquerdo, observado no grupo de idosos tem sido associada a tempos de reação mais lentos aos alvos estabelecidos (Nielson, Langenecker & Garavan, 2002). O Tempo de Reação Manual (TRM) consiste na medida de tempo envolvido nas etapas entre a apresentação do estímulo e a execução de uma resposta específica (Conde, Figueiras & Lameira, 2009; Rossato, Contreira & Corazza, 2011).

No teste de Simon existem dois tipos de condições, a correspondente e não correspondente (Bialystok, 2006). Mais especificamente, as pessoas são orientadas a selecionarem uma resposta de acordo com uma característica intrínseca ao estímulo, como cor ou forma. De forma aleatória, o estímulo pode aparecer do mesmo lado ou do lado oposto às teclas de resposta. Na condição correspondente, a resposta motora é realizada no mesmo lado em que se aparece o estímulo. Em contrapartida, na condição não correspondente, há um conflito e uma demanda de atenção no momento da resposta, já que o estímulo que aparece do lado oposto à resposta, automaticamente denota a orientação atencional para o lado contrário da resposta a ser executada. Como a informação espacial precisa ser inibida para a seleção da resposta correta, na condição não correspondente, as pessoas acabam levando mais tempo para a execução do movimento (Bialystok, Martin, & Viswanathan, 2005), apresentando uma maior latência e nível de acurácia menor do que os encontrados na condição correspondente. O Efeito Simon consiste na diferença de tempo entre as condições não correspondente e correspondente (Gawryszewski et al., 2006).

Para fins do teste, quanto menor a dimensão do Efeito Simon, melhor será a capacidade de inibição do processamento visuoespacial, fazendo com que o indivíduo tenha maior capacidade de ignorar a informação distratória, que é a localidade do estímulo, em prol do processamento da informação relevante para a seleção da resposta, que é um atributo intrínseco ao estímulo (Hommel, 2011). De acordo com Van Der Lubbe e Verçeger (2002), tal Efeito tende a ser maior em grupos de idosos, retratando um declínio cognitivo importante no controle inibitório decorrente do envelhecimento.

O teste de Simon tem sido amplamente utilizado na avaliação de idosos saudáveis ou com algum comprometimento cognitivo. O estudo em que se utilizou a tarefa Simon em idosos, durante a prática de atividade física, constatou que existe um controle cognitivo menos eficiente em pessoas de maior idade (Joyce, Smyth, Donnelly & Davranche, 2014). Já Pereiro, Juncos-Rabadán e Facal (2014) compararam as habilidades de controle atencional em idosos saudáveis e com comprometimento cognitivo leve, observando que o Efeito Simon foi maior no primeiro grupo. Em pesquisa envolvendo idosos com doença de Alzheimer do tipo leve, identificou que os resultados não apresentam concordância quanto a um comprometimento seletivo da inibição motora ou perceptiva, sugerindo que uma diminuição nos recursos disponíveis na memória funcional poderia explicar o desempenho inibitório (Stawarczyk, Grandjean, Salmon, & Collette, 2012).

Entender o envelhecimento normal do cérebro e desenvolver métodos para manter ou melhorar a cognição em adultos mais velhos são os principais objetivos da neurociência fundamental e translacional (Fernandez-Ruiz, Brien, Coe, Garcia, & Munoz, 2018). Dessa forma, o Neurofeedback (NF) aparece como uma técnica bastante promissora, sendo definida como um tipo de biofeedback baseado na retroalimentação de sinais elétricos cerebrais e destinado a estimular a autorregulação psicofisiológica (Moon, Park, & Whan Lee, 2016; Lavermicocca, et al., 2018).

Mais especificamente, os experimentos com interfaces cérebro-computador (BCI) tem propiciado a regulação de dispositivos externos a partir de substratos neurais e através da emissão de comandos fisiológicos que são convertidos em linguagem computacional para viabilizar uma dinâmica interativa entre seres humanos com computadores e máquinas no mundo externo (Sitaram et al., 2017).

No Neurofeedback, os padrões neurofisiológicos são utilizados em uma interface cérebro-computador para controle de jogos e outras dinâmicas lúdicas (Hammond, 2005; Vasquez, Marien, Evelio, Aliño, & Salvador, 2014; Fernández, et al., 2008), viabilizando a retroalimentação dos sinais em tempo real e propiciando ao sujeito ao controle do próprio cérebro por meio da aprendizagem operante. Estudos com NF demonstram sua capacidade de promover melhoras no campo psíquico (Young et al., 2017a; Young et al., 2017b) e neurofisiológico (Muratori & Muratori, 2012; Liew et al., 2016; Zich et al., 2017).

No contexto das intervenções, a utilização do Neurofeedback tem se destacado por sua eficácia em indivíduos com distintas patologias ou alterações (Hampson, 2017), bem como, para otimizar performances cognitivas e, por possibilitar o aumento da motivação e engajamento de pacientes visando a plasticidade neural (Gruzelier, 2014). Apesar disso, a confiabilidade do treinamento ainda é inconclusiva (Gomez-Pilar, Corralejo, Nicolas-Alonso, Álvarez, & Hornero, 2016).

O Neurofeedback pode ser realizado através de diferentes tipos de técnicas, como a ressonância magnética funcional (fMRI, com base no sinal BOLD) (Hohenfeld et al., 2017), Hemencefalografia (HEG), com base nas respostas hemodinâmicas inferidas por infravermelho proximal) (Londero & Gomes, 2014) e também, através da eletroencefalografia (EEG), com base em medidas de frequências e amplitudes das ondas cerebrais) (Staufenbiel, Brouwer, Keizer, & VanWouwe, 2014). As frequências das ondas são medidas em ciclos por segundo ou Hertz (Hz) e são denominadas a partir dessa

diferenciação. Diferentes taxas de frequências estão associadas a distintas funções cerebrais, a depender das regiões onde são identificadas (Evans & Abarbanel, 1999; Muratori & Muratori, 2012).

Uma frequência de onda específica, encontrada na região do córtex sensorio motor, tem sido chamada de Ritmo sensorio-motor (SMR) ou beta baixa (Carrobbles, 2016). Segundo o autor, os protocolos de treinamento dessa onda têm sido realizado em diversas perspectivas e demonstrado efetividade para alívio sintomático em diferentes patologias e disfunções, como por exemplo, paralisias, problemas de coordenação motora, transtornos por déficit atencional e hiperatividade. Esse protocolo também é utilizado na melhora da performance cognitiva de indivíduos saudáveis (Cheng et al., 2015; Doppelmayr & Weber, 2011; Vernon et al., 2003). Vernon et al. (2003) identificaram uma relação entre a melhora da função atencional e o aumento na amplitude SMR. Doppelmayr e Weber (2011) pesquisando sobre as habilidades espaciais, criatividade e tempo de reação apontaram que apenas no grupo em que o SMR foi treinado houve uma melhora significativa no tempo de reação simples e de escolha, maior índice de assertividade na atividade de rotação espacial.

Diante dos fatos aqui expostos, ou seja: 1) de que o teste de Simon se constitui como uma ferramenta capaz de identificar declínios no controle inibitório decorrentes do envelhecimento e 2) de que o NF tem sido utilizado como ferramenta clínica amplamente efetiva na melhoria do funcionamento cognitivo de idosos (Fernandes et al. 2008; Hohenfeld et al., 2017), o presente estudo objetiva identificar se o treinamento de NF (com o protocolo de aumento da amplitude de SMR na região Cz), pode acarretar melhoria na capacidade de controle inibitório de idosos saudáveis, a ser verificada através de medidas psicofísicas com o teste de Simon. Mais especificamente, investiga-se a hipótese de que o treinamento com NF leva a uma redução do Efeito Simon e aumento de acurácia das respostas.

## **2. Método**

### **2.1 Participantes**

A amostra foi composta por 32 sujeitos de ambos os sexos, com idades variando entre 60 a 75 anos. A seleção dos participantes foi realizada através da amostragem por conveniência. Os participantes foram idosos inscritos no Programa de Educação Permanente, da Universidade Federal de Pernambuco. Para participar do estudo, os

indivíduos deveriam ter 60 anos ou mais, estarem matriculados em um dos cursos oferecidos pela UnATI no segundo semestre de 2018. Bem como, apresentarem pontuação superior a 18 no Mini Exame do Estado Mental (MEEM), para idosos com baixa/média escolaridade e  $> 26$  para idosos com alta escolaridade (Bertolucci, Brucki, Campacci, & Juliano, 1994); pontuação inferior a cinco pontos na Escala de Depressão Geriátrica (GDS-15) (Ferrari & Delacorte, 2007). Além disso, deveriam responder ao Inventário de Dominância Lateral de Edinburg (Escala de Oldfield) e a um questionário sociodemográfico e clínico, baseado no autorrelato. Foram critérios de exclusão a presença de problemas de visão ou audição não corrigidos, doenças neurológicas, psiquiátricas, problemas ortopédicos, reumatológicos ou quaisquer outras limitações motoras ou sensoriais que podem comprometer a participação ou realização do estudo. Também não participaram desse estudo idosos em uso de medicações psicotrópicas, ansiolíticas, antidepressivas. Esse estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética do Centro de Ciências da Saúde da UFPE, sob o CAEE de número: 82371217.2.0000.5208.

Os idosos possuíam a idade média de 66,78 ( $\pm 3,30$ ) anos. Quanto ao sexo, a amostra foi predominantemente feminina (90,62%), não havendo diferença estatística na distribuição do gênero entre os grupos. Apenas um participante do grupo Experimental SMR não era destro. Em relação ao estado civil, 40,6% são casados e 31,3% viúvos. Mais da metade dos participantes possuem como nível de escolaridade o ensino superior completo (56,3%), seguido por 21,9% dos que possuem ensino médio. O percentual de aposentados foi de 87,5%. Com relação à realização de atividade física, a grande maioria dos participantes (71,9%) informou que praticam atividade física regularmente e 59,4% dos idosos utilizam computador frequentemente. Mais detalhes estão descritos na Tabela 1.

**Tabela 1** – Descrição das variáveis sociodemográficas

	<b>Controle</b>		<b>Experimental</b>	
	<b>Média</b>	<b>DP</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>
<b>Idade</b>	66,93	4,08	66,67	2,67
	<b>Frequência</b>	<b>%</b>	<b>Frequência</b>	<b>%</b>
<b>Sexo</b>				
Feminino	11	78,6	18	100
Masculino	3	21,4	0	0
<b>Escolaridade</b>				
Fundamental	1	7,1	0	0
Médio Incompleto	0	0	7	38,9
Médio Superior	1	7,1	0	0
Incompleto	2	14,3	1	5,6
Superior	8	57,1	10	55,6
Pós graduado	2	14,3	0	0
<b>Estado Civil</b>				
Solteiro	2	14,3	5	27,8
Casado	6	42,9	7	38,9
Viúvo	1	7,1	1	5,6
Divorciado	5	35,7	5	27,8
<b>Atividade Física</b>				
Não	5	35,7	4	22,2
Sim	9	64,3	14	77,8
<b>Computador</b>				
Não	4	28,6	9	50
Sim	10	71,4	9	50

## 2.2 Procedimentos

Os idosos aptos a participarem do estudo tiveram explicados os objetivos, as condições necessárias para sua inclusão na pesquisa e os procedimentos do estudo. Concordando em participar, leram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Logo após, foram agendados datas e horários para que fossem submetidos aos testes para seleção amostral e, sendo aptos, à coleta de dados. Os idosos elegíveis foram distribuídos aleatoriamente em dois grupos, grupo controle (14) e grupo experimental SMR (18), após a realização do Teste de Simon. A intervenção com o Neurofeedback aconteceu nos oito encontros seguintes, apenas com o grupo experimental SMR. E, no último encontro, todos os participantes realizaram o Teste de Simon

novamente. O processo presencial para a realização desse estudo aconteceu em 12 encontros.

### *2.2.1 Teste de Simon*

O Teste de Simon consiste em um teste neuropsicológico baseado na medida do tempo de reação manual à apresentação de estímulos sensoriais pelo computador, devendo o participante apertar uma determinada tecla no teclado selecionada de acordo com uma característica intrínseca ao estímulo, que nesse estudo, foi a forma em que se apresentou (quadrado ou círculo).

O paradigma desenvolvido para esse teste utilizou o software E-prime versão 2.0 (Psychological Software Tools, Pittsburgh, PA) para apresentação do estímulo e também para registro das medidas dos tempos e da acurácia. Como estímulos visuais, foram utilizadas formas geométricas monocromáticas de círculos, medindo um grau de diâmetro e, quadrados, medindo um grau de altura e de lado. Respeitando o fato de que um estímulo apresentado na periferia do campo visual associa-se, em geral, a maiores latências da resposta motora (Carreiro, Haddad Jr, & Baldo, 2012), as figuras eram apresentadas aleatoriamente 6 graus à esquerda ou à direita de um ponto de fixação ocular, localizado no centro da tela. Os estímulos eram apresentados de forma randômica e as figuras permaneceram na tela até a resposta do participante. No total, os indivíduos responderam 140 trials. Desses, 20 trials fizeram parte de um ensaio que serviu como treinamento inicial, visando a uma familiarização do idoso com o teste (não analisados). Os tempos de reação manual foram obtidos e armazenados pelo programa para análises estatísticas posteriores.

Algumas formas de erros são: a) por emissão: caso o participante pressionasse a tecla errada; b) por antecipação: quando as respostas foram dadas em tempos de até 100 ms c) por omissão: quando as respostas forem dadas acima de 2000 ms. Como critério de validação do teste, os participantes deveriam atingir um mínimo de 90% de acertos.

Para evitar movimentações da cabeça e permitir uma maior estabilidade postural um equipamento frente e queixo foi utilizado durante esse procedimento.

O tempo estimado para a realização desse teste variou de três a cinco minutos por indivíduo. Antes do início do teste, o experimentador e o idoso liam juntos o comando existentes na tela, onde continha as instruções. Os participantes deveriam selecionar a

resposta o mais rápido possível com a tecla direita (número 6) quando visualizar um quadrado e, a tecla da esquerda (letra A),

### 2.2.2 *Treinamento de Neurofeedback*

Para realização do treinamento com Neurofeedback utilizamos como materiais um Notebook Dell Inspiron 14-5447-A40 (configuração: tela de 14”, disco rígido de 1 Tb, unidade central de processamento Intel® Core i7®, memória RAM de 16 Gb, placa de vídeo dedicada AMD Radeon 2 Gb e sistema operacional Windows 10 Professional para apresentação NF); Amplificador e conversor analógico-digital 8 canais neuroBOX (neuroUP - BR), com comunicação sem fio (Bluetooth 3.0), taxa de amostragem de 250 Hz, impedância 5KOhms; eletrodos banhados a ouro; pasta condutora; Software Maestro (neuroUP - BR); Software Bodyfeedback (neuroUP - BR).

Os participantes do grupo experimental SMR foram submetidos a oito sessões de treinamento com o Neurofeedback, sendo duas sessões semanais, previamente agendadas, com duração de 20 minutos. Esse número de sessões e frequência de treinamento foi baseado em estudos que apresentaram resultados significativos em funções cognitivas de adultos jovens (Vernon et al., 2003) e idosos (Reis, Portugal, Pereira, & Dias, 2015; Reis et al., 2016). Cada sessão de treinamento teve três intervalos em condição de olhos fechados, visando manter a atividade atencional na tarefa, ou seja, a cada 5 minutos era solicitado ao idoso que fechasse os olhos durante 10 segundos (tempo marcado pelo experimentador), procedimento semelhante ao visto na pesquisa de Vernon et al. (2003).

Em cada sessão, os idosos obtinham a informação sobre os procedimentos do treinamento e eventuais dúvidas esclarecidas. Logo após, direcionados ao ambiente previamente preparado para o treinamento, no qual, encontrava-se com temperatura controlada em 22°C e com a iluminação adequada. Os dados foram coletados sempre em ambientes individuais, silenciosos e fechados, minimizando qualquer distração para os participantes que foram posicionados em uma cadeira confortável a 60 cm de distância, do notebook com tela de 14”, que apresentava o programa de treinamento. Em seguida, as regiões em que os eletrodos seriam posicionados passaram por uma assepsia com a utilização de uma gaze estéril umedecida com álcool etílico 70%.

A colocação dos eletrodos seguiu a disposição do Sistema Internacional 10-20, com o eletrodo ativo alocado em Cz, o terra (ground) no lóbulo auricular direito e o referência no lóbulo auricular esquerdo, a partir da utilização de uma pasta condutora para

EEG. Feito isso e testada a impedância do sinal, mantida abaixo de 5KOhms, deu-se início ao treinamento. Vale salientar que os sinais foram processados para a potência espectral através de filtros passa-banda, do tipo, Butterworth, na banda SMR que corresponde a faixa de 12-15 Hz. Além disso, filtros do tipo butterworth passa-banda na faixa entre 1 Hz e 50 Hz e também um filtro Notch em 60Hz, visando a exclusão de ruídos da rede elétrica do local.

A modalidade de apresentação do NF foi audiovisual, na temática “Interestrelar” do Maestro (neuroUp), utilizando o programa Bodyfeedback (neuroUp). No feedback visual era apresentado uma linha e uma nave espacial, que oscilava na tela de acordo com a amplitude da do sinal de SMR, sendo o deslocamento vertical da nave a resposta do cálculo do SMR, ou seja, ao aumentar o SMR, a “nave” era deslocada para cima; no sentido inverso, a “nave” se movia para baixo. A modalidade auditiva consistia de notas de piano que variavam em ritmo e tom (frequência) de acordo com a resposta elétrica cerebral. A resposta auditiva era formada por notas da escala de Dó maior. Valores do SMR próximos a zero desencadeavam o toque de notas graves e com ritmo lento, e o aumento de SMR, notas mais agudas e com ritmo mais rápido.

A instrução relativa ao alcance do objetivo (interação com feedback) foi dita individualmente e da seguinte forma: “Seu objetivo é mover a espaçonave, deixando-a o mais alto possível”. Nesse estudo, descrevemos momentos pré e pós intervenção para os dois grupos, mas enfatizamos aqui que apenas o grupo experimental passou pelo treinamento de NF, enquanto que o grupo controle, realizou o teste de Simon no tempo 1 e no tempo 2, não tendo qualquer tipo de intervenção.

## **2.2 Análise dos Dados**

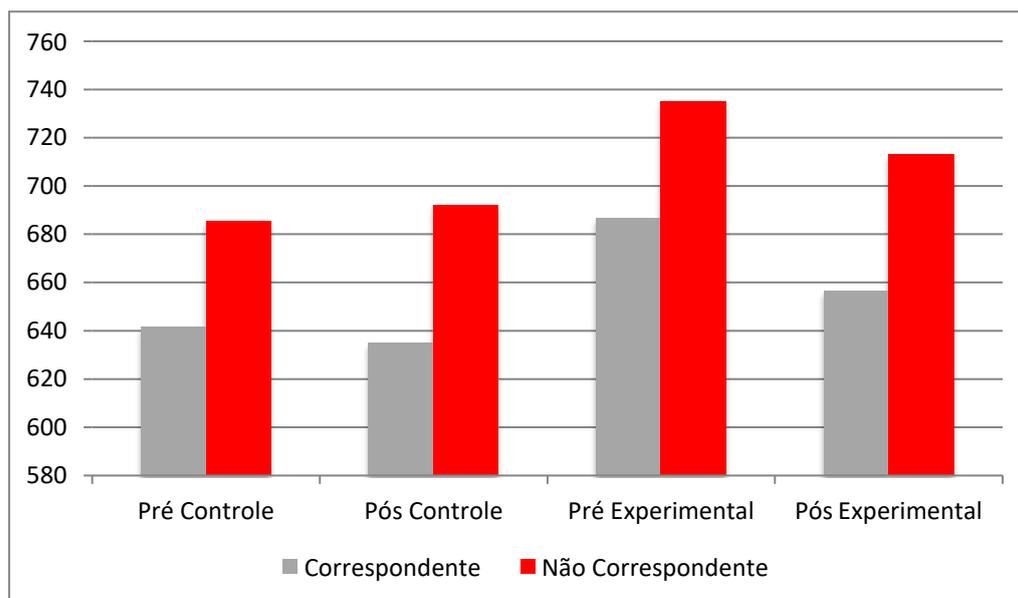
Inicialmente foi realizada análise descritiva dos dados coletados com o teste de Simon nos dois momentos pré e pós período de intervenção. Em seguida, foram calculadas as médias dos TRM e realizada uma análise de variância de múltiplos fatores (MANOVA). As variáveis intergrupos consideradas foram: o grupo controle e o grupo experimental SMR e os momentos pré e pós. Já as variáveis intragrupo foram as condições correspondentes e não congruentes. Os erros também foram analisados, seguindo o mesmo delineamento estatístico dos tempos de reação manual, bem como, a estimativa do tamanho do efeito também foi considerada ( $\eta^2$  quadrado parcial).

### 3. Resultados

#### 3.1 Tempo de Reação Manual

Foram examinados os tempos de reação dos grupos controle e experimental, nas condições correspondente e não correspondente, nos momentos pré e pós, a partir de uma análise multivariada da variância (MANOVA) entre as variáveis grupos (Controle e Experimental), e as duas condições Correspondência (2: Correspondente e não correspondente) e momento (2: Pré e Pós-intervenção). Essa análise verificou haver só um efeito principal significativo para a variável correspondência [ $F(1,30) 34,789$ ;  $p < .001$ ;  $\eta^2=0,537$ ; Correspondente (média 654,89 ms,  $dp= 23,71$ ) versus não correspondente (média (706,53 ms;  $dp= 22,81$ )]. Nenhum efeito interativo foi observado. As médias encontradas no TRM podem ser melhores evidenciadas na Figura 1.

Figura 1 – Tempos de Reação Manual dos participantes



#### 3.4 Acurácia

O mesmo tipo de análises estatísticas dos TRM foi empregado na acurácia das respostas. Foram analisados os percentuais de erros correspondentes e não correspondentes, nos dois momentos e nos dois grupos. No grupo controle, a porcentagem de erro nas condições correspondente e não correspondente no momento pré foi de 1,28% e 2,64% respectivamente. E no momento pós foi de 0,57% e 1,14%. No grupo

experimental SMR, a porcentagem de erros, no momento pré-intervenção, obtida na condição correspondente foi de 0,27% e 1,27% na condição não correspondente. No momento pós, a porcentagem de erros na condição não correspondente (1,27%) foi maior que na condição correspondente (0,44%). Os resultados apontam que não ocorreram diferenças significativas (Tabela 3).

Tabela 2 – Teste Wilcoxon da Acurácia dos participantes.

	Controle		Experimental	
	z	p	z	p
<b>Pré x Pós Correspondente</b>	-0,943	0,345	-0,674	0,500
<b>Pré x Pós Não correspondente</b>	-1,274	0,203	-0,51	0,959

Foi computada uma análise multivariada da variância (MANOVA) entre a variável grupo (2: controle e experimental) e a condição momento (2: pré e pós-intervenção) tendo como variável dependente o percentual de erros. Nenhum efeito com significância foi observado.

### 3.5 Análises individuais

Tendo em vista que a população dessa pesquisa foi 32 indivíduos e a dimensão ampliada do Efeito Simon em idosos, consideramos relevante a realização de análises mais detalhadas sobre os efeitos individuais do treinamento com NF, no TRM e das acurácias das condições estudadas, através dos testes estatísticos de Wilcoxon, buscando evidenciar aspectos que podem influenciar o TRM nas condições realizadas. Na tabela 4, encontram-se descritos os percentuais de melhoras, manutenção ou piora dos tempos de reação manual e das acurácias, nas situações correspondente e não correspondente e nos grupos experimental SMR e controle. Já na tabela 5, são apresentados os valores obtidos através da associação das variáveis Efeito Simon e Acurácia com o teste Qui-quadrado.

Tabela 3 – Análises individuais do TRM e Acurácia através Teste Wilcoxon

	Controle				Experimental			
	%	TRM	%	Acurácia	%	TRM	%	Acurácia
<b>Pré x Pós Correspondente</b>	50,0	↑	57,1	=	61,1	↑	72,2	=
<b>Pré x Pós Não correspondente</b>	42,8	↓	57,1	↑	66,6	↑	50,0	=

Significado dos símbolos: ↑: melhora; = : manutenção; ↓: piora.

Tabela 4 – Análises individuais do Efeito Simon e Acurácia através do teste Que-quadrado.

	EFEITO SIMON	ERROS	
		Correspondent	Não correspondent
<b>Experimental</b>			
Armento	9	4	5
Mentee	0	13	9
Reduziu	9	1	4
Total	18	18	18
<b>Controle</b>			
Aumentou	8	2	1
Manteve	0	8	5
Reduziu	6	4	8
Total	14	14	14
Qui-quadrado	0,16	3.2073	4.7166
<i>p</i>	0,6891	.201165	.094583

#### 4. Discussão

A investigação dos métodos com neurofeedback para atenuar os efeitos da longevidade na cognição é importante e deve ser aprofundada. Em uma revisão sobre as tendências do neurofeedback em Psicologia, observou-se que diferentes protocolos com idosos têm sido direcionados para o aumento da capacidade cognitiva (Dias, 2010). Embora seja comum encontrar alterações no EEG dos indivíduos usando diferentes protocolos de treinamento de NF, há controvérsias sobre os efeitos no desempenho cognitivo de idosos (Staufenbiel, Brouwer, Keizer, & VanWouwe, 2014) ou até mesmo sobre a transferência dos resultados do feedback para além as sessões de treinamento (Gomez-Pilar, Corralejo, Nicolas-Alonso, Álvarez, & Hornero, 2016).

O treinamento de NF para aumento do SMR também tem sido apresentado na literatura como facilitador de mecanismos inibitórios. O ritmo SMR (12-15 Hz no córtex sensorio-motor), é gerado por oscilações talamocorticais e com envolvimento parcial dos gânglios da base. Seu treinamento resulta em um melhor controle de vias somatossensoriais e somatomotoras (Doppelmayr & Weber, 2011; Cheng, Huang, Chang, Koester, Schack & Hung, 2015), ou seja, o SMR aumentado resulta em um processamento da atenção mais eficiente, um processamento aprimorado de estímulos relevantes para a tarefa (Kober et al., 2017), produzindo um maior controle inibitório e diminuição nos tempos de respostas.

Diversas pesquisas utilizam a estimulação do SMR visando o aumento da capacidade cognitiva dos indivíduos (Marlats et al. 2019; Kober et al., 2015; Doppelmayr

& Weber, 2011), embora, alguns deles, após o treinamento de NF SMR, não evidenciam melhoras significativas na memória, atenção (Marlats et al., 2019; Kober et al., 2015; Vernon et al., 2003) e tempo de reação (Egner & Gruzelier, 2004). Um dos motivos pode ser o fato de que muitos indivíduos acham essa técnica difícil de dominar (Tan & Nijholt, 2010), pois a descoberta da melhor estratégia para produzir a frequência de onda treinada deve ser realizada de forma individual e intrinsecamente. O aprendizado voluntário e o treinamento da excitabilidade sensório-motora a partir do NF SMR podem facilitar o processamento da informação, diminuindo interferências e mantendo a atenção (Sterman M., 1996). Geralmente, o SMR é identificado nas regiões centrais do couro cabeludo sobre o córtex sensório-motor (Kober et al., 2015), sendo essa a razão da utilização do eletrodo Cz para captar a atividade elétrica cortical, como sugere Sistema Internacional 10-20. A relação entre desempenho cognitivo e sinais de EEG sugere que as características do EEG em locais corticais específicos podem ser usadas como alvos das estratégias de neuromodulação (Reis et al., 2016).

No estudo de Doppelmayr & Weber (2011) um dos objetivos consistia em investigar se o desempenho cognitivo é modulado seletivamente pelo SMR ou Teta/beta, através do treinamento dessas frequências usando o NF visual. Os 41 indivíduos saudáveis de 17 a 32 anos foram alocados em um dos três grupos (SMR, Teta/Beta, Controle Sham) e realizaram 30 sessões de treinamento durante seis semanas. Para avaliação cognitiva foram realizados Teste de Rotação Espacial, Tempo de Reação (simples e escolha) e Teste de Criatividade. Os resultados encontrados divergem dos achados dessa pesquisa (embora a população de estudo tenha idades diferentes) quando indicam que os indivíduos que treinaram o SMR apresentaram uma melhora significativa nas tarefas de tempo de reação simples e escolha, bem como no número de respostas corretas na tarefa de rotação espacial, o que não pode ser evidenciado nos outros dois grupos de treinamento.

Marlats et al., (2019) indicam que pesquisadores que utilizam o NF melhoraram suas metodologias e, para isso, estabeleceram alguns critérios que devem ser considerados para um melhor uso e aproveitamento da técnica. Dentre eles, estão a escolha do limiar de recompensa, o tipo e número de reforços positivos, o número de sessões e o tempo de treinamento, além das instruções oferecidas (Arns, et al., 2017).

Considerando as modalidades de feedback visual e auditiva, as imagens motoras demonstraram ser úteis para controlar o SMR. Gomez-Pilar et al. (2016) e McCreddie, Coyle e Prasad (2012) identificaram que o feedback visual apresenta um melhor resultado que o feedback auditivo. No presente estudo, a apresentação do feedback foi a partir de estímulos visuais e auditivos concomitantemente.

Nesse estudo, a análise de medidas centrais rejeitou a hipótese de que o treinamento de NF SMR reduz o Efeito Simon e aumenta a acurácia das respostas dos idosos. Relacionado ao funcionamento neural, o Tempo de Reação é considerado um possível indicador da função cognitiva. Por ser um procedimento não invasivo, a medição do tempo de reação pode ser administrada em diversos cenários com o objetivo de identificar funções cognitivas como controle inibitório e atenção seletiva (Chen, Weng, Hsiao, Tsao, & Koo, 2017).

No presente estudo, os resultados convergem com a literatura quanto ao TRM, ao evidenciarmos que a condição não correspondente possui um tempo de latência maior que a correspondente (Hommel, 2011) gerando um Efeito Simon global, independente do grupo ou do momento.

Como um dos pilares das FE, que são extremamente sensíveis ao processo de envelhecimento (Diamond, 2013; Levine, et al., 2007), o controle inibitório se encontra comprometido tanto no envelhecimento normal, quanto em quadros neurodegenerativos (Magalhães, 2013). Uma das hipóteses para esse Efeito é a tendência do cérebro a apresentar uma maior atrofia nas regiões do hipocampo e córtex frontal, o que implica, entre outros fatores, um provável declínio na velocidade do processamento de informações (Sugiura, 2016).

Comparando o desempenho de jovens adultos e idosos em tarefas atencionais, Butler e Zack (2006) identificaram que esses últimos apresentam dificuldades em inibir informações irrelevantes, ocasionando um maior tempo de resposta em tarefas de controle inibitório. Dessa forma, a condição não correspondente oferece um componente distrator, o que leva um maior tempo de resposta quando comparado à situação correspondente (Bialystok, Martin, & Viswanathan, 2005). Nossos resultados corroboram com esses achados tendo em vista que a condição não correspondente nos momentos pré e pós intervenção apresentaram um maior tempo de resposta.

Com relação à acurácia das respostas, não foram evidenciadas diferenças significativas nos percentuais de erros, segundo as condições de correspondência relativas a grupos e momentos, apontando que a acurácia não sofreu influência da intervenção com NF. Resultado semelhante pode ser encontrado na pesquisa de Neto (2018), que teve como objetivo identificar se o treinamento com neurofeedback promove redução do nível de estresse percebido e influencia o desempenho de processos atencionais relativos a tarefa de Simon em adultos entre 20 e 45 anos.

O estudo de Vernon et al. (2003) conseguiu identificar melhoras na performance cognitiva, utilizando feedback audiovisual, a partir da estimulação de SMR com oito sessões de treinamento. Contrariando a afirmação de Gruzelier (2014) que aponta o número de 10 sessões de intervenção com NF para um treino efetivo. Logemann, Lansbergen, Van, Böcker e Kenemans (2010) relativizam essa afirmação quando não evidencia resultados significativos em componentes cognitivos, mesmo após 16 sessões de treinamentos.

Podemos evidenciar na literatura uma heterogeneidade em relação ao número de sessões de treinamento necessário para visualizar resultados consistentes em idosos, variando de três sessões de treinamento (Hohenfeld et al., 2017) a 30 sessões (Angelakis et al., 2007; Marlats et al., 2019)

Com relação ao número de sessões em estudos com idosos, Angelakis et al. (2007) conduziram sua pesquisa com 30 sessões de treinamento de NF, em seis idosos saudáveis e obteve resultados positivos na velocidade de processamento e funções executivas no grupo experimental que treinou o pico de alfa na região occipital. Becerra e colaboradores (2012) realizaram o treino de NF em 56 idosos saudáveis, objetivando a redução de teta em toda a região cortical que apresentasse amplitude de teta elevada identificada no EEG quantitativo. Foram 30 sessões de treinamento e como resultado cognitivo, identificaram aumento significativo na compreensão verbal e memória operacional.

A partir de quatro sessões de treinamento de NF audiovisual em 30 idosos sadios, objetivando o aumento de teta na região central, Lecomte e Juhel (2011) não evidenciaram mudanças significativas entre os grupos do estudo e nem inter-sujeitos. Contudo, algumas pesquisas com idosos verificaram melhoras na performance cognitiva a partir do treinamento com apenas 5 sessões de NF (Gomez-Pilar et al., 2016). Na pesquisa de Reis et al. (2016), foram realizadas oito sessões de treinamento em idosos saudáveis e os resultados indicaram que o grupo que realizou o NF apresentou melhoras em alguns testes cognitivos, dentre eles o teste de dígitos e matrizes, embora, no Mini Exame do Estado Mental (MEEM) e no MoCA (Avaliação Cognitiva Montreal) não foram evidenciadas mudanças significativas.

Como pode ser evidenciado, não se pode dizer que o número de sessões se apresente como fator decisivo para a verificação de resultados, mas sim, que é um fator relevante a ser considerado na metodologia de estudos com idosos, tendo em vista que Myerson et al. (2007) identificaram que pessoas mais velhas são tão aptas quanto os mais jovens a assimilar informação. Contudo, deve-se também considerar o fato de que a neuroplasticidade se apresenta de forma mais discreta nos idosos (Park & Bischof, 2013),

desta forma, infere-se que, para produção de efeitos comportamentais, mais sessões são necessárias. Hohenfeld et al. (2017) realizaram um estudo tendo como participantes idosos saudáveis e idosos com Doença de Alzheimer prodrômica e identificou que os sujeitos apresentaram um melhor desempenho na memória visuoespacial após o treinamento com Neurofeedback. Além disso, os idosos saudáveis também apresentaram um melhor desempenho em uma tarefa de memória de trabalho. Os dois grupos mencionados foram capazes de provocar ativação parahipocampal durante o treinamento, mas nenhuma ativação nessa região foi encontrada no grupo controle submetido a falsificação de feedback.

Grady (2008) identificou que idosos, para compensarem a diminuição da atividade dos lobos occipitais, apresentam uma maior atividade nos lobos frontais. No estudo de Kawai et al (2012) que teve como objetivo comparar o desempenho e atividade cerebral de jovens adultos e idosos em duas tarefas inibitórias (Flanker e Simon), utilizando a Espectroscopia no infravermelho próximo (fNIRS), o resultado indica que os idosos apresentaram maior atividade nos giros frontais (parte superior e média) do hemisfério esquerdo na tarefa flanker, e, na tarefa de Simon, nos giros frontais bilaterais superiores. Diante dessas informações, pode-se perceber que por mais que o treino SMR induza melhorias cognitivas, talvez, o controle inibitório de informações espaciais seja mais dependente desses circuitos frontais. Outro ponto que deve ser observado é o fato do papel

do cerebelo nas funções cognitivas. Essa região se conecta com o córtex motor e os paradigmas cognitivos ativam regiões internas do cerebelo que possuem lóbulos envolvidos na linguagem, memória de trabalho e planejamento (Schmahmann, 2019).

Entre as possíveis limitações desse estudo, ressalta-se a ausência de um grupo *sham* na realização do treinamento, embora, seja possível observar esse delineamento em outros estudos. Outro ponto a ser considerado é o fato de que durante a aplicação do teste de Simon, existia um feedback (acerto/erro) após cada resposta do indivíduo, no entanto, Koehn, Dickinson, e Goodman (2008) apontam que "acusar" sujeitos de cometer um erro retardou mais o processamento do próximo estímulo do que a indicação de que haviam feito a escolha correta.

Por fim, pode-se inferir que os resultados encontrados refletem a dimensão ampliada do Efeito Simon para pessoas idosas (Joyce, Smyth, Donnelly & Davranche, 2014), o que pode acabar mascarando os resultados individuais nas análises gerais. O fato de sido encontrado o mesmo número de indivíduos que aumentaram e reduziram o Efeito Simon (nove em cada caso), pode indicar que, possivelmente, esse protocolo não é universal, sendo apropriado apenas para um perfil específico de sujeitos. Nesse ponto, convém uma análise exploratória nos dados sociodemográficos a fim de encontrar correlações existentes nos indivíduos que apresentaram um menor Efeito Simon.

## **5. Conclusão**

Em resumo, evidências anteriores sugerem que o aumento no controle da atividade do SMR está relacionado à maior capacidade de processamento de informações no desempenho motor. Nesse estudo, pôde ser evidenciado um efeito significativo na correspondência, apontando que os idosos apresentam um tempo de reação na situação não correspondente maior que na condição correspondente. Complementarmente, nas análises individuais, pôde-se perceber que alguns indivíduos, apresentaram uma menor dimensão do Efeito Simon após o treinamento de NF.

A partir dessas constatações torna-se importante, em pesquisas futuras, identificar diferenças individuais que possam comprometer o aprendizado do indivíduo, além disso, realizar o NF em áreas frontais pode apresentar resultados significativos em tarefas de controle inibitório.

Diante das evidências de que déficits nas funções executivas estão associados ao declínio nas atividades funcionais e maior risco de mortalidade entre idosos, estratégias de intervenções motoras e cognitivas devem ser incentivadas, juntamente com a prática regular de atividades físicas, visando à plasticidade do sistema nervoso central nessa população.

## Referências

- Arns, M., De Ridder, S., Strehl, U., Breteler, M., & Coenen, A. (2009). Efficacy of neurofeedback treatment in ADHD: the effects on inattention, impulsivity and hyperactivity: a meta-analysis. *Clinical EEG and neuroscience*, 40(3), 180-189.
- Becerra, J., Fernandez, T., Roca-Stappung, M., Diaz-Comas, L., Galan, L., Bosch, J., & Harmony, T. (2012). Neurofeedback in healthy elderly human subjects with electroencephalographic risk for cognitive disorder. *Journal of Alzheimer's Disease*, 28(2), 357-367.
- Bertolucci, P. H., Brucki, S. M., Campacci, S. R., & Juliano, Y. (1994). O mini-exame do estado mental em uma população geral: impacto da escolaridade. *Arquivos de Neuropsiquiatria*, 52(1), 1-7.
- Bialystok, E. (2006). Effect of bilingualism and computer video game experience on the Simon task. *Can J Exp Psychol*, 60(1), 68-79.
- Bialystok, E., Martin, M. M., & Viswanathan, M. (2005). Bilingualism across the lifespan: The rise and fall of inhibitory control. *International Journal of Bilingualism*(9), 103-119.
- Carreiro, L. R., Haddad Jr, H., & Baldo, M. V. (2012). Componentes Sensoriais e Atencionais do Tempo de Reação. *Psicologia: teoria e pesquisa*, 28(2), 133-140.
- Carrobes, J. (2016). Bio/neurofeedback. *Clínica y Salud*, 27, 125-31.
- Chambers, C. D., Garavan, H., & Bellgrove, M. A. (2009). Insights into the neural basis of response inhibition from cognitive and clinical neuroscience. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 33 (5), 631-646. doi: 10.1016/j.neubiorev.2008.08.016.
- Cheng, M.-Y., Huang, C.-J., Chang, Y.-K., Koester, D., Schack, T., & Hung, T.-M. (2015). Sensorimotor Rhythm Neurofeedback Enhances Golf Putting Performance. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 37(6), pp. 626–636.
- Collette, F., Linden, M. van der, Laureys, S., Delfiore, G., Degueldre, C., Luxen, A., & Salmon, E. (2005). Exploring the unity and diversity of the neural substrates of executive functioning. *Human Brain Mapping*, 25 (409), 409-423. doi: 10.1002/hbm.20118.
- Collette, F., & Linden, M. V. der. (2002). Brain imaging of the central executive component of working memory. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 26, 105-125. doi: 10.1016/S0149-7634(01)00063-X.
- Conde, E., Figueiras, A., & Lameira, A. (2009). Tempo de reação no futebol: a tarefa de compatibilidade estímulo resposta. *Coleção Pesquisa em Educação Física*, 8(5), 199-204.
- Conde, E. Q. (2007). Modulação do efeito Simon vertical e horizontal através de associações da memória visuomotora (Dissertação de mestrado, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ).
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, pp. 135-68. doi:10.1146/annurev-psych-113011-143750.

- Dias, Á. M. (2010). Tendências do neurofeedback em psicologia: revisão sistemática. *Psicologia em estudo*, 15(4), 811-820.
- Dillon, D. G., & Pizzagalli, D. A. (2007). Inhibition of action, thought, and emotion: a selective neurobiological review. *Applied and Preventive Psychology*, 12(3), pp. 99-114. doi:10.1016/j.appsy.2007.09.004.
- Doppelmayr, M., & Weber, E. (2011). Effects of SMR and theta/beta neurofeedback on reaction times, spatial abilities, and creativity. *Journal of Neurotherapy*, 15(2), 115-129.
- Egner, T., & Gruzelier, J. H. (2004). EEG biofeedback of low beta band components: frequency-specific effects on variables of attention and event-related brain potentials. *Clinical neurophysiology*, 115(1), 131-139.
- Evans, J., & Abarbanel, A. (1999). *Introduction to Quantitative EEG and Neurofeedback*. New York: Academic Press.
- Fernandez-Ruiz, J. P., Brien, D., Coe, B., Garcia, A., & Munoz, D. P. (2018). Age related prefrontal compensatory mechanisms for inhibitory control in the antisaccade task. *NeuroImage*, 92-101.
- Fernández, T., Becerra, J., Roca, M., Espino, M., Bahlke, M. Y., & Harmony, T. (2008). Neurofeedback in healthy elderly humans with electroencephalographic risk of cognitive impairment. 10th International Conference on Cognitive Neuroscience, (p. 10.3389/conf.neuro.09.2009.01.173). Bodrum.
- Ferrari, J.F., & Dalacorte, R. R. (2007). Uso da Escala de Depressão Geriátrica de Yesavage para avaliar a prevalência de depressão em idosos hospitalizados. *Scientia Medica*, 17(1), 3-8.
- Gawryszewski, L. G., Lameira, A. P., Ferreira, F. M., Guimarães-Silva, S., Conde, E., & Pereira Jr., A. (2006). A compatibilidade estímulo-resposta como modelo para o estudo do comportamento motor. *Revista Psicologia USP*, 17(4), pp. 103-121.
- Grady, C. L. (2008). Cognitive neuroscience of aging. *Year in cognitive neuroscience 2008. Annals of the New York Academy of Sciences*, 1124, 127-144.
- Gomez-Pilar, J., Corralejo, R., Nicolas-Alonso, L. F., Álvarez, D., & Hornero, R. (2016). Neurofeedback training with a motor imagery-based BCI: neurocognitive improvements and EEG changes in the elderly. *Medical & Biological Engineering & Computing*, 11, pp. 1655-1666.
- Gruzelier, J. (2014). EEG-neurofeedback for optimising performance. I: a review of cognitive and affective outcome in healthy participants. *Neurosci Biobehav Rev*, 44, 124-141.
- Hammond, D. (2005). Neurofeedback with anxiety and affective disorders. *Child and adolescent psychiatric clinics of North America*, 14(1), pp. 105-123.
- Hampson, M. (2017). Identifying Potential Mechanisms of Action Underlying Neurofeedback Treatment Response in Depression. *Biol Psychiatry*, 82(8), pp. 547-48.
- Hohenfeld, C., Nellesen, N., Dogan, I., Kuhn, H. M., Ketteler, S., Goebel, R., Reetz, K. (2017). Cognitive Improvement and Brain Changes after Real-Time Functional MRI Neurofeedback Training in Healthy Elderly and Prodromal Alzheimer's Disease. *Front Neurol*, 9, p. 384. doi:10.3389/fneur.2017.00384
- Hommel, B. (2011). The Simon effect as tool and heuristic. *Acta Psychologica*, 136(2), 189-202.
- Hogan, M. J. (2004). The cerebellum in thought and action: a fronto-cerebellar aging hypothesis. *New Ideas in Psychology*, 22, 97-125. doi:10.1016/j.newideapsych.2004.09.002.
- Joyce, J., Smyth, P., Donnelly, A., & Davranche, K. (2014). The simon task and aging: Does acute moderate exercise influence cognitive control? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 46(3), pp. 630-39.

- Kawai, N., Kubo-Kawai, N., Kubo, K., Terazawa, T., & Masataka, N. (2012). Distinct aging effects for two types of inhibition in older adults: a near-infrared spectroscopy study on the Simon task and the flanker task. *Neuroreport*, 23(14), 819-824.
- Koehn, J. D., Dickinson, J., & Goodman, D. (2008). Cognitive Demands of Error Processing. *Psychological Reports*, 102(2), pp. 532-538.
- Kober, S. E., Schweiger, D., Reichert, J. L., Neuper, C., & Wood, G. (2017). Upper Alpha based neurofeedback training in chronic stroke: brain plasticity processes and cognitive effects. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 42(1), 69-83.
- Kober, S. E., Schweiger, D., Witte, M., Reichert, J. L., Grieshofer, P., Neuper, C., & Wood, G. (2015). Specific effects of EEG based neurofeedback training on memory functions in post-stroke victims. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 12(1), 107.
- Lavermicocca, V., Dellomonaco, A. R., Tedesco, A., Notarnicola, M., Di, R. F., & Battaglini, P. P. (2018). Neurofeedback in Parkinson's disease: technologies in speech and language therapy. *Recenti progressi in medicina*, 109(2), 130-132.
- Lecomte, G., & Juhel, J. (2011). The Effects of Neurofeedback Training on Memory Performance in Eldery Subjects. *Psychology*, 2(8), 846-852.
- Levine, B., Stuss, D., Winocur, G., Binns, M. A., Fahy, L., & Mandic, M. (2007). Cognitive rehabilitation in the elderly: Effects on strategic behavior in relation to goal management. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 13(1), 143-152.
- Logemann, H. N., Lansbergen, M. M., Van Os, T. W., Böcker, K. B., & Kenemans, J. L. (2010). The effectiveness of EEG-feedback on attention, impulsivity and EEG: A sham feedback controlled study. *Neuroscience Letters*, 479(1), 49-53.
- Londero, I., & Gomes, J. S. (2014). Neurofeedback hemoencefalográfico (HEG): possibilidades de aplicações no campo da saúde. *Ciências & Cognição*, 19(3), 307-314.
- Liew, S., Rana, M., Cornelsen, S., Fortunato de Barros Filho, M., Birbaumer, N., Sitaram, R., . . . Soekadar, S. (2016). Improving motor corticothalamic communication after stroke using real-time fMRI connectivity-based neurofeedback. *Neurorehabil Neural Repair*, 30(7), pp. 671-675.
- Magalhães, S.de S. (2013). Estrutura fatorial do controle inibitório no envelhecimento: comparação entre amostras de adultos idosos (Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná).
- Marlats, F., Djabelkhir-Jemmi, L., Azabou, E., Boubaya, M., Pouwels, S., & Rigaud, A. S. (2019). Comparison of effects between SMR/delta-ratio and beta1/theta-ratio neurofeedback training for older adults with Mild Cognitive Impairment: a protocol for a randomized controlled trial. *Trials*, 20(1), 88.
- McCreadie, K. A., Coyle, D. H., & Prasad, G. (2013). Sensorimotor learning with stereo auditory feedback for a brain-computer interface. *Medical & biological engineering & computing*, 51(3), 285-293.
- Myerson, J., Robertson, S., & Hale, S. (2007). Aging and intraindividual variability in performance: Analyses of response time distributions. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 88(3), 319-337.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: a latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41(1), 49-100. doi:10.1006/cogp.1999.0734.
- Moon, J.-H., Park, K.-H., & Whan Lee, S. (2016). Neurodrawing: Neurofeedback for Enhancing Attention by Drawing. 4th International Winter Conference on Brain-Computer Interface (BCI). Acesso em 24 de set de 2017, disponível em <http://ieeexplore.ieee.org/document/7457464/>

- Muratori, M. F., & Muratori, T. M. (2012). Neurofeedback na Reabilitação Neuropsicológica Pós-Acidente Vascular Cerebral. *Revista Neurociências*, 20(3), 427-436.
- Neto, R.W. (2018). Efeitos do treinamento com Neurofeedback na razão (TETA+BETA)/SMR sobre o estresse percebido e funções atencionais avaliadas pela tarefa de Simon (Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE).
- Nielson, K. A., Langenecker, S. A., & Garavan, H. (2002). Differences in the functional neuroanatomy of inhibitory control across the adult life span. *Psychology and Aging*, 17(1), pp. 56-71. doi:10.1037//0882-7974.17.1.56
- Park, D. C., & Bischof, G. N. (2013). The aging mind: neuroplasticity in response to cognitive training. *Dialogues in clinical neuroscience*, 15(1), 109.
- Pereiro, A., Juncos-Rabadán, O., & Facal, D. (2014). Attentional control in amnesic MCI subtypes: Insights from a simon task. *Neuropsychology*, 28(2), pp. 261-272.
- Simmonds, D. J., Pekar, J. J., & Mostosky, S. H. (2008). Meta-analysis of Go/No-go tasks demonstrating that fMRI activation associated with response inhibition is taskdependent. *Neuropsychologia*, 46(1), pp. 224-32. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2007.07.015.
- Stawarczyk, D., Grandjean, J., Salmon, E., & Collette, F. (2012). Perceptual and motor inhibitory abilities in normal aging and Alzheimer disease (AD): A preliminary study. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 54(2), 152-161.
- Reis, J., Portugal, A.M., Fernandes, L., Afonso, N., Pereira, M., Sousa, N., & Dias, N. S. (2016). An alpha and theta intensive and short neurofeedback protocol for healthy aging working-memory training. *Frontiers in aging neuroscience*, 8, 157.
- Reis, J., Portugal, A.M., Pereira, M. R., & Dias, N. (2015). Alpha and theta intensive neurofeedback protocol for age-related cognitive deficits. In *2015 7th International IEEE/EMBS Conference on Neural Engineering (NER)*, 715-718.
- Rossato, L., Contreira, A., & Corazza, S. (2011). Análise do tempo de reação e do estado cognitivo em idosas praticantes de atividades físicas. *Fisioter Pesq.*, 18(1), pp. 54-59.
- Sugiura, M. (2016). Functional neuroimaging of normal aging: Declining brain, adapting brain. . *Ageing Research Reviews*, 30, pp. 61-72.
- Sitaram, R., Ros, T., Stoeckel, L., Haller, S., Scharnowski, F., Lewis-Peacock, J., Sulzer, J. (2017). Closed-loop brain training: The science of neurofeedback. *Nature Reviews Neuroscience*, 18(2), 86-100.
- Schmahmann, J. D. (2019). The cerebellum and cognition. *Neuroscience letters*, 688, 62-75.
- Staufenbiel, S. M., Brouwer, A. M., Keizer, A. W., & Van Wouwe, N. C. (2014). Effect of beta and gamma neurofeedback on memory and intelligence in the elderly. *Biological psychology*, 95, 74-85.
- Serman, M. B. (1996). Physiological origins and functional correlates of EEG rhythmic activities: implications for self-regulation. *Biofeedback and Self-regulation*, 21(1), 3-33.
- Tabibnia, G., Monterosso, J. R., Baicy, K., Aron, A. R., Poldrack, R. A., Chakrapani, S., & London, E. D. (2011). Different forms of self-control share a neurocognitive substrate. *Journal of Neuroscience*, 31(13), 4805-4810.
- Tan, D., & Nijholt, A. (2010). Brain-computer interfaces and human-computer interaction. In *Brain-Computer Interfaces*, 3-19. Springer, London.
- Van Der Lubbe, R. H., & Verleger, R. (2002). Aging and the Simon task. *Psychophysiology*, 1, 100-110.
- Vasquez, M., Marien, G., Evelio, G., Aliño, M., & Salvador, A. (2015). Effects of assisted training with neurofeedback on EEG measures, executive function and mood in a healthy sample. *Anales de Psicología*, 31(1), 317-323.

- Vernon, D., Egner, T., Cooper, N., Compton, T., Neilands, C., Sheri, A., & Gruzelier, J. (2003). The effect of training distinct neurofeedback protocols on aspects of cognitive performance. *International journal of psychophysiology*, 47(1), 75-85.
- Zich, C., Debener, S., Schweinitz, C., Sterr, A., Meekes, J., & Kranczioch, C. (2017). High-Intensity Chronic Stroke Motor Imagery Neurofeedback Training at Home: Three Case Reports. *Clinical EEG and Neuroscience*, 0(0), 1-10.
- Young, K. D., Siegle, G. J., Zotev, V., Phillips, R., Misaki, M., Yuan, H., & Bodurka, J. (2017a). Randomized clinical trial of real-time fMRI amygdala neurofeedback for major depressive disorder: effects on symptoms and autobiographical memory recall. *American Journal of Psychiatry*, 174(8), 748-755.
- Young, K. D., Misaki, M., Harmer, C. J., Victor, T., Zotev, V., Phillips, R., & Bodurka, J. (2017b). Real-time functional magnetic resonance imaging amygdala neurofeedback changes positive information processing in major depressive disorder. *Biological psychiatry*, 82(8), 578-586.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Algumas funções cognitivas dos idosos encontram-se alteradas, entre elas, a velocidade de processamento, a atenção e o controle inibitório. Diante disso, torna-se imperativo a busca por estratégias intervencionais que visem a manutenção/recuperação dessas funções. O neurofeedback se apresenta como uma dessas estratégias, caracterizado por ser uma técnica não invasiva, baseada no condicionamento operante, na qual, os indivíduos aprendem a autoregular a atividade cerebral a partir de uma interface cérebro-computador.

Nessa presente tese, procurou-se apresentar evidências da intervenção na cognição dos idosos, principalmente, no controle inibitório, além de elencar fatores sociodemográficos que se relacionam com essa função. A literatura apresenta que a intervenção com neurofeedback em idosos ainda é incipiente e com resultados contraditórios, embora, na revisão sistemática realizada nesse estudo, identificou-se que dos oito artigos selecionados, apenas um não encontrou melhoras na função estimulada. Além disso, destaca-se o fato da inexistência de um protocolo padrão para esse tipo de treinamento.

Ademais, constatou-se que o controle inibitório, avaliado pela dimensão do Efeito Simon, correlaciona-se com algumas variáveis sociodemográficas, sendo elas: atividade física, ocupação e estado civil (solteiro). Esse estudo corroborou com a literatura quando identificou que a dimensão do Efeito Simon encontra-se alterada nos idosos, indicando um comprometimento na capacidade de inibição. Os resultados apontam que a estimulação do Ritmo sensorio motor, com eletrodo ativo localizado em Cz, não apresentou modificações significativas no tempo de reação manual dos idosos, bem como na acurácia das respostas, embora, após análises do desempenho de forma individual, pôde-se evidenciar que alguns indivíduos se beneficiaram desse treinamento psicofisiológico.

Sendo assim, torna-se fundamental a realização de novas pesquisas visando a identificação de fatores (sociodemográficos, clínicos, físicos) que podem influenciar o desempenho dos idosos. Em resumo, esse estudo oferece contribuições positivas para a abordagem ao estresse, assim como para melhoria dos mecanismos atencionais. Esse trabalho amplia as evidências científicas acerca da intervenção com neurofeedback na população idosa.

## REFERÊNCIAS

- CHAN, R. C.; SHUM, D.; TOULOPOULOU, T.; CHEN, E. Y. (2008). Assessment of executive functions: Review of instruments and identification of critical issues. **Archives of clinical neuropsychology**, 23(2), 201-216.
- CLOSS, V.E; SCHWANKE, C.H.A. A evolução do índice de envelhecimento no Brasil, nas suas regiões e unidades federativas no período de 1970 a 2010. **Revista brasileira de geriatria e gerontologia**, v. 15, n. 3, p. 443-458, 2012.
- COLLETTE, F.; AMIEVA, H.; ADAM, S.; HOGGE, M.; VAN DER LINDEN, M.; FABRIGOULE, C.; SALMON, E. Comparison of inhibitory functioning in mild Alzheimer's disease and frontotemporal dementia. **Cortex**, v. 43, n. 7, p. 866-874, 2007.
- COLLETTE, F. SCHMIDT, C.; SCHERRER, C.; ADAM, S.; SALMON, E. Specificity of inhibitory deficits in normal aging and Alzheimer's disease. **Neurobiology of aging**, v. 30, n. 6, p. 875-889, 2009.
- CONDE, E.; TEIXEIRA, F.S.; LACERDA, A. Monitoramento do Tempo de Reação como estratégia de avaliação cognitiva e acompanhamento psicológico de judocas. **Ciências & Cognição**, v. 19, n. 3, 2014.
- DE SOUZA, P.da S.; DA ROCHA, F.J.T.; LEAL, M.C.C; MARINO, J.G. Avaliação do desempenho cognitivo em idosos. *Revista brasileira de geriatria e gerontologia*, v. 10, n. 1, p. 29-38, 2007.
- DIAMOND, Adele. Executive functions. **Annual review of psychology**, v. 64, p. 135-168, 2013.
- DILLON, D.G.; PIZZAGALLI, D.A. Inhibition of action, thought, and emotion: a selective neurobiological review. **Applied and Preventive Psychology**, v. 12, n. 3, p. 99-114, 2007.
- FERRARI, J.F.; DALACORTE, R.R. Uso da Escala de Depressão Geriátrica de Yesavage para avaliar a prevalência de depressão em idosos hospitalizados. **Scientia Medica**, v. 17, n. 1, p. 3-8, 2007.
- GALLAHUE, D.L.; OZMUN, J.C. Compreendendo o desenvolvimento motor: bebês, crianças, adolescentes e adultos. São Paulo: Phorte, 2005. **Revista Acta Medica Portuguesa**, v. 24, n. 6, p. 1025-1030, 2011.
- GAWRYSZEWSKI, L.G.; LAMEIRA, A.; FERREIRA, F.; GUIMARÃES-SILVA, S.; CONDE, E.; PEREIRA, J. A compatibilidade estímulo-resposta como modelo para o estudo do comportamento motor. **Psicologia USP**, v. 17, n. 4, p. 103-121, 2006.
- HAMMOND, D.C. What is neurofeedback: An update. **Journal of Neurotherapy**, v. 15, n. 4, p. 305-336, 2011.

HARADA, C.N.; LOVE, M.C.N.; TRIEBEL, K.L. Normal cognitive aging. **Clinics in geriatric medicine**, v. 29, n. 4, p. 737-752, 2013.

HOMMEL, B. The Simon effect as tool and heuristic. **Acta psychologica**, v. 136, n. 2, p. 189-202, 2011.

KROPOTOV, J.D. Quantitative EEG, event-related potentials and neurotherapy. **Academic Press**, 2010.

LEZAK, M.; HOWIESON, D., BIGLER, E., TRANELI, D. **Neuropsychological Assessment**. New York: Oxford University Press, USA, 2012.

LOURENÇO, R.A.; VERAS, R.P. Mini-Exame do Estado Mental: características psicométricas em idosos ambulatoriais. *Revista de Saúde Pública*, v. 40, p. 712-719, 2006.

ROSSATO, L.C.; CONTREIRA, A.R.; CORAZZA, S.T. Análise do tempo de reação e do estado cognitivo em idosas praticantes de atividades físicas. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 18, n. 1, p. 54-59, 2011.

SCHULTE, T.; MÜLLER-OEHRING, E.M.; CHANRAUD, S.; ROSENBLOOM, M.J.; PFEFFERBAUM, A.; SULLIVAN, E. V. Age-related reorganization of functional networks for successful conflict resolution: a combined functional and structural MRI study. **Neurobiology of aging**, v. 32, n. 11, p. 2075-2090, 2011.

SOUTSCHEK, A.; MÜLLER, H.J.; SCHUBERT, T. Conflict-specific effects of accessory stimuli on cognitive control in the Stroop task and the Simon task. **Experimental psychology**, v.60,n.2, p.140-147, 2013.

SOUZA, A.P.S.; OLIVEIRA, C.A.; OLIVEIRA, M.A. Medidas de tempo de reação simples em jogadores profissionais de voleibol. **Lecturas in Educacion Física y Deporte**, v. 140, p. 1-8, 2006.

STAUFENBIEL, S.M.; BROUWER, A.M.; KEIZER, A.W.; VAN WOUWE, N.C. Effect of beta and gamma neurofeedback on memory and intelligence in the elderly. **Biological psychology**, v. 95, p. 74-85, 2014.

THIBAUT, R.T.; LIFSHITZ, M.; RAZ, A. Neurofeedback or neuroplacebo?. **Brain**, v. 140, n. 4, p. 862-864, 2017.

VASQUEZ, M.; MARIEN, G.; EVELIO, G.M. A.; SALVADOR, A. Effects of assisted training with neurofeedback on EEG measures, executive function and mood in a healthy sample. **Anales de Psicología/Annals of Psychology**, v. 31, n. 1, p. 317-323, 2015.

VITTA, A. de. Atividade física e bem-estar na velhice. **E por falar em boa velhice**. Campinas, SP: Papirus, p. 25-38, 2000.

ZANINI, R.S. Demência no idoso. **Revista Neurociências**, v. 18, n. 2, p. 220-226, 2010.

## APÊNDICE A: QUESTIONÁRIO SOCIODEMOGRÁFICO

NOME: \_\_\_\_\_  
 SEXO: F ( ) M ( )  
 DATA DE NASCIMENTO: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ IDADE: \_\_\_\_\_  
 NATURALIDADE: \_\_\_\_\_ NACIONALIDADE: \_\_\_\_\_  
 MORADA: \_\_\_\_\_  
 CONTATOS: \_\_\_\_\_  
 É PORTADOR DE ALGUMA DOENÇA? ( ) SIM ( ) NÃO  
 SE SIM, QUAL? \_\_\_\_\_  
 ESCOLARIDADE: \_\_\_\_\_  
 ESTADO CIVIL: \_\_\_\_\_ • FILHOS? NÃO ( ) SIM ( )  
 QUANTOS? \_\_\_\_\_ • NETOS? NÃO ( ) SIM ( ) – QUANTOS? \_\_\_\_\_  
 COM QUEM MORA? \_\_\_\_\_  
 COM QUE FREQUÊNCIA ENCONTRA-SE COM A SUA FAMÍLIA?  
 DIARIAMENTE ( ); SEMANALMENTE ( ); MENSALMENTE ( ); ANUALMENTE ( )  
 COSTUMA SAIR DE CASA? ( ) SIM ( ) NÃO.  
 CASO A RESPOSTA ANTERIOR TENHA SIDO “SIM”, COM QUE FREQUÊNCIA?  
 DIARIAMENTE ( ); SEMANALMENTE ( ); MENSALMENTE ( ); ANUALMENTE ( )  
 )  
 PROFISSÃO: \_\_\_\_\_ OCUPAÇÃO ATUAL: \_\_\_\_\_  
 TEM ALGUMA ATIVIDADE FÍSICA RÉGULAR? SIM ( ) NÃO ( ).  
 CASO A RESPOSTA TENHA SIDO “SIM”  
 QUAL? \_\_\_\_\_ •  
 COMO COSTUMA OCUPAR O SEU TEMPO? SEM FAZER NADA ( ); VER  
 TELEVISÃO ( ); CONVERSAR COM FAMILIARES/ AMIGOS/ VIZINHOS/  
 CONHECIDOS ( ); LER ( );  
 FREQUENTAR ALGUMA ASSOCIAÇÃO ( \_\_\_\_\_ ) ( ); PASSEAR ( );  
 OUTRO ( )  
 QUAL? \_\_\_\_\_

## APÊNDICE B: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO AO IDOSO (PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS - Resolução 466/12)

Convidamos e solicitamos a sua autorização para participar, como voluntário (ou responsável) o Sr. (a) \_\_\_\_\_ da pesquisa **Efeito Simon em idosos após intervenção com Neurofeedback**, sob a responsabilidade da pesquisadora Ana Iza Gomes da Penha Sobral. Essa pesquisa está vinculada ao Programa de Pós- Graduação em Psicologia Cognitiva da Universidade Federal de Pernambuco e ao Laboratório de Neurociência Cognitiva (LNeC - UFPE) localizado no Centro de Filosofia e Ciências Humanas (CFCH) à Av. da Arquitetura, s/n, 9º andar, CEP: 50740-550, na cidade de Recife, Pernambuco. Está sob a orientação do Professor Dsc. Antonio Roazzi e co-orientação do professor Dsc. Erick Conde. E-mail para contato do pesquisador responsável: anaizagomes@gmail.com. Telefone para contato: (81) 9 8885-7357. Caso esse 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 rubrique 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:** Esta pesquisa tem como objetivo identificar o Efeito Simon em idosos entre 60 e 70 anos após intervenção com Neurofeedback, que consiste em uma técnica de auto regulação psíquica e neurofisiológica em que o indivíduo interage com seu padrão neuronal aprendendo a controlar sua própria atividade cerebral, através de uma interface lúdica com um computador. Assim, o participante pode produzir efeitos sobre os processos fisiológicos, estados cognitivos, emocionais e comportamentos. Dois grupos com 15 voluntários cada serão formados, sendo um grupo a receber o treinamento com Neurofeedback, o outro grupo será o de amostra controle. Ambos os grupos responderão aos seguintes questionários: Mini Mental, Escala de Depressão (GDS-15), Teste do relógio e o Inventário de Oldfield (as respostas desses instrumentos terão duração aproximada de 30 minutos). Além disso, todos os participantes também realizarão o Teste de Simon (aproximadamente 25 minutos), que é um teste do tipo compatibilidade estímulo resposta, onde se analisa o tempo de resposta manual e erros cometidos nas tarefas, possibilitando analisar possíveis variações no processamento atencional. Os testes e as escalas serão aplicados antes e após o programa de treinamento do Neurofeedback. Vale ressaltar que estes procedimentos não apresentam grandes riscos, pois são invasivos e indolores. O treinamento consistirá de 08 sessões, duas vezes por semana, com duração de 15 minutos cada, tendo ainda aproximadamente 15 minutos antes para a preparação dos equipamentos (computador, amplificador, touca de eletrodos, programa e outros). Serão incluídos idosos de 60 a 70 anos, vinculados a UnATI, e excluídos, os idosos que apresentem algum tipo de distúrbio neurológico ou psiquiátrico auto informado, ou os que façam uso de medicamentos e substâncias psicotrópicas.

Riscos e desconfortos para o voluntário: A pesquisa não oferece riscos prévios à integridade física dos participantes. Os equipamentos neurofisiológicos e os procedimentos empregados no experimento são não invasivos, indolores, não

necessitam de administração de nenhum medicamento e não causam nenhum tipo de prejuízo material ou psicológico, contudo, podem provocar algum cansaço. Para evitar essa situação poderão ser concedidas breves pausas entre os procedimentos. Também será disponibilizado suporte psicossocial por profissional da equipe de pesquisa ao participante, caso o indivíduo auto relate a necessidade ou caso o profissional identifique essa demanda.

**BENEFÍCIOS** diretos e indiretos para os voluntários: os resultados dos procedimentos poderão auxiliar no entendimento sobre o controle inibitório e os processos atencionais, favorecendo assim um maior conhecimento sobre esta temática e identificando estratégias para potencializar o desempenho desses indivíduos nas capacidades humanas atencionais. 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 (respostas das escalas, inventários, questionários, assim como dos testes, análises e registros descritos), ficarão armazenados em pastas de arquivo pessoal do pesquisador, do orientador e no computador do LNeC no endereço: Av. da Arquitetura, s/n, 9º andar, CEP: 50740-550, na cidade de Recife, Pernambuco, no endereço pelo período de no 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 para a sua participação, as despesas limitadas a transporte e alimentação serão assumidas pelo pesquisador. 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

---

Ana Iza G.P.Sobral  
Pesquisadora responsável

**CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO OU RESPONSÁVEL**

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 estudo (ou permitir o sujeito sob sua responsabilidade) o Efeito Simon em idosos entre 60 e 70 anos após intervenção com Neurofeedback, como voluntário(a). Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pelo pesquisador 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 (ou interrupção de meu acompanhamento/ assistência/tratamento).

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:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**ANEXO A: MINI-EXAME DO ESTADO MENTAL (MEEM)****Orientação temporal**

- Dia da semana (1 ponto)
- Dia do mês (1 ponto)
- Mês (1 ponto)
- Ano (1 ponto)
- Hora aproximada (1 ponto)

**Orientação espacial**

- Local genérico (residência, hospital) (1 ponto)
- Local específico (andar) (1 ponto)
- Bairro ou rua aproximada (1 ponto)
- Cidade (1 ponto)
- Estado (1 ponto)

**Memória de fixação**

- Repetir vaso, carro, tijolo (1 ponto para cada palavra repetida – 5 tentativas no máximo)

**Atenção e cálculo**

- Subtração: 100 – 7 sucessivo por 5 vezes (1 ponto para cada acerto)

**Memória de evocação**

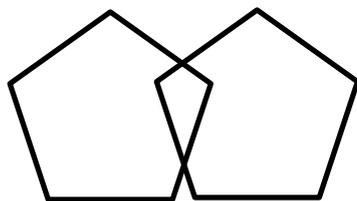
- Lembrar as 3 palavras repetidas no item memória de fixação (1 ponto para cada palavra)

**Linguagem**

- Nomear objetos: relógio e caneta (1 ponto para cada acerto)
- Repetir: nem aqui, nem ali, nem lá (1 ponto)
- Seguir o comando verbal: pegue o papel com a mão direita, dobre ao meio e coloque no chão (3 pontos)
- Ler e seguir comando escrito: feche os olhos (1 ponto)
- Escrever uma frase (1 ponto)

**Praxia construtiva**

- Copiar o desenho (1 ponto)



Total: 30 pontos. Pontos de corte: 18 para analfabetos; 21 para 1 a 3 anos de escolaridade; 24 para 4 a 7 anos de escolaridade; 26 para mais de 7 anos de escolaridade.

**ANEXO B: ESCALA DE DEPRESSÃO GERIÁTRICA (GDS-15)**

- Você está satisfeito com a sua vida?
- Você deixou de lado muitos de suas atividades e interesses?
- Você sente que sua vida está vazia?
- Você sente-se aborrecido com frequência?
- Está você de bom humor na maioria das vezes?
- Você teme que algo de ruim lhe aconteça?
- Você se sente feliz na maioria das vezes?
- Você se sente frequentemente desamparado?
- Você prefere permanecer em casa do que sair e fazer coisas novas?
- Você sente que tem mais problemas de memória que antes?
- Você pensa que é maravilhoso estar vivo?
- Você se sente inútil?
- Você se sente cheio de energia?
- Você sente que sua situação é sem esperança?
- Você pensa que a maioria das pessoas estão melhores do que você?

Pontuação: 0 a 5 pontos: Sem depressão

6 a 10 pontos: sugestivo de depressão

11 a 15 pontos: quadro depressivo

**ANEXO C: INVENTÁRIO DE DOMINÂNCIA LATERAL DE EDINBURGH  
(OLDFIELD)**

**TESTE DE OLDFIELD – Dominância manual**

Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_  
 anos. Data de Nascimento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
 Telefone: \_\_\_\_\_  
 e-mail: \_\_\_\_\_

**Perguntas:**

- 1) Você já teve alguma tendência a ser canhoto? ( ) Sim ( ) Não  
 2) Existe alguém canhoto na família? ( ) sim ( ) Não.  
 Quem? \_\_\_\_\_

Indicar a preferência manual nas seguintes atividades assinalando + na coluna apropriada. Quando a preferência for tão forte de modo a não ser capaz de usar a outra mão assinale ++. Se não existir preferência assinale + nas duas colunas.

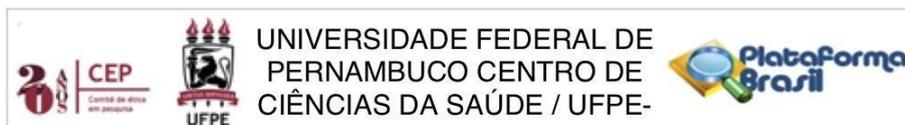
**DOMINÂNCIA**

Atividade	Direita	Esquerda
Escrever		
Desenhar		
Jogar uma pedra		
Usar uma tesoura		
Usar um pente		
Usar escova de dente		
Usar uma faca (sem uso do garfo)		
Usar uma colher		
Usar um martelo		
Usar uma chave de fenda		
Usar uma raquete de tênis (frescobol)		
Usar uma faca (com garfo)		
Usar uma vassoura (Ver mão superior)		
Usar um alicates (ver mão superior)		
Acender um fósforo		
Dar cartas		
Enfiar a linha na agulha (mão que segura ou que se move)		
Abrir um vidro com tampa (mão da tampa)		
Com que pé você prefere chutar?		

TOTAL: \_\_\_\_\_

Acuidade Visual Olho direito \_\_\_\_\_% Olho esquerdo \_\_\_\_\_%

## ANEXO D: PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Efeito Simon em idosos após intervenção com Neurofeedback

**Pesquisador:** ANA IZA GOMES DA PENHA SOBRAL

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 82371217.2.0000.5208

**Instituição Proponente:** CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 2.584.765

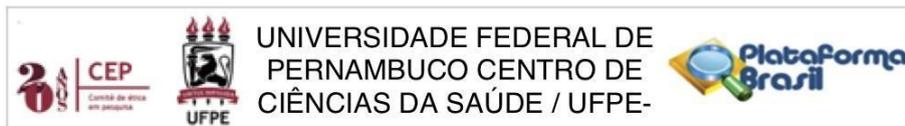
#### Apresentação do Projeto:

O processo de envelhecimento acarreta modificações físicas, psicológicas e cognitivas no indivíduo que acabam influenciando no comportamento funcional. Dentre as funções cognitivas comprometidas, as principais alterações encontradas são nos processos atencionais, mnemônicos e no tempo de processamento das informações. Os tipos de atenção mais comprometidos no envelhecimento são as atenções dividida, alternada e seletiva. Os processos de memória que apresentam alterações são memória de trabalho e a episódica. Já no que diz respeito à velocidade de processamento de informação, o controle inibitório apresenta-se comprometido. Um dos testes utilizados para avaliar o controle inibitório é o Teste de Simon, que consiste em um teste de compatibilidade estímulo-resposta em que o indivíduo deve selecionar a resposta certa, baseada em uma característica intrínseca do estímulo, o mais breve possível. A diferença de tempo encontrada nessas respostas constitui o Efeito Simon. Muitas estratégias de treinamento cognitivo para aumentar a performance do idoso têm sido apresentadas. O Neurofeedback consiste em um treinamento cognitivo, baseado no condicionamento operante, em que o indivíduo aprende a autorregular a atividade cerebral a partir da interface cérebrocomputador, utilizando atividades lúdicas. Desta maneira, o projeto "Efeito Simon em idosos após intervenção com Neurofeedback" irá investigar se o treinamento com Neurofeedback pode influenciar o Efeito Simon em idosos.

#### Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

**Endereço:** Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde  
**Bairro:** Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600  
**UF:** PE **Município:** RECIFE  
**Telefone:** (81)2126-8588 **E-mail:** cepccs@ufpe.br



Continuação do Parecer: 2.584.765

Investigar se o treinamento com neurofeedback, através do aumento da amplitude de SMR na região Cz pode influenciar o Efeito Simon em pessoas idosas.

Objetivo Secundário:

- a) Identificar se o tempo de reação manual no teste de Simon é influenciada pelo treinamento com neurofeedback, comparando as médias obtidas nos momentos pré e pós intervenção e também entre os grupos Controle e Intervenção;
- b) Examinar se a assertividade no teste Simon é influenciada pelo treinamento com neurofeedback (através do protocolo SMR), comparando o percentual de acertos os momentos pré e pós intervenção e também entre os grupos Controle e Intervenção;
- c) Identificar se há redução do Efeito Simon após o programa de treinamento com neurofeedback (protocolo com SMR);
- d) Caracterizar o perfil sociodemográfico e condições de saúde dos participantes

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Riscos:

Por não prever nenhum procedimento invasivo, a pesquisa não terá maiores riscos aos participantes, pois os testes e procedimentos a serem empregados não causam dor nem prejuízo material ou psicológico. Entretanto, é possível que haja desconforto ou constrangimento durante o procedimento da coleta. Neste caso, a coleta poderá ser interrompida sendo o participante livre para retirar seu consentimento a qualquer momento.

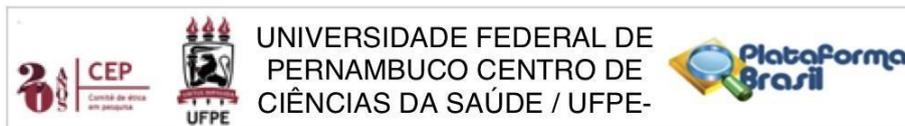
Benefícios:

Esse estudo beneficia os voluntários à medida em que participam de atividades com orientações de Educação em saúde visando um envelhecimento bem sucedido ou realizam um treinamento de neurofeedback de forma gratuita e segura, visando aumentar seu controle inibitório. Ao término da pesquisa, será dada à população estudada, devolutivas dos resultados gerais das avaliações mediante apresentação de relatórios enviados à UnATI.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Trata-se de um estudo quantitativo, longitudinal, analítico, quase experimental que será realizado no Laboratório de Neurociência Cognitiva (LNeC) do departamento de Psicologia da Universidade Federal de Pernambuco. Contará com 30 idosos, de 60 a 70 anos, proveniente da Universidade Aberta à Terceira Idade (UnATI) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Os idosos elegíveis

**Endereço:** Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde  
**Bairro:** Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600  
**UF:** PE **Município:** RECIFE  
**Telefone:** (81)2126-8588 **E-mail:** cepccs@ufpe.br



Continuação do Parecer: 2.584.765

serão igualmente divididos em dois grupos. O primeiro, será chamado de grupo controle, o qual receberá orientações semanais de Educação em saúde para um envelhecimento saudável. Já o segundo, chamar-se-á de grupo

experimental SMR e realizará um programa de treinamento com o neurofeedback. Todo o processo presencial para a realização desse estudo acontecerá em 16 encontros. Após as intervenções, ambos os grupos serão reavaliados.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Todos encontram-se adequados.

**Recomendações:**

Nenhuma.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Nenhuma.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

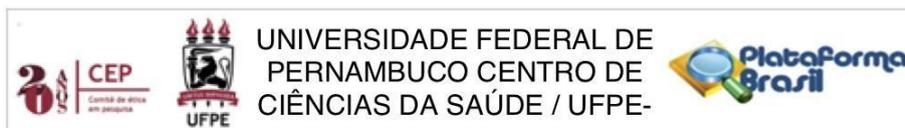
As exigências foram atendidas e o protocolo está APROVADO, sendo liberado para o início da coleta de dados. Informamos que a APROVAÇÃO DEFINITIVA do projeto só será dada após o envio do Relatório Final da pesquisa. O pesquisador deverá fazer o download do modelo de Relatório Final para enviá-lo via "Notificação", pela Plataforma Brasil. Siga as instruções do link "Para enviar Relatório Final", disponível no site do CEP/CCS/UFPE. Após apreciação desse relatório, o CEP emitirá novo Parecer Consubstanciado definitivo pelo sistema Plataforma Brasil.

Informamos, ainda, que o (a) pesquisador (a) deve desenvolver a pesquisa conforme delineada neste protocolo aprovado, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao voluntário participante (item V.3., da Resolução CNS/MS N° 466/12).

Eventuais modificações nesta pesquisa devem ser solicitadas através de EMENDA ao projeto, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas.

Para projetos com mais de um ano de execução, é obrigatório que o pesquisador responsável pelo Protocolo de Pesquisa apresente a este Comitê de Ética relatórios parciais das atividades desenvolvidas no período de 12 meses a contar da data de sua aprovação (item X.1.3.b., da Resolução CNS/MS N° 466/12). O CEP/CCS/UFPE deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (item V.5., da Resolução CNS/MS N° 466/12). É papel do/a pesquisador/a assegurar todas as medidas imediatas e adequadas frente a evento adverso grave

**Endereço:** Av. da Engenharia s/n° - 1° andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde  
**Bairro:** Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600  
**UF:** PE **Município:** RECIFE  
**Telefone:** (81)2126-8588 **E-mail:** cepccs@ufpe.br



Continuação do Parecer: 2.584.765

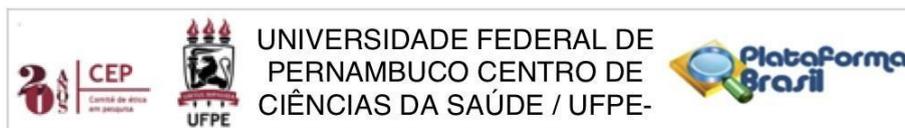
ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e ainda, enviar notificação à ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária, junto com seu posicionamento.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1032311.pdf	05/04/2018 22:51:59		Aceito
Outros	Cartaderespostapendencia.docx	05/04/2018 22:51:21	ANA IZA GOMES DA PENHA SOBRAL	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	pq33pdf.pdf	24/01/2018 11:30:51	ANA IZA GOMES DA PENHA SOBRAL	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEATUALIZADO.docx	24/01/2018 11:28:50	ANA IZA GOMES DA PENHA SOBRAL	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCCofigencialidadeatualizado.pdf	24/01/2018 11:28:19	ANA IZA GOMES DA PENHA SOBRAL	Aceito
Outros	declaracaovinculoatualizado.pdf	24/01/2018 11:27:30	ANA IZA GOMES DA PENHA SOBRAL	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PQ33.docx	24/01/2018 11:26:51	ANA IZA GOMES DA PENHA SOBRAL	Aceito
Outros	anuencialNEC.pdf	05/12/2017 10:28:36	ANA IZA GOMES DA PENHA SOBRAL	Aceito
Outros	apendiceA.pdf	05/12/2017 09:55:23	ANA IZA GOMES DA PENHA SOBRAL	Aceito
Outros	CurriculoAnalza.pdf	05/12/2017 09:52:55	ANA IZA GOMES DA PENHA SOBRAL	Aceito
Outros	CurriculoROAZZI.pdf	05/12/2017 09:52:25	ANA IZA GOMES DA PENHA SOBRAL	Aceito
Outros	CurriculoERICK.pdf	05/12/2017 09:51:39	ANA IZA GOMES DA PENHA SOBRAL	Aceito
Outros	cartaanuenciaUNATI.pdf	05/12/2017 09:31:38	ANA IZA GOMES DA PENHA SOBRAL	Aceito
Folha de Rosto	Folhaderosto.pdf	05/12/2017 09:21:10	ANA IZA GOMES DA PENHA SOBRAL	Aceito

**Situação do Parecer:**

**Endereço:** Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde  
**Bairro:** Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600  
**UF:** PE **Município:** RECIFE  
**Telefone:** (81)2126-8588 **E-mail:** cepccs@ufpe.br



Continuação do Parecer: 2.584.765

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

RECIFE, 06 de Abril de 2018

---

**Assinado por:**  
**LUCIANO TAVARES MONTENEGRO**  
**(Coordenador)**

**Endereço:** Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde  
**Bairro:** Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600  
**UF:** PE **Município:** RECIFE  
**Telefone:** (81)2126-8588 **E-mail:** cepccs@ufpe.br