

Paula Carolina Leite Walker

**EFEITO DO NÍVEL DE MEMÓRIA DE TRABALHO NA APRENDIZAGEM  
MOTORA DE IDOSOS**

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional

2019

Paula Carolina Leite Walker

**EFEITO DO NÍVEL DE MEMÓRIA DE TRABALHO NA APRENDIZAGEM  
MOTORA DE IDOSOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Esporte da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências do Esporte.

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Menezes Lage

Belo Horizonte  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional  
2019

W183e Walker, Paula Carolina Leite  
2019 Efeito do nível de memória de trabalho na aprendizagem motora de idosos.  
[manuscrito] / Paula Carolina Leite Walker – 2019.  
70 f., enc.: il.

Orientador: Guilherme Menezes Lage

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de  
Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.  
Bibliografia: f. 53-58

1. Aprendizagem motora – Teses. 2. Envelhecimento – Teses. 3. Idosos – Teses.  
I. Lage, Guilherme Menezes. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de  
Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. III. Título.

CDU: 159.943

Ficha catalográfica elaborada pelo bibliotecário Danilo Francisco de Souza Lage, CRB 6: nº 3132, da  
Biblioteca da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO ESPORTE

### FOLHA DE APROVAÇÃO

#### EFEITO DO NÍVEL DE MEMÓRIA DE TRABALHO NA APRENDIZAGEM MOTORA DE IDOSOS

**PAULA CAROLINA LEITE WALKER**

Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós- Graduação em CIÊNCIAS DO ESPORTE, como requisito para obtenção do grau de Mestre em CIÊNCIAS DO ESPORTE, área de concentração TREINAMENTO ESPORTIVO.

Aprovada em 06 de agosto de 2019, pela banca constituída pelos membros:

Prof. Dr. Guilherme Menezes Lage (Orientador) – Universidade Federal de Minas Gerais

Prof. Dr. Rodolfo Novellino Benda – Universidade Federal de Minas Gerais

Profa. Dra. Daniela Godoi Jacomassi – Universidade Federal de São Carlos

Belo Horizonte, 06 de agosto de 2019.



Documento assinado eletronicamente por **Rodolfo Novellino Benda, Usuário Externo**, em 05/03/2021, às 13:03, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Guilherme Menezes Lage, Coordenador(a) de curso de pós-graduação**, em 08/03/2021, às 10:55, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Daniela Godoi Jacomassi, Usuário Externo**, em 09/03/2021, às 13:22, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufmg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso=0](https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso=0), informando o código verificador **0601569** e o código CRC **DD1677B8**.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por sempre me abençoar e me guiar diante dos desafios da vida. Sou muito grata por tudo que Ele permitiu e permite que aconteça! Sempre digo que ninguém faz nada sozinho e, este trabalho só foi possível ser concluído pois contou com a ajuda de muitas pessoas que acreditam na cooperação e no sucesso em grupo!

Meu agradecimento especial à minha família, pai, mãe e irmãos. Vocês se fazem presentes em todos os momentos. Vocês são responsáveis pelo que eu me tornei, minhas vitórias e as tristezas são sempre partilhadas com vocês! Sinto muita falta dos abraços e convívio diários. Amo vocês.

Agradeço ao meu marido William, sempre presente em minha vida, me apoiando em minhas decisões, comemorando as conquistas e sempre me incentivando a despertar o que há de melhor em mim! Obrigada por não me deixar desanimar, por ser ombro amigo, por acalantar meu choro e por me fazer acreditar que todo o esforço vale a pena. Amo você, nossa trajetória de vida e companheirismo!

À minha família de Campo Grande – MS, avós, tios e primos, amo vocês e sei que vocês rezam por mim! Sou muito grata por isso, e apesar da distância, minhas melhores memórias de bagunça, alegria, amor e compreensão são com vocês e sei que ainda teremos muito a viver!

Aos meus amigos de longa data, Ana Banana, Gauxa, Guga, Jaque, Didi e Mallu, Fran, Diego e Maria Clara, Lílian e Gabi, é muito bom poder contar com vocês e saber que a distância só fortalece mais nosso sentimento! Vocês também fazem parte desta minha conquista!

Aos amigos que fiz em Belo Horizonte - MG, obrigada por todo incentivo para seguir em frente, apesar das renúncias e desafios. Agradecimento a todos os funcionários da Academia Imagem, meu primeiro emprego em Belo Horizonte, obrigada por confiarem em mim e principalmente por me fazerem crescer, profissionalmente e pessoalmente! Aos colegas Aldinho, Luiz, Maria Clara, Wandinho, Adriano, Mirian e Farley.

Ao meu orientador, Prof. Guilherme, que confiou a mim, os desafios que nem eu mesma pensei que fosse vencer! O senhor é um exemplo de pessoa que realmente ama o que faz, apesar de todas as dificuldades que nossa sociedade vive hoje, sua busca incessante pelo conhecimento e por transmiti-lo aos alunos é realmente inspiradora. Obrigada por me acolher e acalmar nos momentos de maior ansiedade. O senhor tem toda a minha admiração e respeito! Espero que nossa parceria dure muito tempo!

Ao professor Rodolfo Novellino Benda por todas as contribuições durante a disciplina de Aprendizagem Motora e as reuniões do GEDAM. O senhor foi responsável por minha entrada no laboratório, apesar do meu interesse de estudar sobre os “pé na cova” (risos).

Ao professor Herbert Ugrinowitsch por suas contribuições, empréstimo de sua sala e convívio durante o período do mestrado.

À professora Daniela Godoi Jacomassi por aceitar avaliar a minha dissertação e pelas contribuições durante o processo.

Aos colegas de laboratório Gedam/NneuroM que me acolheram com muito carinho na UFMG, de maneira especial à Cristiane, Marco Túlio, Nathália Marinho, Barbaráh, Lelis Torres, Simara, Brenner, Lidiane, Tércio, João, Carlinhos, Crislaine, Cíntia, Arthur, Juliana, Giovanna, Rafael, Lílian, Simone, Matheus, André e Lucas, parafraseando o Rafa, sou fã de vocês! O período do mestrado com certeza foi mais leve com vocês, e também recheados de cafés, pipocas, bolos, dúvidas, discussões, coletas e análises, não necessariamente nesta ordem (risos)! Obrigada pela amizade!

Pelos professores que fizeram parte da toda a minha formação. Vocês realmente são exemplo de perseverança e amor pela profissão!

Aos voluntários que gentilmente participaram deste trabalho, a colaboração de vocês é extremamente necessária para a continuidade e avanço das pesquisas.

À FAPEMIG que financiou meu período de estudos.

*Tu te tornas eternamente responsável por aquilo que cativas.*

*Antoine de Saint-Exupéry, 1943.*

## RESUMO

Ser capaz de aprender novas habilidades motoras ao longo da vida é essencial para manter a autonomia no dia-a-dia. O processo de envelhecimento é caracterizado por alterações que ocorrem ao longo do ciclo da vida, levando a mudanças sensoriais, cognitivas e motoras que modificam a forma como se dá o processo de aprendizagem de uma habilidade motora. Tem sido relatado na literatura que o processo de envelhecimento geraria modificações funcionais e estruturais em regiões associadas às funções cognitivas como o córtex pré-frontal dorsolateral, que é uma área relacionada à memória de trabalho (MT) e aquisição de novas habilidades motoras. Diferenças individuais no nível de MT poderiam modular a qualidade do desempenho motor, visto que este tipo de memória de curto prazo apresenta grande importância no sucesso da aprendizagem motora, pois permite ao indivíduo manter e manipular mentalmente as informações advindas de diferentes vias sensoriais, enquanto uma tarefa está sendo realizada, além de fazer a ligação com a memória de longo prazo. Desta forma, o objetivo do presente estudo foi investigar se o nível de MT dos idosos alteraria o desempenho e a aprendizagem motora. Participaram do estudo sessenta idosos sem comprometimento cognitivo, destros, de ambos os sexos, com média de idade  $69,08 \pm 3,51$ , fisicamente ativos e inexperientes na tarefa. Após a identificação do nível de MT visuoespacial (MTVi) e verbal (MTVe), os quarenta participantes que foram classificados como maiores (33,3%) ou menores escores (33,3%) para o nível de MTVi e MTeve formaram os grupos separados pelos escores da MTVi (G20+Vi e G20-Vi) e outro grupo separado pelos escores da MTeve (G20+Ve e G20-Ve). A tarefa de sequência motora consistiu no pressionamento de quatro teclas em tempos total e relativos pré-determinados. As variáveis dependentes motoras avaliadas foram os erros absoluto e relativo e aprendizagem *on-line* e *off-line*. Os resultados encontrados indicaram que um maior nível de MTVi e Ve tem um efeito diferencial no desempenho dos indivíduos ao longo de toda a prática da habilidade nas metas absoluta e relativa, porém este efeito não se refletiu em ganhos duradouros nos testes de aprendizagem para nenhuma das metas. Quando se observa o resultado das medidas *on-line* e *off-line*, percebe-se que os grupos que apresentaram menores níveis de MTVi e MTeve, apresentaram maior modificação do desempenho na medida *on-line*. Na análise das medidas *off-line* foram encontrados piores ganhos em consolidação da informação do final da fase de aquisição para os testes de aprendizagem para os grupos com maiores níveis de MTVi e Ve. Através destes achados conclui-se que as diferenças individuais na MT modulam o desempenho ao longo da fase de aquisição, mas este efeito não se reverte em melhor aprendizagem motora.

**Palavras-chave:** Aprendizagem motora. Envelhecimento. Memória de trabalho.

## ABSTRACT

Be able to learn new motor skills throughout life is essential to maintain autonomy in a daily life. The aging process is characterized by changes that occur throughout the life cycle, leading to sensory, cognitive and motor changes that modify the way the learning process of a motor skill occurs. It has been reported in the literature that the aging process would generate functional and structural changes in regions associated with cognitive functions such as the dorsolateral prefrontal cortex, which is an area related to working memory (WM) and acquisition of new motor skills. Individual differences in the level of WM could modulate the quality of motor performance, since this type of short-term memory has great importance in the success of motor learning, since it allows the individual to mentally maintain and manipulate the information coming from different sensory pathways, while a task is being performed, in addition to making the connection with long-term memory. Thus, the aim of the present study was to investigate whether the level of WM of the elderly would alter motor performance and learning. Sixty elderly without cognitive impairment, right-handed, of both sexes, with a mean age of  $69.08 \pm 3.51$ , were physically active and inexperienced in the task. After the identification of the visuo-spatial (WMVi) and verbal (WMVe) WM levels, the forty participants who were classified as the highest (33.3%) or lower (33.3%) scores for the WMVi and WMVe levels formed the groups separated by the WMVi scores (G20+Vi and G20-Vi) and another group separated by the WMVe scores (G20+Ve and G20-Ve). The task of motor sequencing consisted of pressing four keys on predetermined total and relative times. The motor dependent variables evaluated were absolute and relative errors and on-line and off-line learning. The results showed that a higher level of WMVi and Ve has a differential effect on the performance of individuals throughout the practice of the absolute and relative goals, but this effect was not reflected in the durable gains in the learning tests for none of the goals. When the results of the measurements are observed online and offline, it can be seen that the groups that presented lower levels of WMVi and WMVe, presented a greater modification of the performance in the online measure. In the analysis of the offline measures were found worse gains in consolidation of the information from the end of the acquisition phase to the learning tests for the groups with higher levels of WMVi and Ve. Through these findings it is concluded that individual differences in WM modulate performance throughout the acquisition phase, but this effect does not revert to better motor learning.

**Keywords:** Motor learning. Aging. Working memory.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Desenho esquemático do modelo de MT de Baddeley (2000). .....	22
Figura 2 - Desenho esquemático das teclas digitadas durante o experimento e os tempos absoluto e relativos. ....	28
Figura 3 – Cubos de Corsi. Imagem da visão do experimentador. ....	29
Figura 4 – Descrição do delineamento e dos procedimentos na fase de aquisição e nos testes de retenção e transferência, e dos testes de MTVi e MTVe .....	30
Figura 5 - Desenho esquemático da execução da tarefa. Exemplo do conhecimento dos resultados (tempo alvo de 900 ms) que os participantes receberam após cada tentativa durante a fase de aquisição (erro percentual dos três tempos relativos, tempo total absoluto e percentual do erro total relativo.....	31
Figura 6 - Descrição da divisão dos grupos.....	32
Gráfico 1 - Médias do erro absoluto dos grupos G20+Vi e G20-Vi na fase de aquisição e testes de retenção (TR) e transferência (TT). ....	36
Gráfico 2 - Médias do erro relativo dos grupos G20+Vi e G20-Vi na fase de aquisição e testes de retenção (TR) e transferência (TT). ....	37
Gráfico 3 – Aprendizagem <i>on-line</i> do erro absoluto dos grupos G20+Vi e G20-Vi .....	38
Gráfico 4 – Aprendizagem <i>on-line</i> do erro relativo dos grupos G20+Vi e G20-Vi.....	39
Gráfico 5 – Aprendizagem <i>off-line</i> 1 do erro absoluto dos grupos G20+Vi e G20-Vi .....	40
Gráfico 6 – Aprendizagem <i>off-line</i> 2 do erro absoluto dos grupos G20+Vi e G20-Vi .....	40
Gráfico 7 – Aprendizagem <i>off-line</i> 1 do erro relativo dos grupos G20+Vi e G20-Vi.....	41
Gráfico 8 – Aprendizagem <i>off-line</i> 2 do erro relativo dos grupos G20+Vi e G20-Vi.....	42
Gráfico 9 - Médias do erro absoluto dos grupos G20+Ve e G20-Ve na fase de aquisição e testes de retenção (TR) e transferência (TT). ....	43
Gráfico 10 - Médias do erro relativo dos grupos G20+Ve e G20-Ve na fase de aquisição e testes de retenção (TR) e transferência (TT). ....	44
Gráfico 11 – Aprendizagem <i>on-line</i> do erro absoluto dos grupos G20+Ve e G20-Ve.....	45
Gráfico 12 – Aprendizagem <i>on-line</i> do erro relativo dos grupos G20+Ve e G20-Ve .....	45
Gráfico 13 – Aprendizagem <i>off-line</i> 1 do erro absoluto dos grupos G20+Ve e G20-Ve.....	46
Gráfico 14 – Aprendizagem <i>off-line</i> 2 do erro absoluto dos grupos G20+Ve e G20-Ve.....	46
Gráfico 15 – Aprendizagem <i>off-line</i> 1 do erro relativo dos grupos G20+Ve e G20-Ve .....	47
Gráfico 16 – Aprendizagem <i>off-line</i> 2 do erro relativo dos grupos G20+Ve e G20-Ve .....	47

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AM	Aprendizagem Motora
ANOVA	Análise de Variância (sigla em inglês para Analysis of Variance)
<i>A<sub>off</sub></i>	Aprendizagem <i>off-line</i>
<i>A<sub>on</sub></i>	Aprendizagem <i>on-line</i>
B1	Primeiro bloco da fase de aquisição
B8	Último bloco da fase de aquisição
CPFDL	Córtex pré-frontal dorsolateral
CR	Conhecimento de Resultados
EA	Erro absoluto
EEFFTO	Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
ER	Erro relativo
FAPEMIG	Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais
G20+MTVe	Grupo dos 20 voluntários com maior nível de Memória de Trabalho Verbal
G20+MTVi	Grupo dos 20 voluntários com maior nível de Memória de Trabalho Visuoespacial
G20-MTVe	Grupo dos 20 voluntários com menor nível de Memória de Trabalho Verbal
G20-MTVi	Grupo dos 20 voluntários com menor nível de Memória de Trabalho Visuoespacial
GEDAM	Grupo de Estudos em Desenvolvimento e Aprendizagem Motora
ms	milissegundos
MT	Memória de Trabalho
MTVe	Memória de Trabalho Verbal
MTVi	Memória de Trabalho Visuoespacial
NneuroM	Núcleo de neurociências do movimento
S1	Segmento 1: refere-se ao tempo entre os toques nas teclas 2 e 8
S2	Segmento 2: refere-se ao tempo entre os toques das teclas 8 e 6
S3	Segmento 3: refere-se ao tempo entre os toques das teclas 6 e 4
TR	Teste de retenção
TT	Teste de transferência
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
Ve	Verbal
Vi	Visuoespacial

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>17</b>
2.1 Aprendizagem motora.....	17
2.2 Envelhecimento .....	20
2.3 Memória.....	21
2.3.1 Memória de Trabalho (MT).....	22
<b>3 OBJETIVOS .....</b>	<b>25</b>
3.1 Objetivo Geral.....	25
3.2 Objetivos Específicos .....	25
3.3 Hipóteses.....	25
<b>4 MATERIAIS E MÉTODO .....</b>	<b>26</b>
4.1 Amostra.....	26
4.2 Cuidados éticos .....	26
4.3 Instrumentos e tarefa motora .....	27
4.3.1 Mini-Exame do Estado Mental.....	27
4.3.2 Tarefa de sequência motora.....	27
4.3.3 Teste da Memória de Trabalho Visuoespacial .....	28
4.3.4 Teste da Memória de Trabalho Verbal.....	29
4.3.5 Delineamento e procedimentos .....	30
4.3.6 Variáveis .....	32
4.3.6.1 Variáveis independentes .....	32
4.3.6.2 Variáveis dependentes motoras .....	33
3.4.6 Análise dos dados .....	34
<b>5 RESULTADOS .....</b>	<b>36</b>
5.1 Resultados MTVi.....	36
5.2 Resultados MTVe .....	42
<b>6 DISCUSSÃO .....</b>	<b>48</b>
6.1 Desempenho e aprendizagem motora .....	49
6.2 Medidas <i>on-line</i> e <i>off-line</i> 1 e 2 da aprendizagem motora.....	52
<b>7 CONCLUSÃO.....</b>	<b>55</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>56</b>
<b>APÊNDICE I.....</b>	<b>62</b>
<b>APÊNDICE II.....</b>	<b>64</b>

<b>ANEXO I.....</b>	<b>67</b>
<b>ANEXO II.....</b>	<b>68</b>
<b>ANEXO IV .....</b>	<b>70</b>
<b>ANEXO V.....</b>	<b>72</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A aprendizagem motora (AM) é caracterizada por mudanças relativamente permanentes no comportamento motor dos indivíduos, através da prática e da experiência, sendo inferida pelo desempenho (MAGILL, 2011). Assim, o indivíduo passa de um estado menos organizado (com maior imprecisão e maiores erros), para um estado mais organizado (com menor imprecisão e menores erros) (BENDA, 2006).

O comportamento habilidoso deve apresentar características específicas ao longo da prática. Consistência ou estabilidade do desempenho, que estão relacionadas com a capacidade do indivíduo em realizar uma tarefa com um padrão espaço-temporal bem definido e a adaptabilidade ou flexibilidade, que estão relacionadas à capacidade que o indivíduo tem de se adaptar às variações do contexto (GLENCROSS; WHITING; ABERNETHY, 1994), são utilizados como forma de inferir sobre o desempenho na AM.

Com o avançar da vida adulta observa-se uma alteração na forma como se dá o processo da aprendizagem de uma nova habilidade motora (SEIDLER, 2006; ESQUENAZI; DA SILVA; GUIMARÃES, 2014). Esta fase da vida chamada envelhecimento pode ser entendida como um processo gradual, contínuo e variável de mudanças em funções sensoriais, cognitivas e motoras, que alteram o comportamento motor dos indivíduos (TEIXEIRA, 2006; BADDELEY; ANDERSON; EYSENCK, 2011; MALLOY-DINIZ; FUENTES; COSENZA, 2013).

As causas da modificação no processo do aprendizado motor parecem ser multifatoriais, com estudos indicando fatores como a diminuição da acuidade proprioceptiva, visual e auditiva, fazendo com que o idoso apresente mais dificuldade para perceber estímulos e captar informações presentes no meio ambiente (PEIXOTO *et al.*, 2011; TREMBLAY *et al.*, 2012). São observadas alterações estruturais e funcionais no sistema nervoso central, como por exemplo, perdas gerais de conectividade neural, decréscimo da síntese e atividade de neurotransmissores, perda de massa branca e cinzenta, resultando na diminuição do tamanho do cérebro e redução na velocidade de processamento de informações, resultando também em modificações nas funções cognitivas (SPIRDUSO; CHOI, 1993; SALTHOUSE, 1996; 2000). O sistema motor é acometido com a diminuição da força como consequência da perda de massa muscular, refletindo no aumento do tempo de resposta durante o movimento (GOODPASTER *et al.*, 2006; GIUMMARRA *et al.*, 2008). Esta lentificação da resposta motora está associada à modificação sensorial de percepção de estímulos ambientais, e

cognitiva, gerando alterações na atenção e memória, funções cognitivas essenciais ao processo de aprendizagem do idoso (SPIRDUSO; CHOI, 1993; SALTHOUSE, 1996).

O processo de aprendizagem motora requer que o indivíduo regule, durante a prática, processos de atenção e de memória que influenciam a qualidade do movimento a ser aprendido. A circuitaria cerebral do idoso está em processo de declínio (RAZ *et al.*, 2005; SEIDLER, 2006; SCHULZE *et al.*, 2011) e estudos que analisaram a ativação dos substratos neurais nos idosos durante a aquisição de habilidades motoras (LIN *et al.*, 2012; BOLLER *et al.*, 2017; HEINZEL *et al.*, 2017), verificaram o aumento da ativação de várias áreas cerebrais, principalmente as áreas frontais, sugerindo um mecanismo compensatório de ativação da circuitaria neural para conseguir manter um bom desempenho. Assim, o desempenho nas habilidades motoras dos idosos parece depender da demanda cognitiva (VOELCKER-REHAGE, 2008) e da natureza da tarefa que estiver sendo praticada (SEIDLER, 2006). Tarefas que demandam a aprendizagem de duas metas temporais, requerem alto nível de esforço de memória de trabalho (MT), mesmo em adultos jovens que praticam de forma mais repetitiva (LELIS-TORRES *et al.*, 2017).

O córtex pré-frontal dorsolateral (CPFDL) é uma área associada à memória de trabalho (MT) e à aquisição de novas habilidades. A MT é um tipo de memória de curto prazo que tem grande importância no nível de aprendizagem pois permite ao indivíduo manter e manipular mentalmente as informações (DIAMOND, 2013) advindas de vias sensoriais enquanto uma tarefa está sendo realizada, além de fazer a ligação com a memória de longo prazo. A MT desempenha um importante papel na aprendizagem de habilidades motoras, principalmente no início do processo de aprendizagem em que, junto com a capacidade de detecção de erros, tem influência na melhora do desempenho, inferida pela redução dos erros (SEIDLER; BO; ANGUERA, 2012).

De acordo com o modelo de MT de Baddeley e Hitch (1974) e Baddeley (2000), a MT é apresentada como um sistema de multicomponentes. O primeiro componente é o Executivo Central (EC), que tem como função manter o controle atencional sustentado da informação recebida e enviá-las para um dos outros três componentes ligados ao armazenamento e manipulação temporária das informações. Os outros três componentes são divididos nos tipos de informações sensoriais, que podem ser visuais e espaciais (MT Visuoespacial), auditivas (MT Verbal), e um terceiro componente que tem a função de receber a informação, manipulá-la e fazer a ligação com a memória de longo prazo (*buffer* episódico).

Com o processo de envelhecimento e todas as alterações já citadas anteriormente, principalmente quanto à diminuição da velocidade de processamento de informações, os idosos apresentam uma dependência maior dos processos atencionais e da MT durante todo o processo de aquisição das habilidades motoras, influenciando assim na taxa de aprendizagem (SEIDLER; BO; ANGUERA, 2012). O controle atencional e o nível de MT visuoespacial e verbal nos indivíduos idosos poderia modular a qualidade da aprendizagem, sendo também dependentes da demanda cognitiva exigida pela tarefa. Tarefas que demandem a busca de informações visuais e espaciais (LELIS-TORRES *et al.*, 2017) ao longo da prática, parece ser mais dependente de maiores níveis dos componentes da MT.

Seidler (2006) e Lin *et al.* (2012) investigaram o desempenho de idosos na aprendizagem de sequência motora, que é caracterizada pela combinação de movimentos isolados formando uma sequência de ações bem estruturada no aspecto espacial e temporal. O estudo de Seidler (2006) demonstrou que os idosos apresentaram bom desempenho na tarefa de sequenciamento, sendo identificados tempos de reação mais lentos quando comparados aos adultos jovens, porém não apresentaram déficit na sequência da aprendizagem. O estudo de Lin *et al.* (2012) apresentou resultados semelhantes, mostrando que apesar de apresentarem dificuldade em perceber e captar informações do meio ambiente tornando a aprendizagem mais fluida, os ajustes feitos ao longo da prática, fazem com que os idosos mantenham uma boa capacidade de aprendizado. Um ponto comum entre as tarefas de aprendizagem de sequência motora utilizadas por Seidler (2006) e Lin *et al.* (2012) é que eles não apresentam um elevado grau de componentes (sequências), e a exigência da demanda cognitiva é baixa. Em ambas as tarefas, os aprendizes deveriam aprender uma sequência espacial de quatro componentes. É possível que em tarefas de sequência motora com maior demanda cognitiva, que demandem, por exemplo, a aprendizagem de duas metas temporais (LAGE *et al.*, 2007), as alterações decorrentes do envelhecimento sejam observadas no processo de aprendizagem.

Em suma, apesar do envelhecimento ser variável (FREITAS *et al.*, 2002; FECHINE; TROMPIERI, 2015), pois é fruto das modificações em diferentes sistemas, gerando alterações em funções perceptivas, cognitivas e motoras, os idosos conseguem aprender novas habilidades motoras (VOELCKER-REHAGE, 2008; LEITE *et al.*, 2013). Nesse sentido, é possível inferir que diferenças no desempenho e aprendizagem motora de idosos são mediadas pela capacidade individual da MT, principalmente em uma tarefa de aprendizagem de sequência motora com alta demanda cognitiva. Por meio de medidas neuropsicológicas, pode-se investigar o efeito do nível de MT visuoespacial e verbal na aprendizagem motora de idosos.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Aprendizagem motora

O processo da aprendizagem motora (AM) é marcado inicialmente por um desempenho com uma grande quantidade de erros, inconsistente e instável, sem coerência entre uma tentativa e outra, além da dificuldade, por parte do aprendiz, em utilizar as informações advindas do ambiente e da própria tarefa (BENDA, 2006; MAGILL, 2011).

Após uma certa quantidade de prática (que depende de acordo com a habilidade) e o consequente desenvolvimento do desempenho, é esperado que o aprendiz se apresente capaz de associar as informações presentes no ambiente e na tarefa, tornando seu desempenho, anteriormente inconsistente, agora consistente e estável, com menor quantidade de erros, maior coerência e ainda, sendo capaz de detectar e identificar seus próprios erros, tornando a aprendizagem mais fluida (FITTS; POSNER, 1967; GLENCROSS; WHITING; ABERNETHY, 1994).

A melhoria no desempenho se deve à capacidade do indivíduo em realizar o movimento de forma automatizada ou habitual, sendo observado um comportamento adaptável e flexível às demandas do ambiente e da tarefa, e é uma característica importante do comportamento habilidoso. Assim, observar a mudança relativamente permanente no desempenho da habilidade motora após um período de prática é uma das formas de inferência sobre a AM, sendo necessário que o indivíduo apresente um desempenho em um nível mais elevado em algum momento mais tarde do que em um momento anterior (MAGILL, 2011).

O processo de mudanças carrega consigo características fundamentais para o seu entendimento, como ganho em consistência ou estabilidade e adaptabilidade ou flexibilidade do desempenho. O ganho em consistência está relacionado com a capacidade do aprendiz em realizar uma tarefa com um padrão espaço-temporal bem definido e a adaptabilidade refere-se à capacidade de adaptar-se às variações do contexto (GLENCROSS; WHITING; ABERNETHY, 1994). Essas características podem gerar juntas, análises mais aprofundadas sobre as mudanças comportamentais ocasionadas através da aquisição da habilidade motora.

Além das medidas globais de erro para a análise do desempenho na habilidade motora, os estudos comportamentais tem utilizado de duas dimensões, que podem ser dissociadas, e estão presentes na habilidade, que ajudam a investigar a AM, são elas a dimensão relativa e absoluta da habilidade (APOLINÁRIO-SOUZA *et al.*, 2016). Estas dimensões estão associadas às características da habilidade, consistência e flexibilidade. A dimensão relativa é relacionada a um padrão bem definido entre os componentes da

habilidade, apresentando consistência do desempenho ao longo da prática e a dimensão absoluta da habilidade está relacionada à aprendizagem dos parâmetros do movimento, apresentando flexibilidade diante de possíveis modificações da tarefa (GLENCROSS; WHITING; ABERNETHY, 1994; LAI; SHEA, 1998).

Pesquisas em neurociências fornecem evidências sobre uma outra forma de investigar a AM, através de processos de memória *on-line* e *off-line* (KANTAK; MUMMIDISSETTY; STINEAR, 2012). Estes processos de memória estão associados ao armazenamento/codificação, consolidação e evocação de informações aprendidas e à prática de habilidades motoras. A aprendizagem *on-line* diz respeito às mudanças que acontecem no comportamento do indivíduo do início ao final da prática motora, ou seja, o armazenamento e codificação da informação. A aprendizagem *off-line* nos ajuda a entender sobre os processos de memória que acontecem entre as sessões de prática, ou seja, a consolidação e evocação da informação após um período sem prática. As melhorias observadas nas fases de aprendizagem *on-line* e *off-line* podem permanecer ao longo do tempo, influenciando na retenção a longo prazo e possivelmente na transferência da aprendizagem (KANTAK; MUMMIDISSETTY; STINEAR, 2012; CANTARERO *et al.*, 2015).

Na mesma linha de pesquisa, um modelo de inferência neurocomportamental para a aquisição de novas habilidades motoras apresentado por Doyon, Penhune e Ungerleider (2003) denominado de plasticidade cerebral, descreve a modificação de recrutamento de áreas cerebrais relacionados aos processos envolvidos na aprendizagem motora. O início da aprendizagem exige um grande esforço cognitivo do aprendiz e a consequente ativação de várias áreas cerebrais como o estriado, cerebelo e regiões motoras corticais, pré-frontais e parietais. Ao longo da prática da habilidade motora, acontece um direcionamento do recrutamento das circuitarias cerebrais, que agora são mais específicas às reais necessidades da tarefa, podendo ser córtico-cerebelar ou córtico-estriatal, dependendo da natureza da habilidade motora (DOYON; PENHUNE; UNGERLEIDER, 2003; SEIDLER; BO; ANGUERA, 2012).

Os dois tipos de natureza da habilidade motora descritos pelo modelo de Doyon Penhune e Ungerleider (2003) são as tarefas de adaptação sensório-motora, relacionado à ativação do circuito córtico-cerebelar e as tarefas de sequenciamento motor, relacionado ao circuito córtico-estriatal. As tarefas de adaptação sensório-motora caracterizam-se pela mudança dos movimentos de acordo com a demanda do ambiente e da tarefa. Já as tarefas de sequência motora apresentam um conjunto de componentes, e o indivíduo, através da prática, deve integrá-los, formando o movimento coerente e suave. Para os dois tipos de tarefa, a

qualidade dos recursos cognitivos empregados no início da tarefa contribui para o sucesso da aprendizagem (SEIDLER, 2006).

O estudo de Seidler (2006) que investigou o efeito da idade utilizando os dois tipos de natureza da tarefa, verificou um pior aprendizado em idosos nas tarefas de adaptação sensorio-motora quando comparados com o desempenho dos jovens. A explicação utilizada é que os idosos podem apresentar maiores dificuldades em aprender habilidades motoras que sejam mediadas pelo cerebelo. Já a análise do desempenho na tarefa de sequenciamento motor, demonstrou aprendizado normal em idosos, comparado aos jovens, sendo possível inferir que o circuito córtico-estriatal sofra menos alterações com o envelhecimento normal, porém, é possível que diferenças individuais de recursos cognitivos (como atenção e memória de trabalho) dentro desta população, demonstrem diferentes níveis de desempenho e aprendizagem motora, mesmo em tarefas de sequenciamento motor.

A circuitaria cerebral do idoso está em processo de declínio (RAZ *et al.*, 2005; SEIDLER, 2006; SCHULZE *et al.*, 2011) e estudos que analisaram a ativação dos substratos neurais nos idosos durante a aquisição de habilidades motoras (LIN *et al.*, 2012; BOLLER *et al.*, 2017; HEINZEL *et al.*, 2017), verificaram o aumento da ativação de várias áreas cerebrais, principalmente as áreas frontais, sugerindo um mecanismo “compensatório” de ativação de forma bilateral da circuitaria neural para conseguir manter um bom desempenho (CABEZA, 2002).

Assim, alguns estudos mostram a associação entre o desempenho inicial em uma tarefa de sequência motora e os níveis de memória de trabalho visuoespacial e verbal em jovens, porém essa associação não é tão clara nos idosos (BO; BORZA; SEIDLER, 2009; ANGUERA *et al.*, 2011; SEIDLER; BO; ANGUERA, 2012). Considerando que, alterações anátomo-funcionais relacionadas à velocidade de processamento (SALTHOUSE, 1996; 2000) no envelhecimento apresentem impacto na forma como aprende-se uma nova habilidade motora, é possível que os idosos apresentem maior dependência de processos cognitivos envolvidos na aquisição de habilidades motoras como capacidade de detecção de erros, atenção e memória de trabalho para a manutenção do desempenho ao longo de toda a prática, principalmente em tarefas com alta demanda cognitiva. Assim, é esperado que maiores níveis desta função cognitiva da memória de trabalho gerem melhor desempenho e aprendizagem motora. Desta forma, no próximo tópico serão discutidas as alterações sensoriais, cognitivas e motoras envolvidas no processo de envelhecimento.

## 2.2 Envelhecimento

Com o avançar da vida adulta observa-se uma alteração na forma como se dá o processo da aprendizagem de uma nova habilidade motora (SEIDLER, 2006; ESQUENAZI; DA SILVA; GUIMARÃES, 2014). Esta fase da vida chamada envelhecimento pode ser entendida como um processo gradual, contínuo e variável de mudanças em funções sensoriais, cognitivas e motoras, que alteram o comportamento motor dos indivíduos e a forma pela qual uma habilidade motora é adquirida (TEIXEIRA, 2006; BADDELEY; ANDERSON; EYSENCK, 2011; MALLOY-DINIZ; FUENTES; COSENZA, 2013).

As causas desta modificação do aprendizado parecem ser multifatoriais, com estudos indicando fatores como a diminuição da acuidade proprioceptiva, visual e auditiva, fazendo com que o idoso apresente mais dificuldade para perceber estímulos e captar informações presentes no meio ambiente (PEIXOTO *et al.*, 2011; TREMBLAY *et al.*, 2012). As funções cognitivas sofrem alterações estruturais e funcionais no sistema nervoso central, como por exemplo, perdas gerais de conectividade neural, decréscimo da síntese e atividade de neurotransmissores, perda de massa branca e cinzenta, resultando na diminuição do tamanho do cérebro e redução na velocidade de processamento de informações, entre outros (SPIRDUSO; CHOI, 1993; SALTHOUSE, 1996; 2000). O sistema motor é acometido com a diminuição da força como consequência da perda de massa muscular, refletindo no aumento do tempo de resposta durante o movimento (GOODPASTER *et al.*, 2006; GIUMMARRA *et al.*, 2008). Esta lentificação da resposta motora está associada à modificação sensorial de percepção de estímulos ambientais, e cognitiva, gerando alterações na atenção e memória, funções cognitivas essenciais ao processo de aprendizagem do idoso (SPIRDUSO; CHOI, 1993; SALTHOUSE, 1996).

Apesar de todas essas modificações nos sistemas que estão envolvidos na produção dos movimentos, os idosos conseguem aprender novas habilidades motoras (VOELCKER-REHAGE, 2008; LEITE *et al.*, 2013), porém a qualidade da aprendizagem motora pode ser mediada pelo nível de recursos cognitivos individuais e pela exigência pela tarefa.

Seidler (2006) e Lin *et al.* (2012) investigaram o desempenho de idosos na aprendizagem de sequência motora, que é caracterizada pela combinação de movimentos isolados formando uma sequência de ações bem estruturada no aspecto espacial e temporal. O estudo de Seidler (2006) demonstrou que os idosos apresentaram bom desempenho na tarefa de sequenciamento, sendo identificados tempos de reação mais lentos quando comparados aos

adultos jovens, porém não apresentaram déficit na sequência da aprendizagem. O estudo de Lin *et al.* (2012) apresentou resultados semelhantes, mostrando que apesar de apresentarem dificuldade em perceber e captar informações do meio ambiente para tornar a aprendizagem mais fluida, os ajustes feitos ao longo da prática, fazem com que os idosos mantenham uma boa capacidade de aprendizado. Um ponto comum entre as tarefas de aprendizagem de sequência motora utilizadas por Seidler (2006) e Lin *et al.* (2012) é que eles não apresentam um elevado grau de componentes (sequências), e a exigência da demanda cognitiva é baixa. Em ambas as tarefas, os aprendizes deveriam aprender uma sequência espacial de quatro componentes. É possível que em tarefas de sequência motora com maior demanda cognitiva, que demandem, por exemplo, a aprendizagem de duas metas temporais (LAGE *et al.*, 2007), as alterações decorrentes do envelhecimento sejam observadas no processo de aprendizagem.

Uma série de processos cognitivos estão envolvidos durante a aquisição de habilidades motoras, como processos de memória e a atenção. A preservação destas funções cognitivas ao longo do envelhecimento torna-se importante para a qualidade da aquisição de novas habilidades motoras.

### 2.3 Memória

A memória humana pode ser entendida como um sistema que utiliza de processos cognitivos complexos que permitem que os indivíduos realizem o armazenamento/codificação, consolidação e recuperação de informações. Através de uma série de mecanismos, como mecanismos sensoriais e/ou perceptivos, a informação é armazenada e codificada no sistema de memória. A força desta memória (que depende da importância/emoção de determinado momento, repetição, tempo e outras características) permite que ela seja consolidada e evocada um tempo após ter sido armazenada (STRAUSS; SHERMAN; SPREEN, 2006; BADDELEY; ANDERSON; EYSENCK, 2011). Quando uma nova habilidade motora é aprendida, a capacidade de armazenamento, codificação e evocação para posterior consolidação das informações sobre a habilidade, interagem entre si, impactando na qualidade do processo da aprendizagem motora.

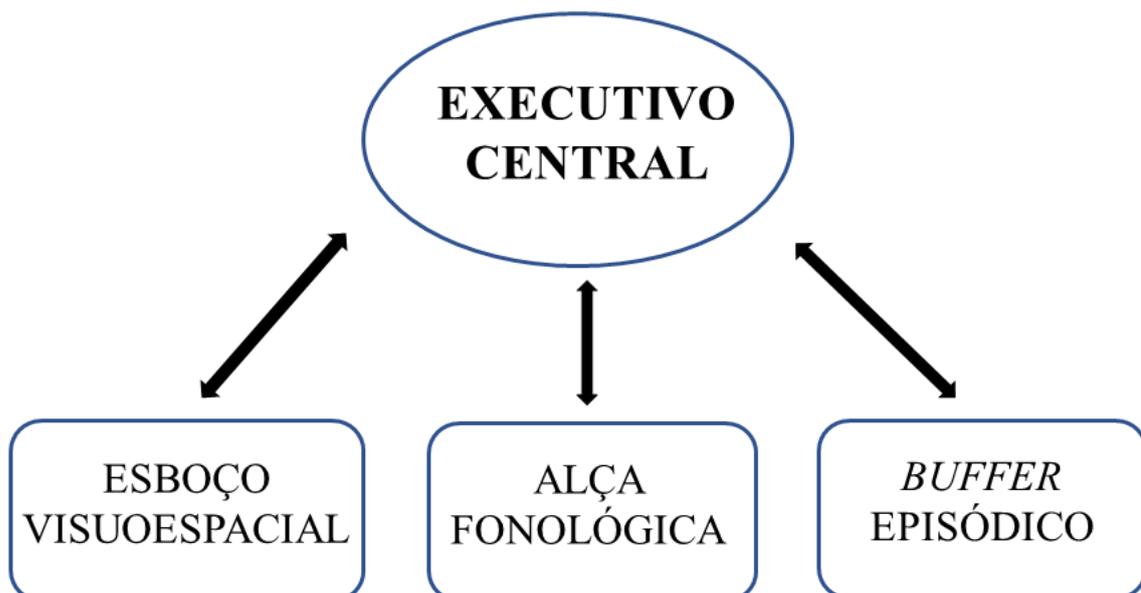
De forma geral, a memória pode ser dividida em longo prazo e curto prazo. A memória de longo prazo armazena informações mais estáveis e já consolidadas, podendo ser declarativas (explícita) ou não declarativas (implícitas). A memória de curto prazo, por sua vez, é uma memória menos estável e pode ser dividida em memória de curto prazo e memória de trabalho (MT) (SQUIRE; KNOWLTON, 1995). A memória de curto prazo apresenta a função de reter temporariamente uma quantidade pequena de informação. A MT, além

conservação temporária de determinada informação, utiliza de operações mentais que são base para o raciocínio, o planejamento e a resolução de problemas (DIAMOND, 2013). A seguir, será apresentado o modelo de MT utilizado neste trabalho e seus componentes.

### 2.3.1 Memória de Trabalho (MT)

A Memória de Trabalho (MT) é um sistema de memória de capacidade limitada que tem a função de manter e manipular mentalmente as informações advindas de diferentes vias sensoriais. De acordo com o modelo de MT de Baddeley (2000), este apresenta um sistema de multicomponentes onde um gerenciador de controle atencional sustentado, chamado de Executivo Central (EC), controla outros três componentes ligados ao armazenamento e manipulação temporária das informações. O bom funcionamento do gerenciador atencional promove a atenção seletiva na tarefa que é mais importante e a consequente concentração e inibição de distratores. Esse sistema também atua de forma ativa na evocação de informações na memória de longo prazo, contribuindo na seleção de estratégias para resolução de problemas e na capacidade de coordenar mais de uma atividade cognitiva. Os três componentes especializados relacionados ao estímulo sensorial advindo do ambiente e/ou da tarefa e gerenciados pelo EC são o esboço visuoespacial, a alça fonológica, e o *buffer* episódico (FIGURA 1).

**Figura 1 – Desenho esquemático do modelo de MT de Baddeley (2000).**



O primeiro componente integrado ao sistema de MT é o visuoespacial (Vi), este codifica informações visuais e espaciais, advindos do ambiente e da tarefa, proporcionando o armazenamento, codificação e manipulação de imagens mentais para a realização de uma tarefa e/ou cumprir um objetivo. O segundo componente chamado de alça fonológica, está diretamente relacionado à MT Verbal (Ve). Este componente armazena as informações verbais e auditivas recebidas do ambiente e, através da integração sensorial e motora, permite a codificação destas informações que auxiliam na compreensão da fala e direcionam o indivíduo à meta da tarefa. Por fim, o *buffer* episódico apresenta-se como um componente da MT capaz de integrar as informações armazenadas pela MT com a de longo prazo, apresentando uma construção coerente do raciocínio (BADDELEY, 2000). Por exemplo, em uma tarefa onde o objetivo é pressionar uma sequência de teclas, o planejamento desta ação já se dá na evocação de memórias consolidadas sobre o movimento.

O modelo de multicomponentes representa a base para funções cognitivas complexas como planejamento, raciocínio e resolução de problemas. Os três componentes especializados da MT são divididos nos tipos de informações sensoriais, que podem ser visuais e espaciais (MT Visuoespacial), auditivas (MT Verbal), e um terceiro componente que tem a função de receber a informação, manipulá-la e fazer a ligação com a memória de longo prazo (*buffer* episódico).

Várias estruturas corticais estão envolvidas no sistema de MT, com destaque para o córtex pré-frontal dorsolateral, que é a área associada à MT e aquisição de novas habilidades motoras. Dependendo do estímulo sensorial advindo do ambiente, relacionado com a tarefa, outras estruturas cerebrais são ativadas, proporcionando a troca de informações entre as áreas (SEIDLER; BO; ANGUERA, 2012). Para o reconhecimento do objeto, através da MT visuoespacial, verifica-se uma ativação das regiões frontais dos olhos e das estruturas do córtex parietal posterior do hemisfério direito. Regiões do lobo temporal e occipital também são recrutados atuando na codificação visual e espacial da informação que deve ser mantida na memória, colaborando com o sucesso da aprendizagem (MINAMOTO; TSUBOMI; OSAKA, 2017). Para o processamento de informações verbais, regiões do hemisfério esquerdo, mais especificamente área entre os lobos parietal e temporal (responsável pelo armazenamento fonológico) e áreas mais frontais, como a área de Broca, que estão envolvidas na produção da fala, são ativadas (ANGUERA *et al.*, 2011).

Com o processo de envelhecimento e todas as alterações já citadas anteriormente, principalmente quanto à diminuição da velocidade de processamento de informações, os idosos apresentam uma dependência maior dos processos atencionais e da MT durante todo o

processo de aquisição das habilidades motoras, influenciando assim na taxa de aprendizagem (SEIDLER; BO; ANGUERA, 2012). O controle atencional e o nível da característica individual da MT visuoespacial e verbal nos indivíduos idosos poderia modular a qualidade da aprendizagem, sendo também dependentes da demanda cognitiva exigida pela tarefa. Tarefas que demandem a busca de informações visuais e espaciais (LELIS-TORRES *et al.*, 2017) ao longo da prática, parece ser mais dependente de maiores níveis dos componentes da MT.

Poucos foram os estudos que investigaram diretamente a relação entre aquisição de habilidades motoras e o nível de MT em idosos. A análise de cinco estudos que investigaram essa relação (ANGUERA *et al.*, 2010; BO; JANETT; SEIDLER, 2012; LANGAN; SEIDLER, 2011, SEIDLER, 2006; MEISSNER *et al.*, 2016) mostram de forma geral (a) que idosos apresentam menores níveis de  $MTV_i$  e  $V_e$  quando comparados aos jovens, (b) que jovens e idosos mostram melhorias no desempenho da tarefa ao longo da prática e (c) que apesar dos idosos apresentarem um pior desempenho comparado aos jovens ao longo da aquisição, a capacidade de transferência da aprendizagem ainda não é clara. Somente dois estudos de Langan e Seidler (2011) e Meissner *et al.* (2016) investigaram o fenômeno da aprendizagem motora, os demais só investigaram o desempenho em uma tarefa de sequência motora (BO; JANETT; SEIDLER, 2012; SEIDLER, 2006) e de adaptação motora (ANGUERA *et al.* 2010; SEIDLER, 2006).

Curiosamente, não foram encontrados estudos que tenham comparado diretamente o desempenho e a aprendizagem de idosos com diferentes níveis de capacidade de MT. Esse tipo de abordagem metodológica pode melhor explicar as diferenças individuais que impactam no processo de aprendizagem no envelhecimento. Ainda é também necessário investigar o efeito do nível de MT na aprendizagem de tarefas de sequência motora, tendo em vista que somente há conhecimento produzido acerca de tarefas de adaptação motora (LANGAN; SEIDLER, 2011) e um resultado inconsistente na tarefa de sequência motora (MEISSNER *et al.*, 2016). E por fim, nenhum dos estudos supracitados investigou o processo de aquisição de habilidade motoras com a demonstração da habilidade sendo disponibilizada aos idosos. Uma das funções centrais da MT é manter ativa a informação sobre a meta da tarefa, é possível esperar que idosos com maior capacidade de MT aproveitem melhor dessa informação disponível para desempenhar com maior qualidade a habilidade motora. Assim, o presente estudo tem como objetivo geral investigar o efeito do nível de memória de trabalho no desempenho e na aprendizagem motora de uma tarefa de sequência motora em idosos.

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivo Geral

Investigar o efeito nível de memória de trabalho na aprendizagem de sequência motora de idosos.

#### 3.2 Objetivos Específicos

1- Investigar efeito do nível de memória de trabalho visuoespacial (Vi) e verbal (Ve) no desempenho e na aprendizagem motora da tarefa de sequência motora de idosos.

2 - Investigar o efeito do nível de MTVi e Ve na aprendizagem de sequência motora de idosos durante a aprendizagem *on-line* e *off-line* da habilidade.

#### 3.3 Hipóteses

1 - Idosos com maiores níveis de MTVi e Ve apresentariam melhor desempenho e aprendizagem motora na tarefa de sequência motora que os idosos com menores níveis de MTVi e Ve;

2 - Idosos com maiores níveis de MTVi e Ve apresentariam melhor aprendizagem na análise das medidas *on-line* e *off-line* da habilidade quando comparados com os idosos com menores níveis de MTVi e Ve.

## 4 MATERIAIS E MÉTODO

### 4.1 Amostra

O tamanho da amostra foi definido através dos estudos que foram realizados anteriormente no Grupo de Estudos em Desenvolvimento e Aprendizagem Motora (GEDAM) (LAGE *et al.*, 2007; APOLINÁRIO-SOUZA *et al.*, 2016; LAGE *et al.*, 2017) e que utilizaram essa tarefa motora com jovens adultos (LAI; SHEA, 1998) e estudos que investigaram a AM de idosos (BO; JENNETT; SEIDLER, 2012; LIN *et al.*, 2012).

Participaram do estudo idosos sem comprometimento cognitivo, destros, de ambos os sexos, com idade entre 65 e 79 anos, fisicamente ativos e inexperientes na tarefa. A coleta de dados foi subdividida em dois momentos: aprendizagem da tarefa motora e identificação do nível de memória de trabalho visuoespacial e verbal, respectivamente. Participaram do primeiro momento 60 participantes (14 homens) com média de idade de  $69,08 \pm 3,51$ . Dos 60 participantes, 40 foram classificados para dar continuidade ao estudo no segundo momento. Análises separadas foram realizadas para o grupo Visuoespacial (Vi) e Verbal (Ve). A média de idade do grupo Vi foi de  $69,23 \pm 3,26$  (9 homens). A média de idade do grupo Ve foi de  $69,00 \pm 3,51$  (8 homens). Houve sobreposição de 50% dos participantes nas variáveis independentes Vi e Ve (APÊNDICE II). Foram incluídos na amostra participantes que apresentaram índice de preferência manual para a mão direita acima de 80 pontos no Inventário de Dominância Lateral de Edimburgo (OLDFIELD, 1971) (ANEXO I).

Os participantes foram recrutados por meio de convite pessoal e anúncio na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional (EEFFTO) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), que possui um projeto de extensão universitária oferecido à comunidade da cidade de Belo Horizonte, o Programa Envelhecimento Ativo. Participantes que apresentaram nível suficiente de atividade física ( $> 150\text{min/semana}$ ) através do questionário de Atividade Física (Active Australia Questionnaire) adaptado para a população brasileira por (ROCHA *et al.*, 2017) (ANEXO II) foram incluídos na amostra.

### 4.2 Cuidados éticos

O estudo foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais e aprovado sob o parecer CAAE 02503818.7.0000.5149 (ANEXO III). Foram respeitadas as normas estabelecidas pelo Conselho Nacional de Saúde (Res. 466/12) envolvendo pesquisas com seres humanos. Os voluntários foram instruídos previamente sobre

os objetivos e procedimentos do estudo e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE I).

### 4.3 Instrumentos e tarefa motora

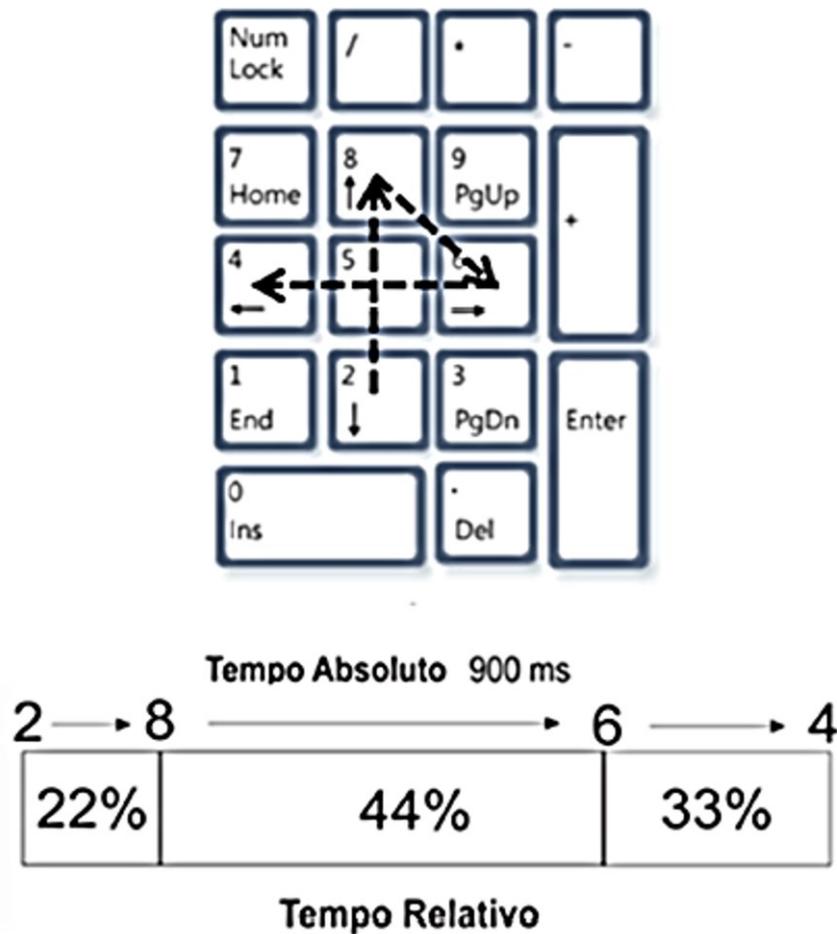
#### 4.3.1 Mini-Exame do Estado Mental

O Mini-Exame do Estado Mental é um instrumento de rastreio cognitivo (BERTOLUCCI *et al.*, 1994) composto por cinco categorias que avaliam funções cognitivas específicas: orientação no tempo e no espaço (10 pontos), memória imediata (3 pontos), atenção e cálculo (5 pontos), memória de evocação (3 pontos) e linguagem (9 pontos). A pontuação varia de 0 a 30 pontos e quanto menor a pontuação, podemos identificar índice para déficit cognitivo. O questionário foi empregado neste estudo com o objetivo de excluir os idosos que apresentaram critérios positivos para demência, o ponto de corte para déficit cognitivo são valores menores que 19 (não alfabetizados) e menores que 23 (alfabetizados) (ANEXO IV).

#### 4.3.2 Tarefa de sequência motora

A tarefa foi similar a utilizada por Lage *et al.* (2007) e Apolinário-Souza *et al.* (2016), que consiste em realizar uma sequência de movimentos. Foi utilizado um microcomputador, no qual os participantes utilizaram um teclado numérico para digitar a sequência pré-determinada 2, 8, 6 e 4 com o dedo indicador da mão direita no tempo alvo absoluto de 900 ms, e em um tempo relativo entre as teclas (22,2% de 2 para 8, 44,4% de 8 para 6 e 33,3% de 6 para 4) e um *software* específico para controle da tarefa e armazenamento dos dados (FIGURA 2).

**Figura 2 - Desenho esquemático das teclas digitadas durante o experimento e os tempos absoluto e relativos.**

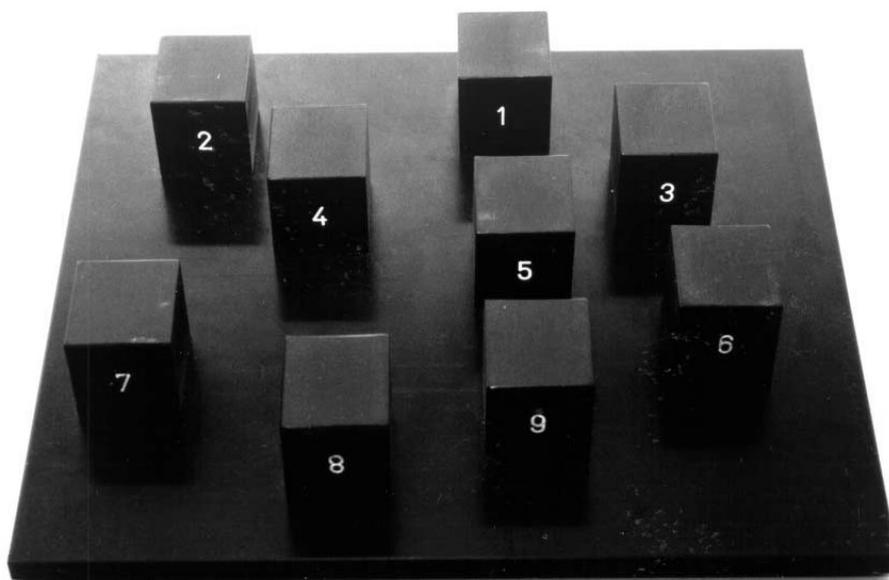


#### 4.3.3 Teste da Memória de Trabalho Visuoespacial

A avaliação do nível da capacidade de memória de trabalho visuoespacial (MTVi) foi realizado através do instrumento Cubos de Corsi. Este teste foi desenvolvido por Corsi (1972) e envolve medidas simples que podem ser aplicadas com rapidez e facilidade em indivíduos saudáveis ou com algum dano cerebral. O teste consiste em nove cubos montados em uma placa (FIGURA 3). Números de 1 a 9 aparecem impressos no lado do cubo visível somente ao examinador. O teste tem início com o examinador tocando a primeira sequência, pré-determinada, de dois elementos (ANEXO V) e logo após o voluntário deve repetir a mesma sequência, em uma ordem direta correta. O teste continua com o aumento crescente do comprimento dos elementos das sequências e, desta forma a capacidade visuoespacial da MT dos indivíduos pode ser medida (KESSELS *et al.*, 2000; DE PAULA *et al.*, 2010). O teste tem duas sequências de cada comprimento e inicia com dois elementos. O teste termina quando o voluntário errar na repetição direta de duas sequências de mesmo comprimento.

Caso acerte apenas uma, o teste continua, e é aumentado em mais um elemento na próxima sequência. Foram registrados os acertos (total de sequências repetidas corretamente) e o *span* máximo alcançado (quantidade de elementos da sequência). O escore final se dá pela multiplicação do tamanho da sequência pela quantidade de elementos.

**Figura 3 – Cubos de Corsi. Imagem da visão do examinador.**



Fonte: (KESSELS *et al.*, 2000).

#### 4.3.4 Teste da Memória de Trabalho Verbal

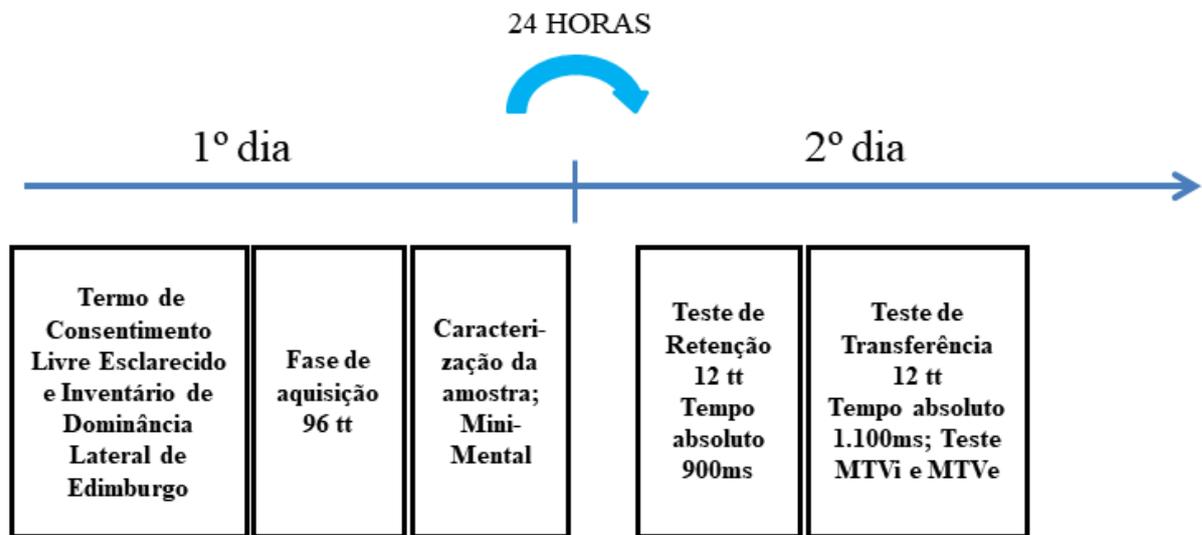
A avaliação do nível da capacidade de memória de trabalho verbal (MTVe) foi realizada através do instrumento *Span* de Dígitos, um teste verbal, que consiste em uma lista de números a serem lidos ao voluntário e que envolve medidas simples que podem ser aplicadas com rapidez e facilidade em diversos tipos de populações. O teste tem início com o examinador falando a primeira sequência, pré-determinada, de dois elementos, sendo estes números de 1 a 9 que devem ser repetidos em uma ordem direta correta pelo sujeito (ANEXO V). O teste continua com o aumento crescente do comprimento dos elementos das sequências e, desta forma a capacidade verbal da MT dos indivíduos pode ser medida (DE FIGUEIREDO; DO NASCIMENTO, 2007). O teste tem duas sequências de cada comprimento e inicia com dois elementos. O teste termina quando o voluntário errar na repetição direta de duas sequências de mesmo comprimento. Caso acerte apenas uma, o teste continua, e é aumentado em mais um elemento na próxima sequência. Serão registrados os acertos (total de sequências repetidas corretamente) e o *span* máximo alcançado (quantidade

de elementos da sequência). O score final se dá pela multiplicação do tamanho da sequência pela quantidade de elementos.

#### 4.3.5 Delineamento e procedimentos

A coleta de dados foi realizada pela própria discente do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Esporte da Universidade Federal de Minas Gerais de forma individualizada. O estudo foi dividido em dois dias consecutivos (FIGURA 4).

**Figura 4 - Descrição do delineamento e dos procedimentos na fase de aquisição e nos testes de retenção e transferência, e dos testes de MTVi e MTVe.**



Fonte: Imagem de autoria do próprio autor. Legenda: Mini-Mental – Mini-Exame do Estado Mental; MTVi – Memória de Trabalho Visuoespacial; MTVe – Memória de Trabalho Verbal.

No primeiro dia os voluntários assinaram o TCLE e as eventuais dúvidas ou questões sobre a pesquisa foram esclarecidas. Além disso, os participantes responderam ao Inventário de Dominância Lateral de Edimburgo. Logo em seguida receberam instruções visuais e verbais sobre a tarefa e as formas de *feedback* disponibilizadas pelo *software*.

Assentados em frente ao microcomputador, os participantes ajustaram o monitor de vídeo e o teclado aos seus critérios. As informações sobre os tempos relativo e tempo total/absoluto foram disponibilizadas a cada término de tentativa durante a fase de prática da tarefa na tela do microcomputador para que o aprendiz visualizasse seu desempenho da tentativa anterior da tarefa. Esta fase de prática (ou fase de aquisição) da habilidade motora contou com 96 tentativas divididas em 8 blocos de 12 tentativas, esta quantidade total de tentativas foi adotada de acordo com estudo de Lage *et al.* (2017), sendo esse um número de tentativas capaz de atingir uma diminuição significativa dos erros comumente encontrada em

estudos utilizando essa tarefa. No início de cada bloco de tentativas o participante era instruído a direcionar sua atenção para o estímulo sonoro do ritmo a ser teclado (demonstração auditiva). A demonstração auditiva continha o mesmo padrão rítmico exigido na meta de tempo relativo a ser aprendida, assim como o tempo total. Após a fase de aquisição, foi realizado o questionário de caracterização da amostra, nível de atividade física e o questionário de rastreio cognitivo Mini-Mental. Todos os participantes apresentaram valores superiores à nota de corte para déficit cognitivo.

Durante a fase de aquisição todos os participantes receberam o conhecimento dos resultados (CR) após cada tentativa, que foram: o percentual dos três tempos relativos e o tempo total absoluto, assim como a informação sobre o percentual do erro total relativo, que se refere à soma dos três valores de erro relativo apresentados na tela do monitor (FIGURA 5).

**Figura 5 – Desenho esquemático da execução da tarefa. Exemplo do conhecimento dos resultados (tempo alvo de 900 ms) que os participantes receberam após cada tentativa durante a fase de aquisição (erro percentual dos três tempos relativos, tempo total absoluto e percentual do erro total relativo).**

2-8	8-6	6-4	Tempo alvo	
22	44	33	900	
<b>2-8</b>	<b>8-6</b>	<b>6-4</b>	<b>Tempo total</b>	<b>Erro relativo Total</b>
51	34	16	1264	56

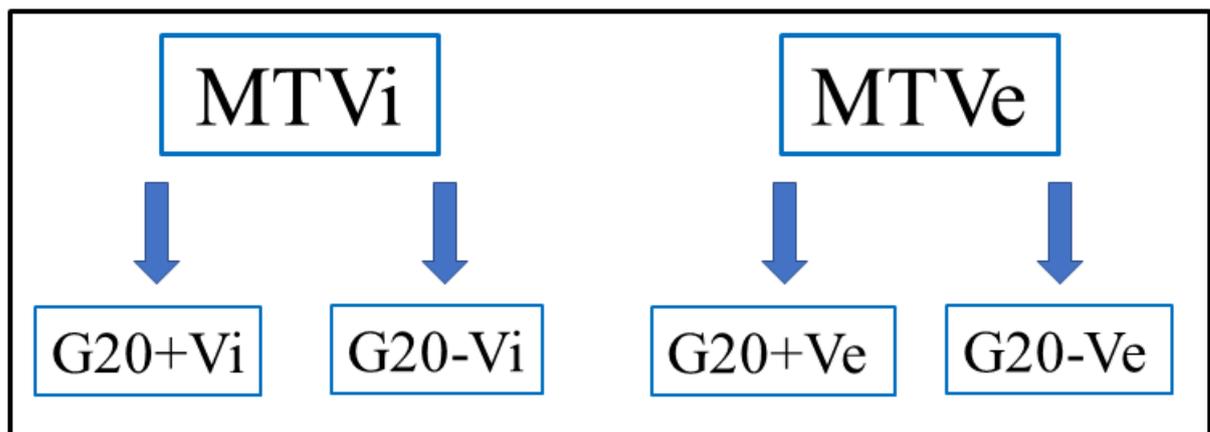
Fonte: Figura retirada do *software*.

No segundo dia foram realizados os testes de retenção (TR) e de transferência (TT). O TR foi realizado 24 horas após o fim da fase de aquisição e consistiu em 12 tentativas da tarefa em um tempo absoluto de 900 ms. O TT foi realizado imediatamente após o teste de retenção, e os indivíduos executaram 12 tentativas da tarefa no tempo absoluto de 1.100 ms. Em ambos os testes houve o fornecimento de CR sobre o tempo absoluto e relativo. Após a realização dos testes de aprendizagem foi realizado o teste de Cubos de Corsi e o teste de *Span* de Dígitos para verificar o nível de MTVi e MTVe.

Com o término das coletas, fase em que os 60 voluntários participaram, os escores dos testes de MTVi e Ve, que poderiam variar de 0 a 144, foram tabulados em ordem

decrecente. Os participantes que tiveram os 20 maiores e os 20 menores escores para cada tipo de memória foram incluídos nas análises posteriores. Os demais participantes, que fizeram parte do segundo tercil na divisão dos grupos, foram excluídos da amostra final do estudo. Por exemplo, para a MTVi, os 20 participantes que apresentaram os maiores valores no respectivo teste fizeram parte do grupo G20+Vi e os 20 participantes que apresentaram os menores valores fizeram parte do grupo G20-Vi. O mesmo método de divisão dos grupos para a MTVe foi realizado, sendo identificados os grupos G20+Ve e G20-Ve. (FIGURA 6). Assim, duas análises de cada uma das medidas motoras foram conduzidas: (a) uma com os grupos separados pelos escores da MT visuoespacial e (b) outra separada pelos escores da MT verbal. Houve 50% de sobreposição de participantes entre os diferentes tipos de memória de trabalho (APÊNDICE II).

**Figura 6 - Descrição da divisão dos grupos.**



Legenda: variáveis independentes – MTVi e MTVe – e seus respectivos grupos separados por níveis de memória de trabalho.

A divisão dos participantes nos grupos G20+ e G20- para a MTVi seguiu os seguintes critérios: 1) nível de MTVi; 2) sexo; 3) idade. Quando houve participante com o mesmo nível de MTVi, os critérios para divisão foram sexo e idade, respectivamente. Para a MTVe, o mesmo procedimento foi adotado.

#### 4.3.6 Variáveis

##### 4.3.6.1 Variáveis independentes

Memória de Trabalho Visuoespacial e Memória de Trabalho Verbal.

#### 4.3.6.2 Variáveis dependentes motoras

Foram utilizados os erros relativo e absoluto. Esses erros fornecem informações sobre a melhoria da consistência motora (erro relativo) e capacidade de flexibilidade motora (erro absoluto) ao longo da prática e nos testes de aprendizagem. Os processos de aprendizagem *on-line* e *off-line* 1 e 2 também foram analisados buscando entender sobre as mudanças do início ao final da prática e após um período sem prática.

##### Erro relativo (ER)

O erro relativo se refere à soma das diferenças entre a proporção de tempo determinada para o alvo em relação ao tempo total e a proporção atingida para cada segmento.

$$ER = ( |S1 - 22,2| + |S2 - 44,4| + |S3 - 33,3| ) \times 100$$

Sendo que:

- Segmento 1 (S1): refere-se à proporção de tempo entre os toques nas teclas 2 e 8 e o tempo total;
- Segmento 2 (S2): refere-se à proporção de tempo entre os toques nas teclas 8 e 6 e o tempo total;
- Segmento 3 (S3): refere-se à proporção de tempo entre os toques nas teclas 6 e 4 e o tempo total.

As proporções dos segmentos foram calculadas pela equação:  $S_n = (\text{tempo realizado no segmento} / \text{tempo total do movimento}) \times 100$ .

Essa medida se relaciona ao ganho de consistência, ou seja, a formação da estrutura do movimento (dimensão relativa).

##### Erro absoluto (EA)

O erro absoluto corresponde à diferença entre o tempo total realizado em valor absoluto e o tempo total desejado e, possibilita que inferências sobre a capacidade de parametrização dos participantes sejam realizadas, ou seja, sobre a flexibilidade adquirida na aprendizagem (dimensão absoluta).

##### Aprendizagem *on-line*

Diferença no desempenho do início para o final da fase de aquisição. Sendo que a aprendizagem *on-line* foi dada pela diferença entre o 8º bloco e o 1º bloco da fase de aquisição, sendo que:

$$A_{on} = B8 - B1$$

- $A_{on}$  – Aprendizagem *on-line*;
- B1 – Primeiro bloco da fase de aquisição;
- B8 – Último bloco da fase de aquisição.

#### Aprendizagem *off-line*

Compreende o período entre a fase final da aquisição e os testes de aprendizagem, e é constituída pelos processos de consolidação da memória motora dependentes do tempo. Para inferir sobre tais processos foi realizada uma análise subtraindo os valores de erro dos testes de aprendizagem (TR e TT) e o último bloco da fase de aquisição. Sendo que a aprendizagem *off-line* 1 foi dada pela diferença do TR e o 8º bloco. Aprendizagem *off-line* 2 foi dada pela diferença do TT e o 8º bloco, sendo que:

$$A_{off} = TR - B8 \text{ e } A_{off} = TT - B8$$

- $A_{off}$  – Aprendizagem *off-line*;
- TR – Teste de Retenção;
- TT – Teste de Transferência;
- B8 – Último bloco da fase de aquisição.

#### 3.4.6 Análise dos dados

Foram realizadas análises descritivas dos dados em média e desvio padrão intra sujeitos e inter sujeitos para todas as variáveis dependentes. Os dados foram organizados em 8 blocos de 12 tentativas na fase de aquisição e um bloco de 12 tentativas para os TR e TT. A partir dos valores resultantes dos testes de MT Vi e Ve, os grupos foram separados em maiores e menores níveis de memória. A seguir serão descritos os procedimentos de análise do desempenho motor que foram utilizados nas comparações entre os grupos (G20+MTVi e G20-MTVi, G20+MTVe e G20-MTVe).

A análise estatística inferencial foi realizada através da normalidade dos dados (teste de Shapiro-Wilk), e o pressuposto de homocedasticidade pelo teste de *Levene*. Para a fase de aquisição foi utilizada a ANOVA *two-way* com medidas repetidas no segundo fator (2 grupos x 8 blocos). Para o TR e TT foi utilizado teste *t* de *Student* para medidas independentes. Para as análises *post-hoc* foi utilizado o teste de Tukey, o qual indicou quais as diferenças existiam entre os grupos. O valor de significância adotado foi de  $\alpha = 0,05$ . Em

relação às aprendizagens *on-line* e *off-line* 1 e 2 foi realizado um teste *t* independente para cada. Os dados que não apresentaram normalidade foram transformados em LOG10 ou foi realizado o teste não paramétrico de *Mann Whitney U*. A organização dos dados e as análises foram realizadas utilizando o *software Statistica* versão 10.

## 5 RESULTADOS

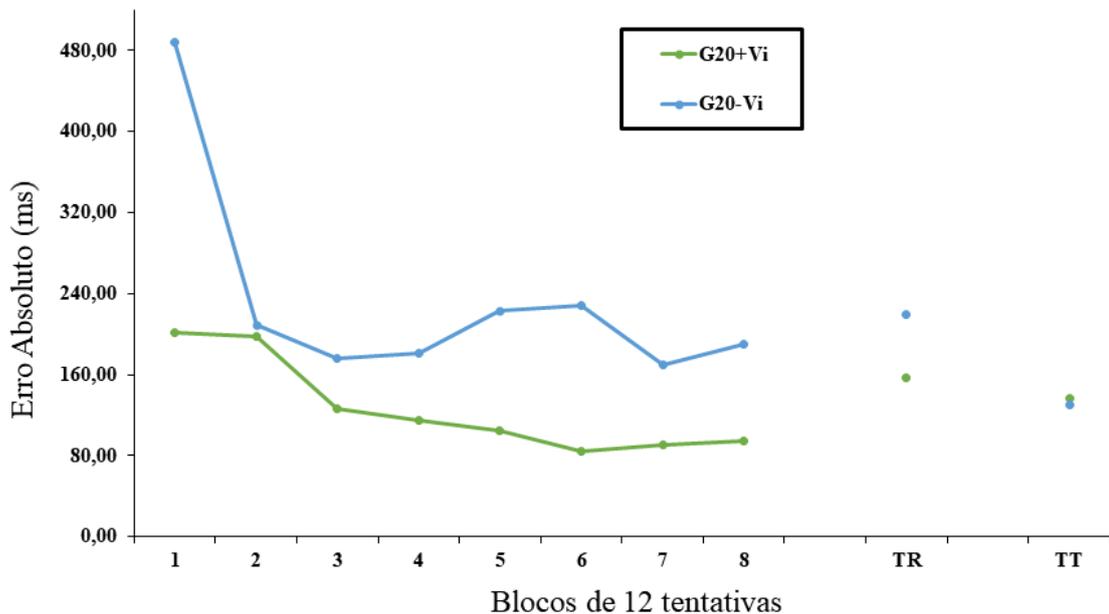
### 5.1 Resultados MTVi

Variável independente MTVi - Grupos: G20+Vi e G20-Vi.

#### Erro Absoluto (EA)

A análise descritiva dos dados indicou que os dois grupos apresentaram melhora no desempenho do início para o final da fase de aquisição que foi caracterizada pela redução do EA. Já em relação aos TR e TT os grupos foram similares (GRÁFICO 1).

**Gráfico 1 - Médias do erro absoluto dos grupos G20+Vi e G20-Vi na fase de aquisição e testes de retenção (TR) e transferência (TT).**



#### Fase de aquisição

A ANOVA *Two-way* com medidas repetidas indicou diferença significativa na comparação entre os grupos [ $F_{(1,38)} = 5,93$ ,  $p = 0,01$ ,  $\eta^2 = 0,13$ ]. Houve diferença significativa na comparação entre blocos [ $F_{(7, 266)} = 15,55$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta^2 = 0,29$ ]. O *post-hoc de Tukey* indicou diferença entre os seguintes blocos:

- O 1º bloco com maior erro que os demais blocos ( $p < 0,001$ );
- O 2º bloco com maior erro que o 1º, 7º e 8º ( $p < 0,05$ ).

Não foi encontrada interação significativa entre grupos e blocos [ $F_{(7,266)} = 1,85$ ,  $p = 0,07$ ,  $\eta^2 = 0,04$ ].

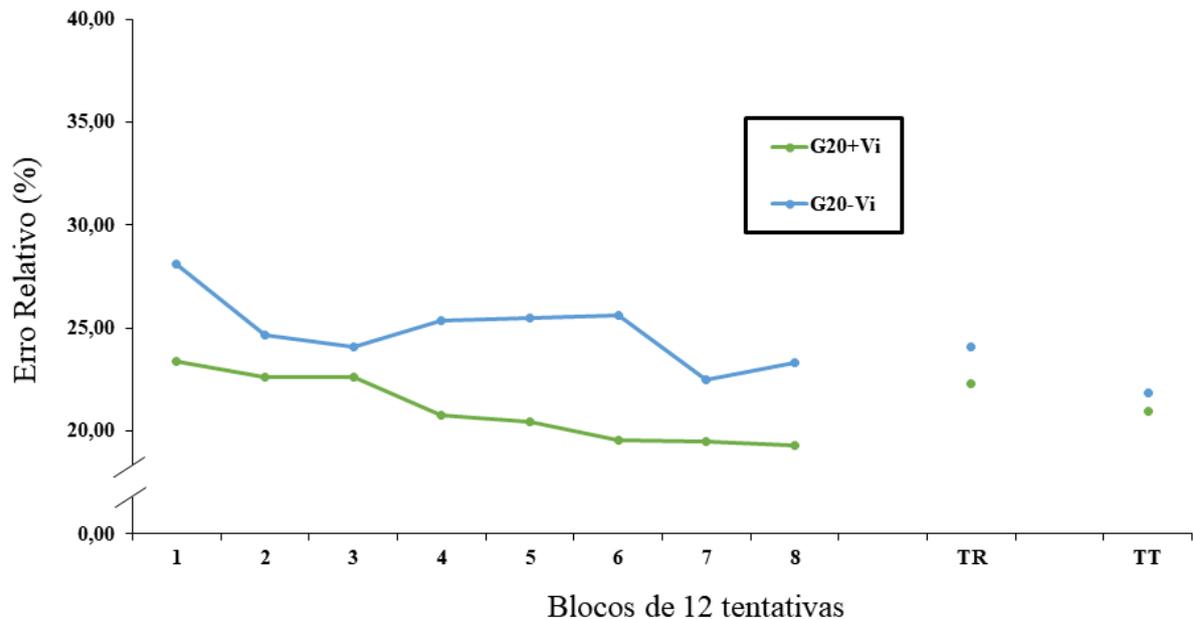
### Testes de aprendizagem

Não foi encontrada diferença significativa entre os grupos nos testes de retenção [ $z = -0,85$ ,  $p = 0,39$ ] e transferência [ $t_{(38)} = 0,36$ ,  $p = 0,72$ ].

### Erro Relativo (ER)

A análise descritiva dos dados indicou que os dois grupos apresentaram melhora no desempenho do início para o final da fase de aquisição que foi caracterizada pela redução do ER. Já em relação aos TR e TT os grupos foram similares (GRÁFICO 2).

**Gráfico 2 - Médias do erro relativo dos grupos G20+Vi e G20-Vi na fase de aquisição e testes de retenção (TR) e transferência (TT).**



### Fase de aquisição

A ANOVA *Two-way* com medidas repetidas indicou diferença significativa na comparação entre os grupos [ $F_{(1,38)} = 5,75$ ,  $p = 0,02$ ,  $\eta^2 = 0,13$ ]. Houve diferença significativa na comparação entre blocos [ $F_{(7,266)} = 4,71$ ,  $p = <0,001$ ,  $\eta^2 = 0,11$ ]. O *post-hoc de Tukey* indicou diferença entre os seguintes blocos:

- O 1º bloco apresentou maior número de erros que os blocos 6, 7 e 8 ( $p < 0,05$ ).

Não foi encontrada uma interação significativa entre grupos e blocos [ $F_{(7,266)} = 1,33$ ,  $p = 0,23$ ,  $\eta^2 = 0,03$ ].

### Testes de aprendizagem

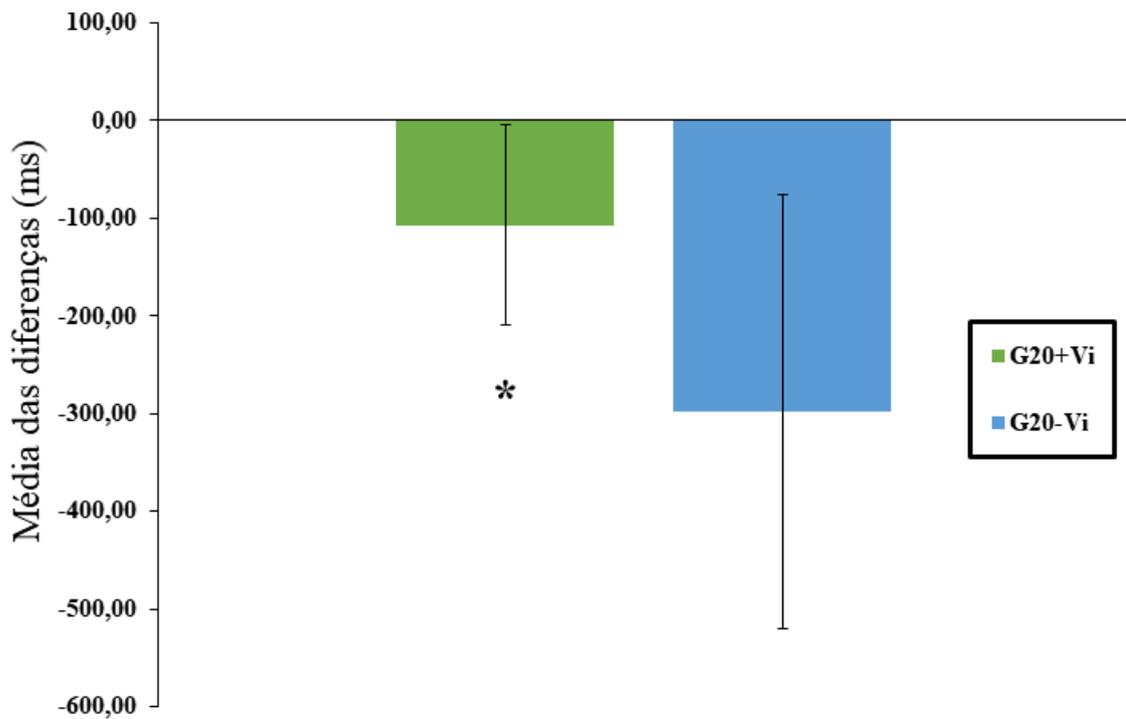
Não foi encontrada diferença significativa entre os grupos nos testes de retenção [ $t_{(38)} = -0,82, p = 0,41$ ] e transferência [ $t_{(38)} = -0,45, p = 0,64$ ].

### Aprendizagem *on-line*

#### Erro Absoluto

A análise inferencial indicou diferença significativa entre os grupos [ $t_{(38)} = 2,62, p = 0,01$ ] (GRÁFICO 3). O grupo G20-Vi apresentou maiores mudanças ao longo da fase de aquisição.

**Gráfico 3 – Aprendizagem *on-line* do erro absoluto dos grupos G20+Vi e G20-Vi.**

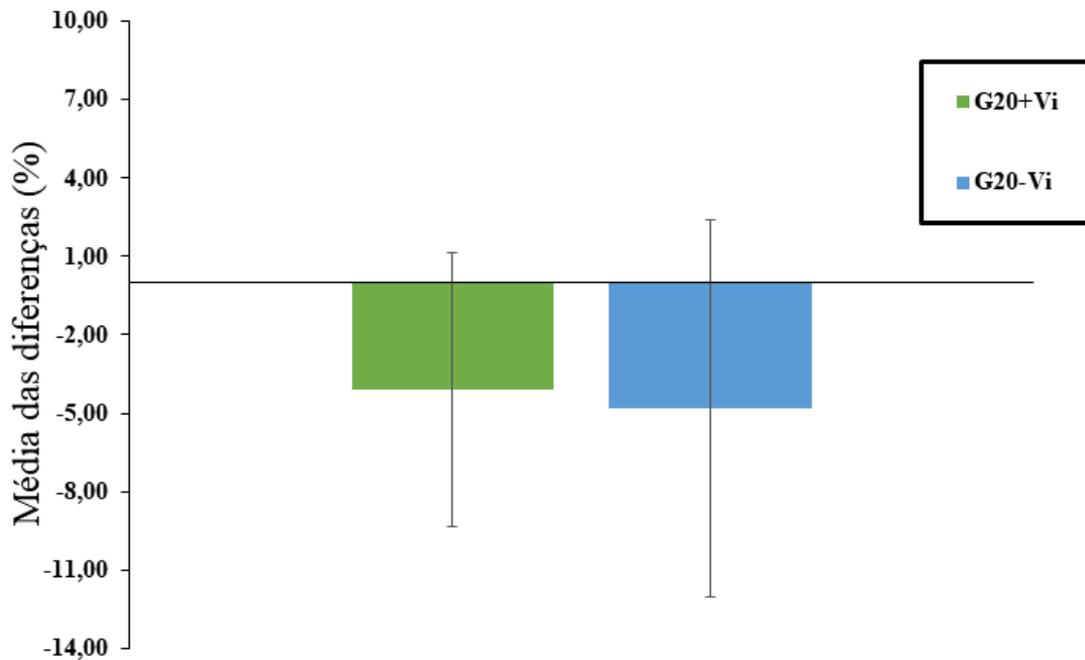


Legenda: \* = os grupos apresentaram diferenças significativas na mudança de desempenho na análise do erro absoluto do início para o final da fase de aquisição. O grupo G20-Vi apresentou maiores mudanças ao longo da prática.

### Erro Relativo

A análise inferencial não indicou diferença significativa entre os grupos [ $t_{(38)} = -0,40$ ,  $p = 0,68$ ] (GRÁFICO 4).

**Gráfico 4 – Aprendizagem *on-line* do erro relativo dos grupos G20+Vi e G20-Vi.**



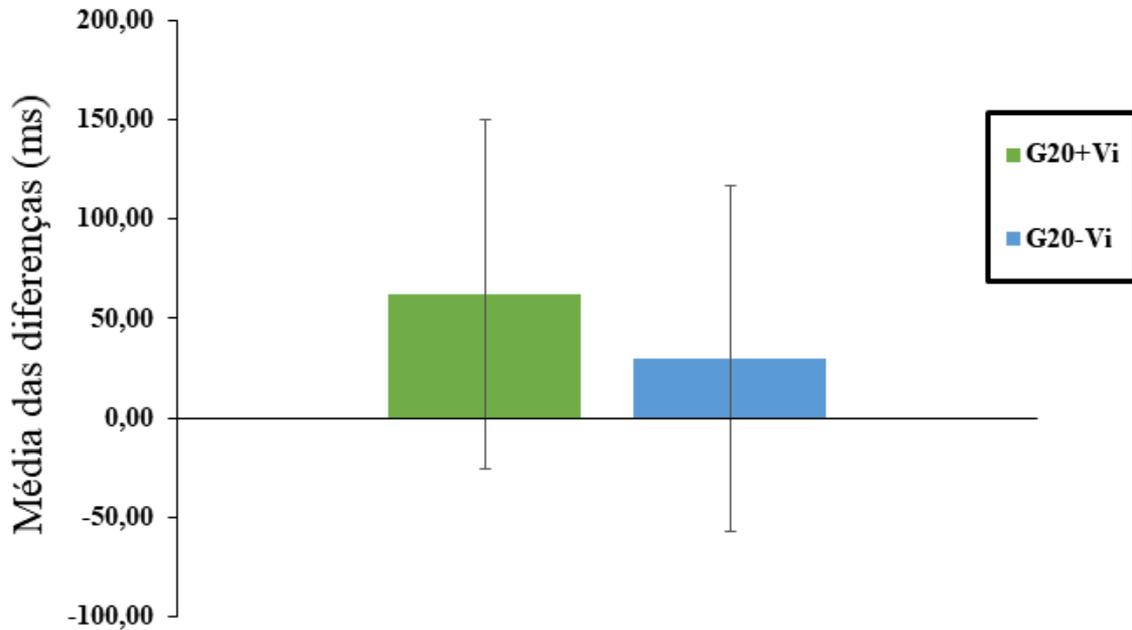
Legenda: Os grupos apresentaram diferenças de comportamento na análise do erro relativo do início para o final da fase de aquisição (inferida pela diminuição do erro). Não houve diferença entre os grupos.

### Aprendizagem *off-line*

#### Erro absoluto

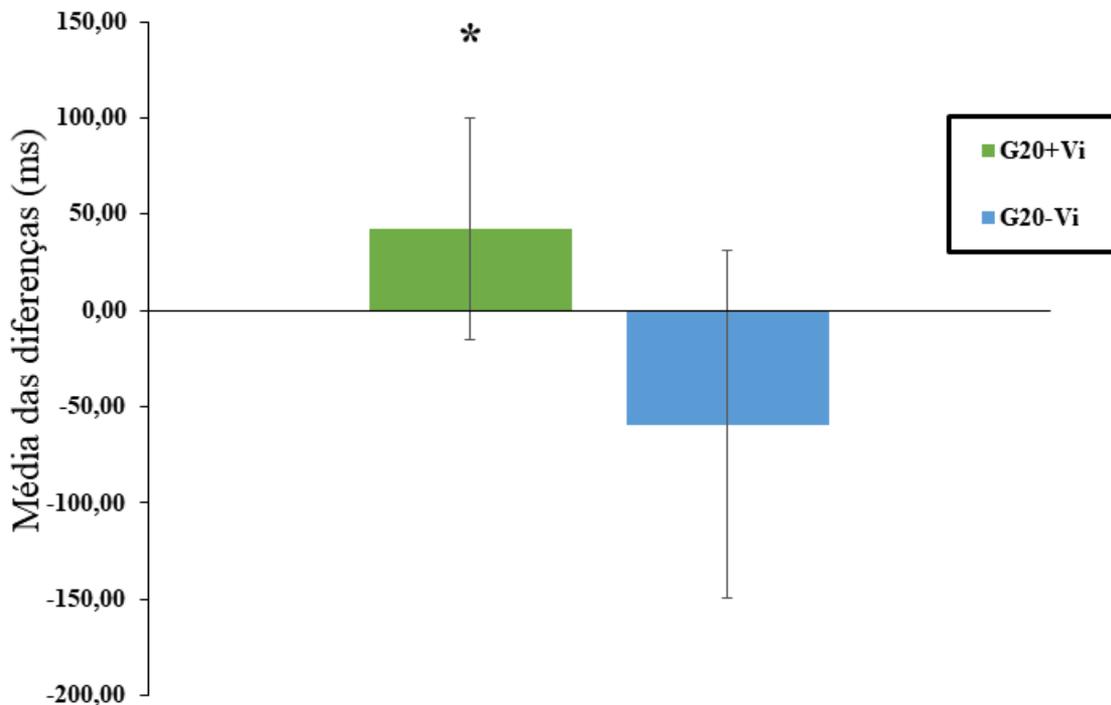
A análise inferencial não indicou diferença significativa entre os grupos para aprendizagem *off-line* 1 [ $z = 0,66$ ,  $p = 0,50$ ] (GRÁFICO 5). Houve diferença significativa na comparação entre os grupos para a aprendizagem *off-line* 2 [ $t_{(38)} = 2,86$ ,  $p = 0,007$ ] (GRÁFICO 6).

**Gráfico 5 – Aprendizagem *off-line* 1 do erro absoluto dos grupos G20+Vi e G20-Vi.**



Legenda: Os grupos modificaram o desempenho na análise *off-line* 1 (TR – B1 8) do erro absoluto. Não houve diferença entre os grupos.

**Gráfico 6 – Aprendizagem *off-line* 2 do erro absoluto dos grupos G20+Vi e G20-Vi.**

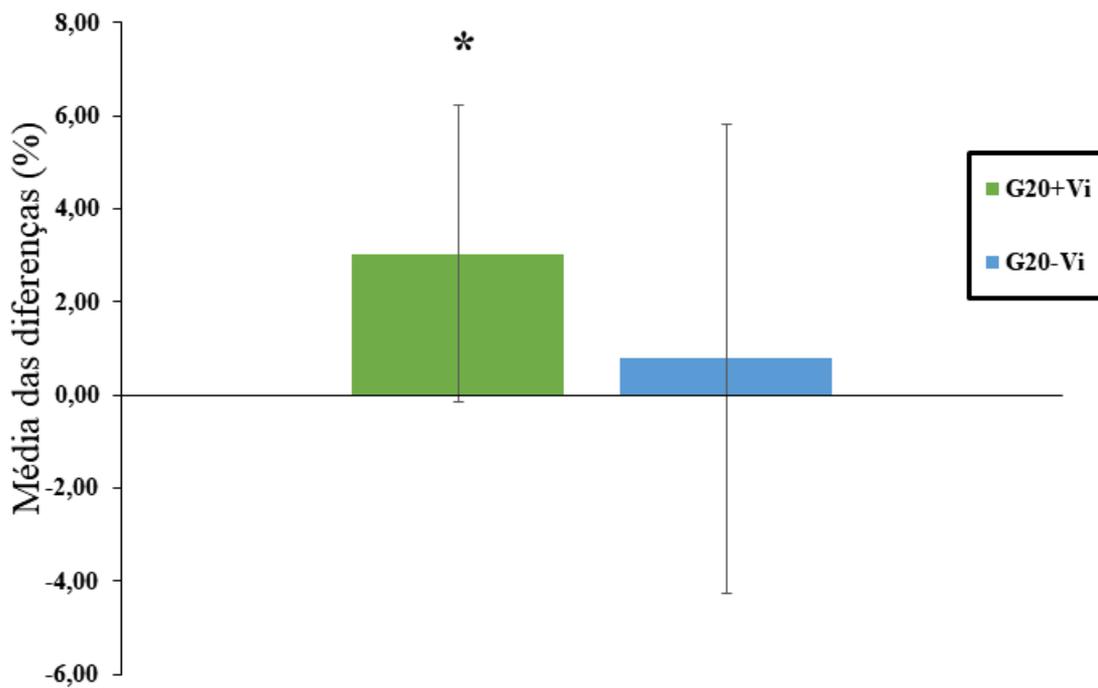


Legenda: \* = os grupos apresentaram diferenças significativas em relação ao erro na análise *off-line* 2 (TT – B1 8) do erro absoluto. O grupo G20+Vi aumentou o erro e o grupo G20- diminuiu o erro.

### Erro Relativo

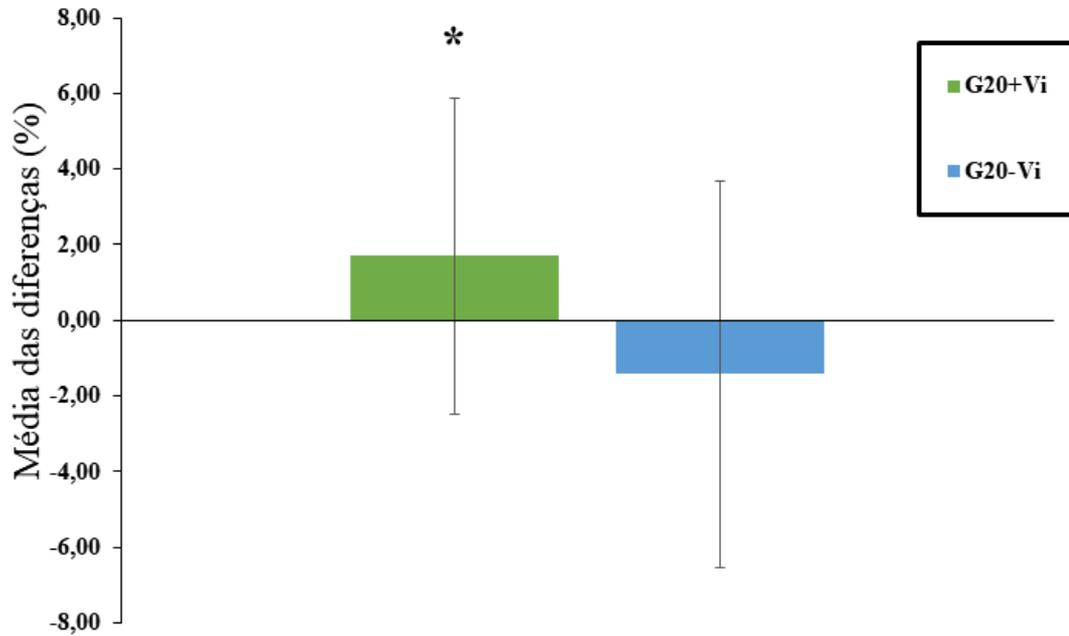
A análise inferencial indicou diferença significativa entre os grupos para aprendizagem *off-line* 1 [ $t_{(38)} = 2,12$ ,  $p = 0,04$ ] (GRÁFICO 7). O grupo G20+Vi apresentou maior modificação na medida *off-line* 1 do que o grupo G20-Vi. Houve diferença significativa entre os grupos para aprendizagem *off-line* 2 [ $t_{(38)} = 2,00$ ,  $p = 0,05$ ] (GRÁFICO 8).

**Gráfico 7 – Aprendizagem *off-line* 1 do erro relativo dos grupos G20+Vi e G20-Vi.**



Legenda: \* = os grupos apresentaram diferenças significativas em relação ao erro na análise *off-line* 1 (TR – BI 8) do erro relativo. O grupo G20+Vi aumentou o erro em comparação G20- diminuiu o erro.

**Gráfico 8 – Aprendizagem *off-line* 2 do erro relativo dos grupos G20+Vi e G20-Vi.**



Legenda: \* = os grupos apresentaram diferenças significativas em relação ao erro na análise *off-line* 2 (TT – BI 8) do erro relativo. O grupo G20+Vi aumentou o erro e o grupo G20- diminuiu o erro.

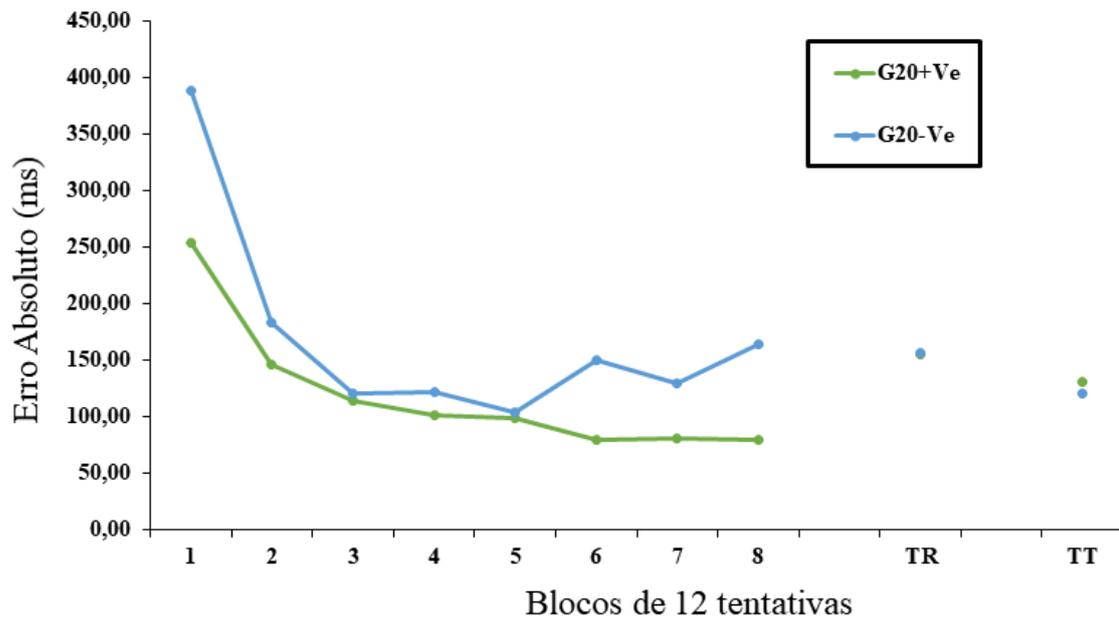
## 5.2 Resultados MTVe

Variável independente MTVe - Grupos: G20+Ve e G20-Ve.

### Erro Absoluto (EA)

A análise descritiva dos dados indicou que os dois grupos apresentaram melhora no desempenho do início para o final da fase de aquisição que foi caracterizada pela redução do EA. Já em relação aos TR e TT os grupos foram similares (GRÁFICO 9).

**Gráfico 9 - Médias do erro absoluto dos grupos G20+Ve e G20-Ve na fase de aquisição e testes de retenção (TR) e transferência (TT).**



#### Fase de aquisição

A ANOVA *Two-way* com medidas repetidas indicou diferença significativa na comparação entre os grupos [ $F_{(1,38)} = 4,26$ ,  $p = 0,04$ ,  $\eta^2 = 0,10$ ]. Houve diferença significativa na comparação entre blocos [ $F_{(7, 266)} = 27,12$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta^2 = 0,41$ ]. O *post-hoc de Tukey* indicou diferença entre os seguintes blocos:

- O 1º bloco com maior número de erros que os demais blocos ( $p < 0,001$ );
- O 2º bloco com maior número de erros que os blocos, 4, 5, 6, 7 e 8 ( $p < 0,05$ ).

Foi encontrada uma interação significativa entre grupos e blocos [ $F_{(7,266)} = 2,14$ ,  $p = 0,03$ ,  $\eta^2 = 0,05$ ]. A análise Post Hoc indicou:

- O grupo G20+Ve apresentou menores erros que o grupo G20-Ve no bloco 8 ( $p = 0,05$ ).

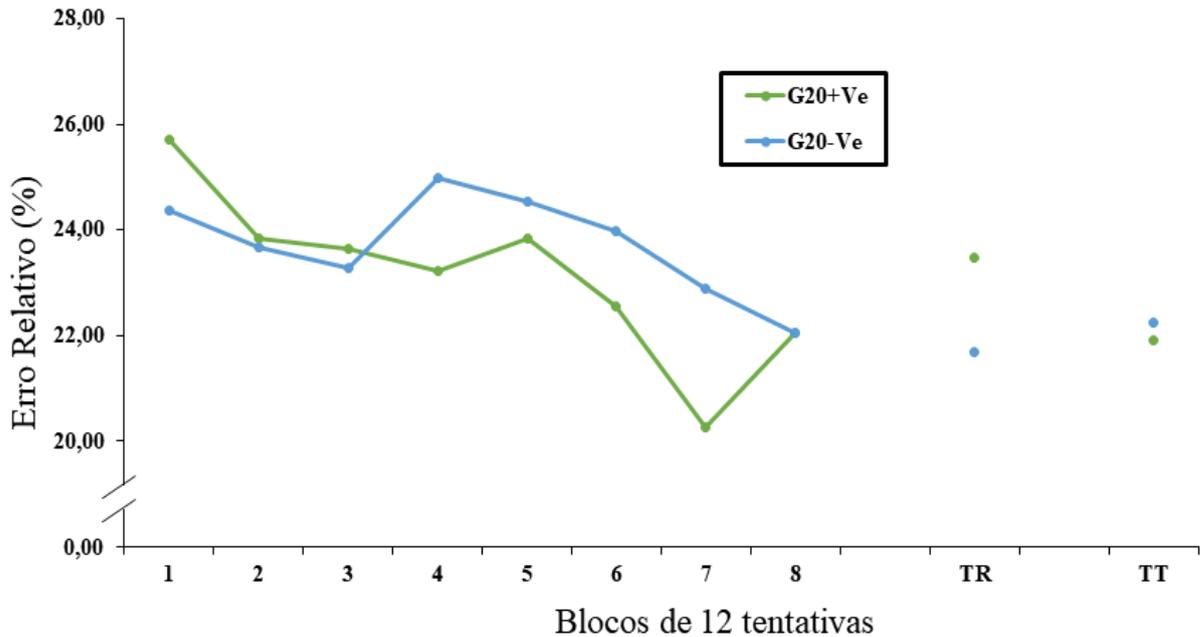
#### Testes de aprendizagem

Não foi encontrada diferença significativa entre os grupos nos testes de retenção [ $z = -0,17$ ,  $p = 0,86$ ] e transferência [ $t_{(38)} = 0,83$ ,  $p = 0,40$ ].

### Erro Relativo (ER)

A análise descritiva dos dados indicou que os dois grupos apresentaram melhora no desempenho do início para o final da fase de aquisição que foi caracterizada pela redução do EA. Já em relação aos TR e TT os grupos foram similares (GRÁFICO 10).

**Gráfico 10 - Médias do erro relativo dos grupos G20+Ve e G20-Ve na fase de aquisição e testes de retenção (TR) e transferência (TT).**



### Fase de aquisição

A ANOVA *Two-way* com medidas repetidas não indicou diferença significativa na comparação entre os grupos [ $F_{(1,38)} = 0,09$ ,  $p = 0,75$ ,  $\eta^2 = 0,002$ ]. Houve diferença significativa na comparação entre blocos [ $F_{(7,266)} = 3,06$ ,  $p = 0,004$ ,  $\eta^2 = 0,07$ ]. O *post-hoc de Tukey* indicou diferença entre os seguintes blocos:

- O 1º bloco com maior número de erros que os blocos 7 e 8 ( $p < 0,001$ );

Não foi encontrada uma interação significativa entre grupos e blocos [ $F_{(7,266)} = 0,97$ ,  $p = 0,45$ ,  $\eta^2 = 0,02$ ].

### Testes de aprendizagem

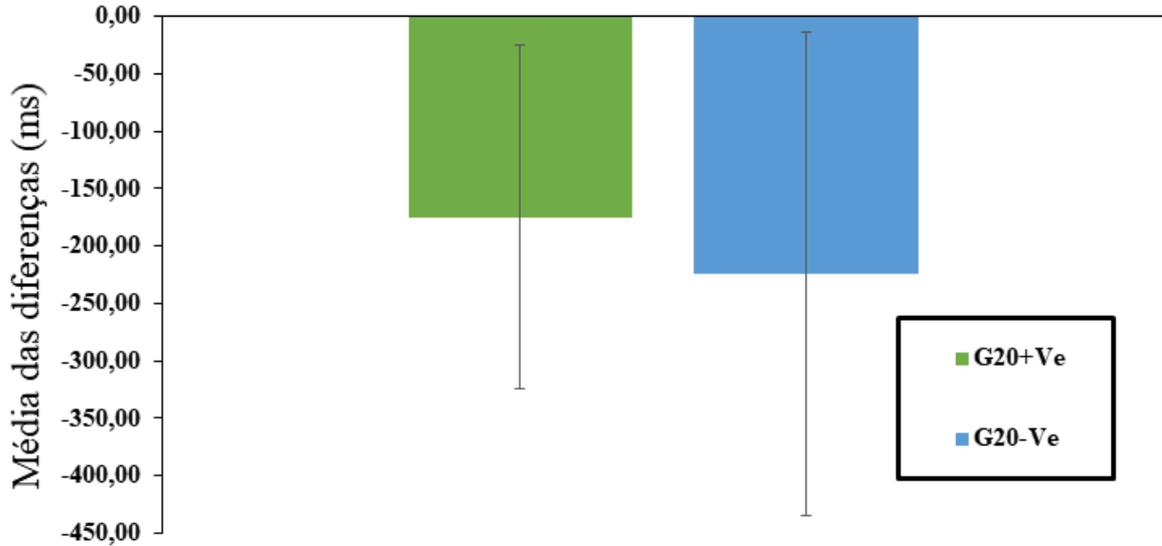
Não foi encontrada diferença significativa entre os grupos nos testes de retenção [ $t_{(38)} = 0,95$ ,  $p = 0,34$ ] e transferência [ $t_{(38)} = -0,16$ ,  $p = 0,86$ ].

## Aprendizagem *on-line*

### Erro Absoluto

A análise inferencial não indicou diferença significativa entre os grupos [ $t_{(38)} = 1,17, p = 0,24$ ] (GRÁFICO 11).

**Gráfico 11 – Aprendizagem *on-line* do erro absoluto dos grupos G20+Ve e G20-Ve.**

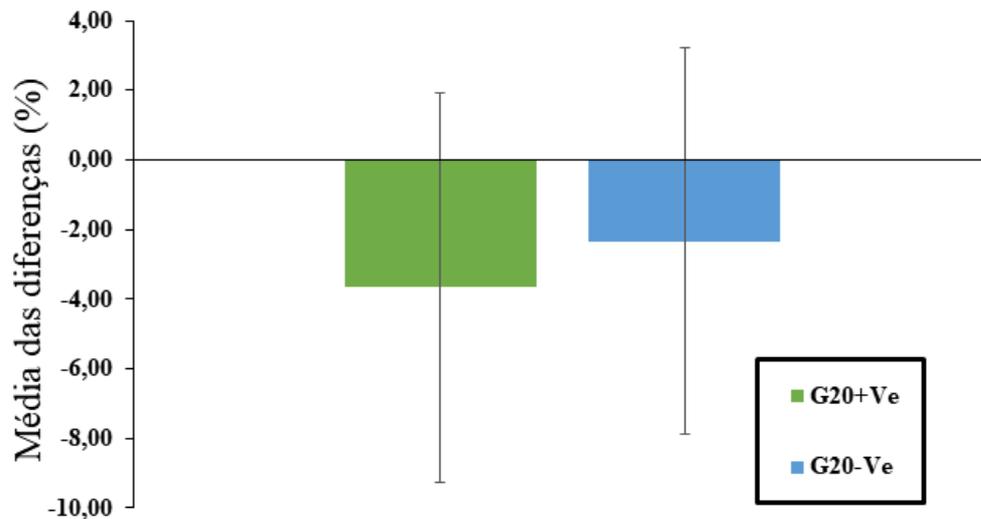


Legenda: Os grupos não apresentaram diferenças significativas na mudança de desempenho na análise do erro absoluto do início para o final da fase de aquisição.

### Erro Relativo

A análise inferencial não indicou diferença significativa entre os grupos [ $t_{(38)} = -0,59, p = 0,55$ ] (GRÁFICO 12).

**Gráfico 12 – Aprendizagem *on-line* do erro relativo dos grupos G20+Ve e G20-Ve.**



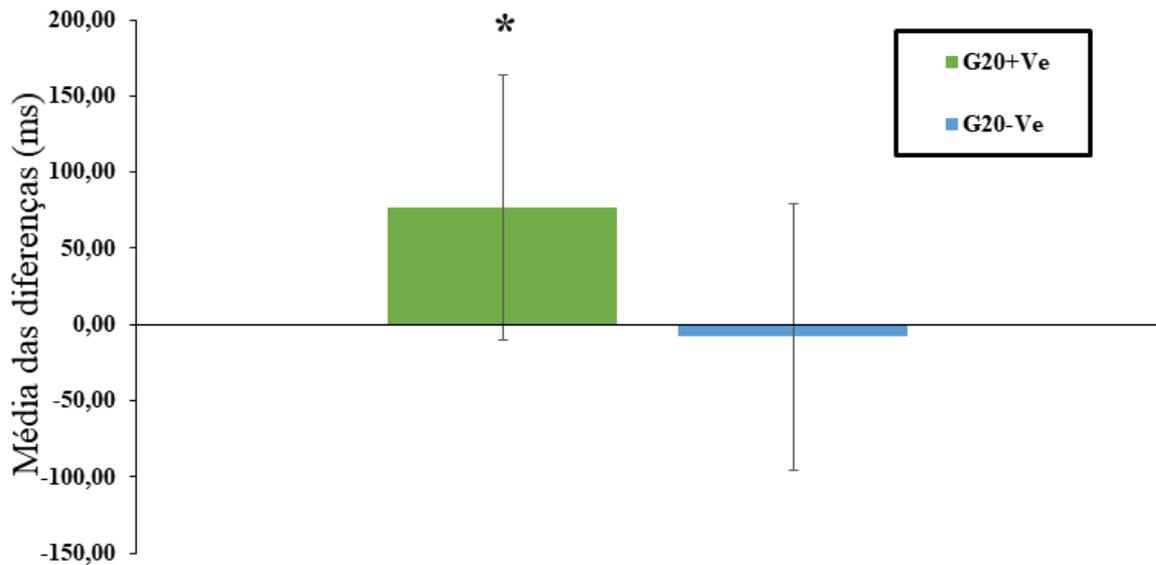
Legenda: Os grupos não apresentaram diferenças significativas na mudança de desempenho na análise do erro relativo do início para o final da fase de aquisição.

## Aprendizagem *off-line*

### Erro absoluto

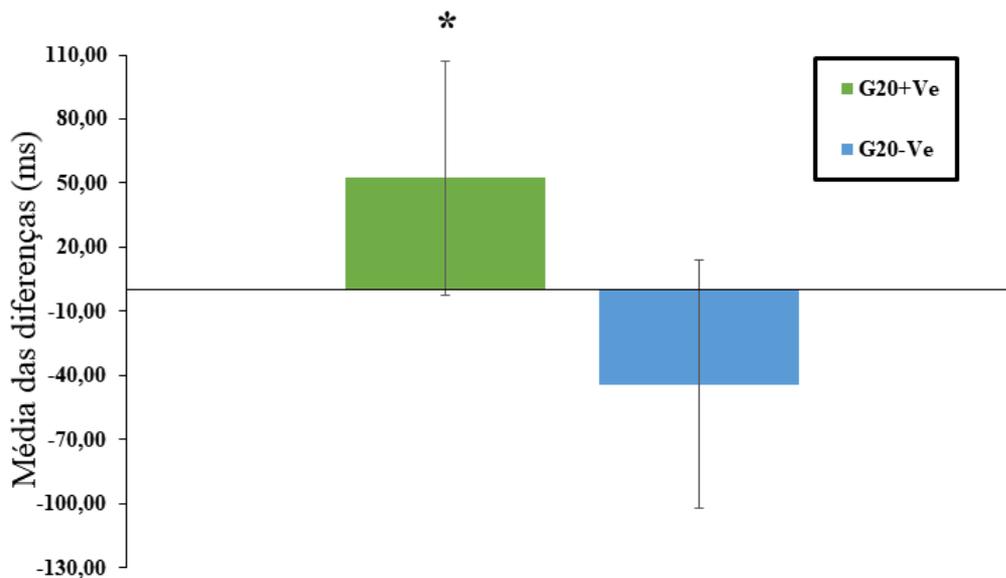
A análise inferencial indicou diferença significativa entre os grupos para aprendizagem *off-line* 1 [ $t_{(38)} = 2,19$ ,  $p = 0,03$ ]. O grupo G20+Ve apresentou maior mudança na medida *off-line* 1 do que o grupo G20-Ve (GRÁFICO 13). Houve diferença significativa na comparação entre blocos da aprendizagem *off-line* 2 [ $z = 3,31$ ,  $p < 0,001$ ] (GRÁFICO 14).

**Gráfico 13 – Aprendizagem *off-line* 1 do erro absoluto dos grupos G20+Ve e G20-Ve.**



Legenda: \* = os grupos apresentaram diferenças significativas em relação ao erro na análise *off-line* 1 (TR – BI 8) do erro absoluto. O grupo G20+Vi aumentou o erro e o grupo G20- diminuiu o erro.

**Gráfico 14 – Aprendizagem *off-line* 2 do erro absoluto dos grupos G20+Ve e G20-Ve.**

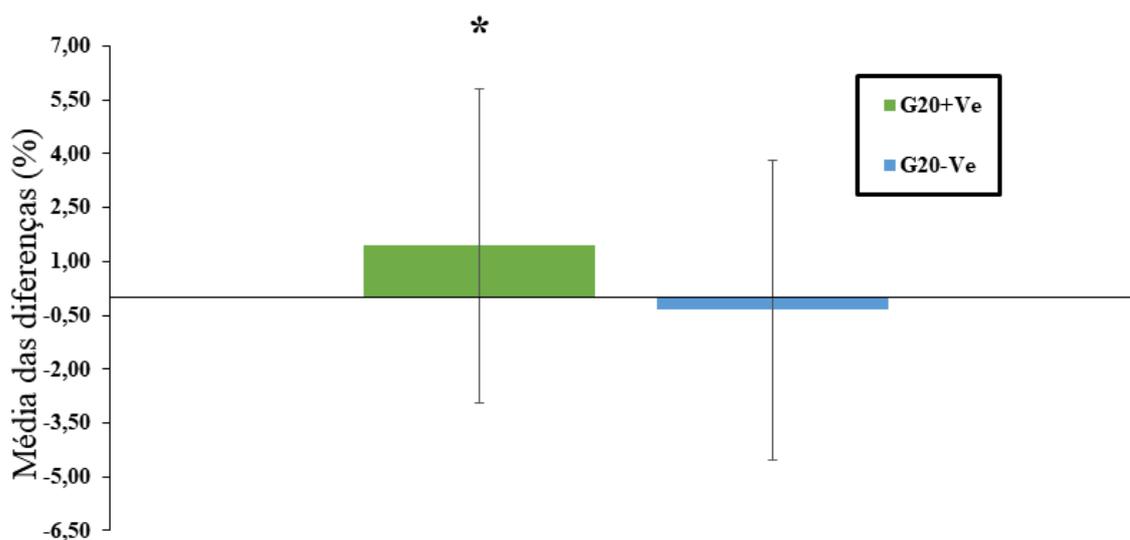


Legenda: \* = os grupos apresentaram diferenças significativas em relação ao erro na análise *off-line* 2 (TT – BI 8) do erro absoluto. O grupo G20+Vi aumentou o erro e o grupo G20- diminuiu o erro.

## Erro Relativo

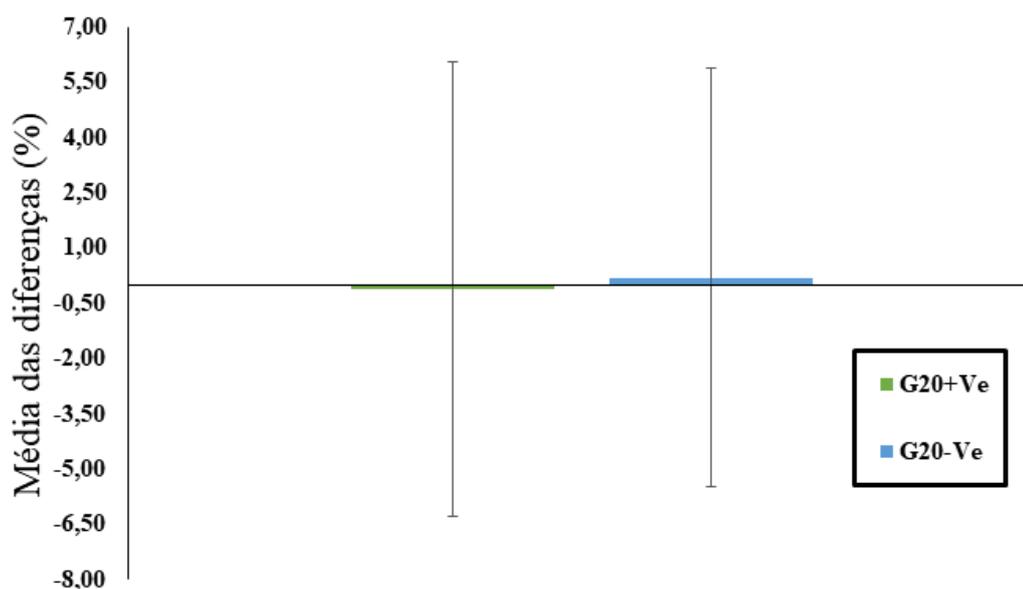
A análise inferencial indicou diferença significativa entre os grupos para aprendizagem *off-line* 1 [ $t_{(38)} = 2,34$ ,  $p = 0,02$ ]. O grupo G20+Ve apresentou maior mudança na medida *off-line* 1 do que o grupo G20-Ve (GRÁFICO 15). Não houve diferença significativa entre os grupos para a medida *off-line* 2 [ $t_{(38)} = 0,55$ ,  $p = 0,58$ ] (GRÁFICO 16).

**Gráfico 15 – Aprendizagem *off-line* 1 do erro relativo dos grupos G20+Ve e G20-Ve.**



Legenda: \* = os grupos apresentaram diferenças significativas em relação ao erro na análise *off-line* 1 (TR – Bl 8) do erro relativo. O grupo G20+Vi aumentou o erro e o grupo G20- diminuiu o erro.

**Gráfico 16 – Aprendizagem *off-line* 2 do erro relativo dos grupos G20+Ve e G20-Ve.**



Legenda: Não houve diferença entre os grupos na análise *off-line* 2 (TT – Bl 8) do erro relativo.

## 6 DISCUSSÃO

Este estudo teve como objetivo geral investigar o efeito do nível da MT na aprendizagem de sequência motora de idosos. Ao longo do envelhecimento, são esperadas alterações nos sistemas sensoriais, cognitivos e motores que estão envolvidos no planejamento, monitoramento e correções de erros, e execução dos movimentos. Apesar das alterações esperadas para esta fase da vida, a capacidade de aprender novas habilidades motoras é mantida. Os idosos realizaram a tarefa motora de sequenciamento de teclas, que contou com uma fase de prática e testes de retenção (TR) e transferência (TT) da aprendizagem motora. Para a fase de prática, foi fornecida a instrução verbal antes do início da prática, e ao longo da prática o *feedback* do conhecimento de resultados (CR) da tentativa anterior de forma visual das duas metas temporais relacionadas à tarefa e uma demonstração auditiva do ritmo a ser teclado, de forma padronizada, no início de cada bloco de tentativas. Foram analisados o desempenho ao longo da fase de prática e a aprendizagem motora através do desempenho no TR e TT dos idosos com diferentes níveis de MT. Os níveis de MT visuoespacial (Vi) e verbal (Ve) foram medidos através do teste de Cubos de Corsi e *Span* de Dígitos.

Era esperado que indivíduos com maiores níveis de MTVi e Ve apresentassem melhor desempenho ao longo da fase de prática e este melhor desempenho levasse à melhor aprendizagem motora quando comparados ao grupo com menor nível de MT. Esta hipótese foi parcialmente confirmada, visto que, de forma geral, maiores níveis de MTVi e Ve apresentaram melhor desempenho somente na fase de prática da habilidade, mas apresentaram desempenho similar no TR e TT.

Com relação às medidas de aprendizagem *on-line* e *off-line*, era esperado que indivíduos com maiores níveis de MTVi e Ve apresentassem maior nível de mudança do fim da fase de aquisição para os testes de aprendizagem, indicando melhora no desempenho após a consolidação ou uma menor perda comparada aos grupos com menor nível de MT. De forma geral, essa hipótese não foi confirmada, tendo em vista que as maiores mudanças observadas indicando melhora no desempenho foram apresentadas pelos grupos com menor nível de MT.

### 6.1 Desempenho e aprendizagem motora

Foi hipotetizado que idosos com maiores níveis de MTVi e Ve apresentariam melhor desempenho e aprendizagem motora na tarefa de sequência motora que os idosos com menores níveis de MTVi e Ve nas medidas de erro absoluto e relativo. Esta hipótese foi confirmada parcialmente. Com relação à meta absoluta, verificou-se melhor desempenho durante a fase de prática na medida de erro absoluto para os grupos com maiores níveis de MTVi e Ve. Este achado corrobora com o estudo de Meissner *et al.* (2016), que investigou se a aprendizagem de uma tarefa de sequência motora se relaciona com as alterações visuoespaciais e verbais da MT ao longo da vida. Três grupos de idades diferentes foram investigadas (jovens, adultos jovens e idosos) e foi identificada associação entre os níveis de MTVi e Ve e o desempenho nas fases iniciais da prática motora para todos os grupos. A literatura indica de forma geral que maiores níveis de funções cognitivas como a MT, atenção e a capacidade de detecção de erros têm um maior impacto no desempenho no início da prática principalmente em jovens (BO; BORZA; SEIDLER, 2009; BO; SEIDLER, 2009; BO; JENNETT; SEIDLER, 2012). Entretanto, os resultados deste estudo, somados ao de Meissner *et al.* (2016), mostram um papel importante da MTVi e Ve no desempenho dos idosos ao longo de toda a fase de prática, diferente dos jovens.

Essa maior dependência da MT pelos idosos durante todo o período de prática pode ser explicada pelas características de processamento de informações dos idosos. Os jovens conseguem diminuir rapidamente os erros na fase inicial da prática. Essa capacidade de correção e consequente estabilização do desempenho é apoiada na função de MT (SALTHOUSE, 1996; 2000). Os idosos por outro lado, mostram uma maior dificuldade para diminuir rapidamente seus erros, essa diminuição acontece ao longo de toda a fase de prática. Por apresentarem menor capacidade de MT, as operações associadas ao planejamento, monitoramento e correções de erros, ficam aquém daquelas promovidas pelos mais jovens (SEIDLER, 2006; LIN *et al.*, 2012). Dessa forma, a exigência das funções relacionadas à MT está presente durante toda a fase de aquisição. Já os jovens, que alcançam rapidamente a estabilidade do desempenho, apresentam uma diminuída demanda sobre as funções de processamento de informações relacionadas à MT nas fases mais avançadas do processo de aprendizagem (SALTHOUSE, 1996; SEIDLER; BO; ANGUERA, 2012).

A hipótese apresentada acima explica a maior dependência dos idosos da MT ao longo de toda a fase de aquisição. Entretanto, essa hipótese não explica o motivo do grupo de idosos com maior nível de MT apresentar melhor desempenho comparado ao grupo com menor nível de MT. O modelo de redução da assimetria hemisférica em idosos (CABEZA,

2002) cita que sob circunstâncias similares, a atividade pré-frontal durante o desempenho cognitivo tende a ser menos lateralizada em idosos do que em adultos. Cabeza (2002) entende “circunstâncias similares”, como a comparação da atividade neural entre jovens e idosos em uma mesma tarefa. A ativação bilateral frontal do idoso reflete uma compensação funcional do sistema nervoso central. É possível assumir que os idosos com maior capacidade de MT apresentem uma maior ativação bilateral comparados aos de menor capacidade de MT. A literatura mostra associação entre maior compensação neural e a qualidade do desempenho em tarefas de MT (REUTER-LORENZ *et al.*, 2000). Esse fenômeno é também observado durante a prática motora (HEUNINCKX *et al.*, 2005; HARADA *et al.*, 2009). Nesse caso, os idosos de maiores níveis de MT foram aqueles que conseguiram por meio da compensação bi-hemisférica a maior qualidade nas operações associadas ao planejamento, monitoramento e correções de erros ao longo da prática. Apesar de todos os grupos dependerem da MT ao longo de toda a fase de prática, essa maior compensação gerou melhor desempenho comparado ao grupo de maior nível de MT quando comparado ao grupo de menor nível de MT.

A tarefa utilizada contou também com a meta relativa, onde os indivíduos deveriam organizar um padrão bem definido entre os componentes da habilidade. No início de cada bloco da fase de aquisição, era dado aos indivíduos uma demonstração de um modelo auditivo do ritmo a ser produzido para que as metas do tempo absoluto e relativo fossem alcançadas. Os resultados demonstraram diferenças entre os grupos G20+ e G20- da MTVi para a medida de erro relativo. Por outro lado, não foi encontrada diferença no desempenho para essa medida nos grupos separados pela capacidade de MTVe. Em conjunto, esses achados mostram que há possivelmente uma especificidade do tipo de MT avaliada em relação a essa meta requerida.

A partir do modelo de MT de Baddeley (2000) é possível explicar esses achados diferentes em relação à medida de erro relativo. Analisando pela tarefa utilizada no estudo, a alimentação da alça visuoespacial foi feita por meio do conhecimento de resultados (CR) e exigiu maior abstração e planejamento por parte dos indivíduos para atingirem a meta. A melhor capacidade de codificação de informações visuoespaciais do grupo G20+Vi, proporcionou melhor codificação, armazenamento temporário e manipulação das informações oriundas do CR, gerando assim melhor desempenho. Desta forma, indivíduos com maior nível de MTVi apresentaram melhor desempenho na fase de aquisição, quando comparados com o grupo com menor nível de MTVi. De forma diferente, quando a alça verbal foi alimentada diretamente pela modelagem auditiva, a diferença entre os grupos com níveis

desiguais de MT<sub>Ve</sub> não foi encontrada. A alça fonológica armazena as informações auditivas recebidas a cada bloco de tentativas, e por meio da integração sensório-motora, codificou as informações referentes ao padrão temporal de movimento e auxiliou no direcionamento do indivíduo à meta da tarefa. Diferentemente da MT<sub>Vi</sub>, a informação específica auditiva fornecida aos aprendizes igualou o desempenho dos grupos de idosos. Esse achado mostra que a disponibilidade de informação temporal específica para a tarefa do nosso estudo é suficiente para um bom desempenho nessa meta da tarefa, mesmo quando se tem baixa capacidade de MT<sub>Ve</sub>.

Assim, um achado interessante deste estudo foi o melhor desempenho geral no grupo dos indivíduos com maior nível de MT<sub>Vi</sub> e *Ve* ao longo da fase de prática. Porém, este melhor desempenho não impactou em melhor aprendizagem motora, inferida através do desempenho no TR e TT. Uma parte da literatura indica que processos que envolvem MT podem estar pouco associados com a formação de processos relacionados à formação de memória de longo prazo (NORRIS, 2017). Por outro lado, nem sempre essa associação é observada. Schweighofer *et al.* (2011), por exemplo, observaram que indivíduos com maiores níveis de MT apresentaram melhora do desempenho ao longo da fase de prática, mas esse melhor desempenho não esteve associado ao melhor desempenho nos testes de aprendizagem motora. Modelos computacionais (SMITH; GHAZIZADEH; SHADMEHR, 2006; TREWARTHA *et al.*, 2014) têm indicado a existência de dois estados de memória: o estado rápido (*fast*) e o estado lento (*slow*). Cada estado de memória é atualizado a partir do erro produzido na tentativa prévia ao longo da prática, ajustada por uma taxa de aprendizagem que decai diferentemente em cada um dos estados. O estado rápido responde fortemente aos erros de grande magnitude e o estado lento responde mais fortemente aos erros de menor magnitude (SMITH; GHAZIZADEH; SHADMEHR, 2006). Enquanto o estado rápido está mais associado ao processo de correção de erros, contribuindo pouco para a consolidação da habilidade em longo prazo, o estado lento está mais associado à formação da memória de longo prazo via ativação de vários processos moleculares que facilitam e fortalecem as conexões sinápticas.

A lógica apresentada acima dá sustentação para se explicar o motivo pelo qual a maior capacidade de MT gerou melhor desempenho na fase de aquisição, mas esse melhor desempenho não se refletiu em melhor aprendizagem. Apesar da MT ter um papel importante no estado rápido que auxilia na detecção e correção de erros (TREWARTHA *et al.*, 2014), esse processo pouco contribui para os processos moleculares mais envolvidos no estado lento, não favorecendo assim a aprendizagem.

## 6.2 Medidas *on-line* e *off-line* 1 e 2 da aprendizagem motora

Ao longo do envelhecimento, as alterações perceptivas, cognitivas e motoras, que estão envolvidas no processo de aprendizagem motora modificam a forma como uma nova habilidade é aprendida. Quando se aprende uma nova habilidade motora, processos de memória envolvidos na aprendizagem motora estão relacionados com a qualidade deste aprendizado ao longo da prática, possibilitando a melhor retenção e também transferência da habilidade (KRAKAUER; SHADMEHR, 2006; KANTAK; MUMMIDISETTY; STINEAR, 2012; CANTARERO *et al.*, 2015). Assim, foi hipotetizado que maiores níveis de MT<sub>Vi</sub> e V<sub>e</sub>, gerariam maiores mudanças em processos subjacentes ao desempenho, aqui denominado de aprendizagem *on-line*, assim como melhor consolidação das informações na memória observada por menor grau de piora do final da prática para os testes, ou maior grau de melhora, aqui definido como aprendizagem *off-line*. Os resultados das análises não confirmaram tal hipótese.

O processo de aprendizagem *on-line* diz respeito ao processo de mudanças que ocorrem no comportamento motor do início para o final da prática motora, relacionado ao armazenamento e codificação da informação. Os resultados indicaram que os grupos mudaram ao longo da fase de aquisição, porém, verificou-se que o grupo G20- Vi apresentou um maior índice de mudança que o G20+ Vi na medida de erro absoluto. Esses resultados levam a uma lógica diferente daquela proposta inicialmente para se levantar a hipótese. Uma nova lógica se baseia na interação entre a maior capacidade de MT e as informações disponibilizadas aos aprendizes durante a prática. Os idosos receberam modelagem auditiva ao longo da prática, é de se esperar que os idosos com maior capacidade de MT tenham aproveitado mais dessa informação sobre os tempos total e relativo, por apresentarem maior capacidade de manutenção e manipulação dessas informações na MT, fatores esses que favoreceram um melhor desempenho ao longo da prática. Por outro lado, o grupo de idosos com menor capacidade de MT fez um uso menos eficiente dessa informação disponibilizada. Assim, o que foi observado em termos de desempenho foi uma menor mudança de comportamento ao longo da prática por parte do G20+, pois esse grupo começa a prática com menor nível de erro por conseguir reproduzir mais próximo dos tempos demonstrados. Por outro lado, o G20- necessita de tempo para que o processamento fique mais efetivo a ponto de mudar o desempenho do grupo. Dessa forma, há uma queda maior do início da prática para o fim para o grupo que apresenta menor nível de MT.

A aprendizagem *off-line* diz respeito sobre os processos de memória que acontecem entre as fases do estudo, ou seja, a consolidação e evocação da informação após

um período sem prática (KANTAK *et al.*, 2012; ROIG *et al.*, 2014; CANTARERO *et al.*, 2015). O resultado deste estudo referente à aprendizagem *off-line* mostrou, de forma geral, pior processo de consolidação do grupo G20+ em ambas as alças de MT, Vi e Ve para as metas do tempo absoluto e relativo. Este resultado foi diferente da lógica que foi apresentada para levantar a hipótese. Uma nova lógica é baseada na análise dos multicomponentes do modelo de MT de Baddeley (2000). O modelo de multicomponentes conta com o controlador atencional chamado de Executivo Central, que mantém a atenção sustentada na meta da tarefa, inibindo os distratores, e direciona a informação advinda de diferentes vias sensoriais para os componentes especializados, que são relacionados às informações visuoespaciais (Vi) ou verbais (Ve). Também componente deste modelo, o *buffer* episódico tem a função de integrar as informações novas às experiências armazenadas na memória de longo prazo, colaborando com a melhoria do desempenho ao longo da prática e na aprendizagem motora.

Quando as informações novas estão sendo detectadas ao longo da aquisição da habilidade, todos os componentes do sistema de MT são alimentados por essas informações. Uma possível forma de explicar os resultados deste estudo, é assumindo que, em idosos com maiores níveis de MTVi e Ve, o envio de informações para componente *buffer* episódico, durante a prática seria menor quando comparado aos indivíduos com menor nível de MT, já os idosos com menor nível de MT durante a prática tiveram maior exigência do esforço cognitivo durante a prática e maior envio de informações para o componente *buffer* episódico. Assim, é possível que o grupo de maior nível de MT não tenha sido capaz de fortalecer a memória motora para gerar maiores ganhos na aprendizagem *off-line*. De modo inverso, o grupo com menor nível de MTVi e Ve, que teve exigência de maior esforço cognitivo ao longo da aquisição, parece ter proporcionado ao componente *buffer* episódico maior quantidade de informações durante a prática, assim, o resultado da análise da medida *off-line* aos grupos com menores níveis de MTVi e Ve impactou em um maior nível de consolidação da informação. Roig *et al.* (2014) investigaram a aprendizagem *off-line* após a prática de uma habilidade em crianças, adultos jovens e idosos. Como resultado principal, o estudo encontrou que os idosos foram menos eficazes na consolidação dos ganhos da aprendizagem *off-line* em comparação com as crianças e os adultos jovens. Roig *et al.* (2014), porém, não investigaram o efeito de diferentes níveis de MT no processo de consolidação da aprendizagem *off-line*.

Este resultado contra intuitivo, de maiores níveis de MT apresentarem pior processo de consolidação, corrobora com os achados de Schweighofer *et al.* (2011) que investigaram o ganho na consolidação da memória em indivíduos pós acidente vascular cerebral com déficits na MTVi e indivíduos normais. Este estudo de Schweighofer *et al.*

(2011), concluiu que, uma prática mais repetitiva leva a um pior nível de consolidação. Assim, parece que maiores níveis de MT impactam em pior consolidação da memória na aprendizagem *off-line*.

## 7 CONCLUSÃO

O envelhecimento traz consigo modificações nos sistemas sensoriais, motores e cognitivos e impactam no processo da aprendizagem de uma nova habilidade motora, porém a capacidade de aprender é mantida. Através da análise do nível MTVi e Ve, e as diferentes metas presentes na tarefa, foi investigado o efeito do nível de memória de trabalho na aprendizagem motora de idosos.

Confirmando parcialmente as hipóteses de que maiores níveis de MTVi e Ve apresentariam melhores desempenhos ao longo de todo o processo de aprendizagem e para todas as variáveis, verificou-se um papel importante da MT na modulação do desempenho ao longo da fase de aquisição da habilidade para os idosos com maiores níveis de MT. Esse melhor desempenho, porém, não gerou diferenças entre os grupos nos testes de aprendizagem. É possível que a informação do CR disponibilizada nos testes de aprendizagem tenha sido suficiente para a similaridade do desempenho dos grupos, independente no nível de MTVi e Ve. Uma possível direção para próximos estudos que investiguem aprendizagem motora em idosos com diferentes níveis de MT, é a manipulação das informações disponibilizadas nos testes.

Quanto aos processos de memória relacionados à aprendizagem motora, não parece haver uma associação direta entre maiores níveis de MT e uma melhor consolidação da memória de longo prazo. Este estudo encontrou que, maiores níveis de MT impactaram em menor mudança na aprendizagem *on-line* e pior consolidação da memória na aprendizagem *off-line*. Estas questões, porém, precisam de mais investigação, visto a importância dos processos de memória relacionados à AM em idosos.

## REFERÊNCIAS

ANGUERA, J. A.; REUTER-LORENZ, P. A.; WILLINGHAM, D. T.; SEIDLER, R. D. Failure to engage spatial working memory contributes to age-related declines in visuomotor learning. **Journal of cognitive neuroscience**, v. 23, n. 1, p. 11-25, 2011.

APOLINÁRIO-SOUZA, T.; ROMANO-SILVA, M. A.; DE MIRANDA, D. M.; MALLOY-DINIZ, L. F.; BENDA, R. N.; UGRINOWITSCH, H.; LAGE, G. M. The primary motor cortex is associated with learning the absolute, but not relative, timing dimension of a task: a tDCS study. **Physiology & behavior**, v. 160, p. 18-25, 2016.

BADDELEY, A. The episodic buffer: a new component of working memory? **Trends in cognitive sciences**, v. 4, n. 11, p. 417-423, 2000.

BADDELEY, A.; HITCH, G. Working memory. *In: Psychology of learning and motivation*: Elsevier, v.8, 1974.

BADDELEY, A. D.; ANDERSON, M. C.; EYSENCK, M. W. **Memória**. 2011.

BENDA, R. N. Sobre a natureza da aprendizagem motora: mudança e estabilidade... e mudança. **Revista Brasileira Educação Física e Esporte, São Paulo**, v. 20, p. 43-45, 2006.

BERTOLUCCI, P. H.; BRUCKI, S. M.; CAMPACCI, S. R.; JULIANO, Y. O mini-exame do estado mental em uma população geral: impacto da escolaridade. **Arquivos de Neuro-psiquiatria**, 1994.

BO, J.; BORZA, V.; SEIDLER, R. D. Age-related declines in visuospatial working memory correlate with deficits in explicit motor sequence learning. **Journal of Neurophysiology**, v. 102, n. 5, p. 2744-2754, 2009.

BO, J.; JENNETT, S.; SEIDLER, R. D. Differential working memory correlates for implicit sequence performance in young and older adults. **Experimental brain research**, v. 221, n. 4, p. 467-477, 2012.

BO, J.; SEIDLER, R. D. Visuospatial working memory capacity predicts the organization of acquired explicit motor sequences. **Journal of neurophysiology**, v. 101, n. 6, p. 3116-3125, 2009.

BOLLER, B.; MELLAH, S.; DUCHARME-LALIBERTÉ, G.; BELLEVILLE, S. Relationships between years of education, regional grey matter volumes, and working memory-related brain activity in healthy older adults. **Brain imaging and behavior**, v. 11, n. 2, p. 304-317, 2017.

CABEZA, R. Hemispheric asymmetry reduction in older adults: the HAROLD model. **Psychology and aging**, v. 17, n. 1, p. 85, 2002.

CANTARERO, G.; SPAMPINATO, D.; REIS, J.; AJAGBE, L.; THOMPSON, T.; KULKARNI, K.; CELNIK, P. Cerebellar direct current stimulation enhances on-line motor skill acquisition through an effect on accuracy. **Journal of Neuroscience**, v. 35, n. 7, p. 3285-3290, 2015.

CORSI, P. **Memory and the medial temporal region of the brain**. Tese não publicada, McGill University, Montreal, QB, 1972.

DE FIGUEIREDO, V. L.; DO NASCIMENTO, E. Desempenhos nas duas tarefas do subteste dígitos do WISC-III e do WAIS-III. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 23, p. 313-8, 2007.

DE PAULA, J. J.; SCHLOTTFELDT, C. G.; MOREIRA, L.; COTTA, M.; BICALHO, M. A.; ROMANO-SILVA, M. A.; CORRÊA, H.; MORAES, E. N.; MALLOY-DINIZ, L. F. Psychometric properties of a brief neuropsychological protocol for use in geriatric populations. **Archives of Clinical Psychiatry (São Paulo)**, v. 37, n. 6, p. 251-255, 2010.

DIAMOND, A. Executive functions. **Annual review of psychology**, v. 64, p. 135-168, 2013.

DOYON, J.; PENHUNE, V.; UNGERLEIDER, L. G. Distinct contribution of the cortico-striatal and cortico-cerebellar systems to motor skill learning. **Neuropsychologia**, v. 41, n. 3, p. 252-62, 2003.

ESQUENAZI, D.; DA SILVA, S. B.; GUIMARÃES, M. A. Aspectos fisiopatológicos do envelhecimento humano e quedas em idosos. **Revista Hospital Universitário Pedro Ernesto**, v. 13, n. 2, 2014.

FECHINE, B. R. A.; TROMPIERI, N. Memória e envelhecimento: a relação existente entre a memória do idoso e os fatores sócio-demográficos e a prática de atividade física. **InterSciencePlace**, v. 1, n. 19, 2015.

FITTS, P. M.; POSNER, M. I. **Human performance**. 1967.

FREITAS, E. V. D.; PY, L.; NÉRI, A.; CANÇADO, F.; GORZONI, M.; ROCHA, S. **Tratado de geriatria e gerontologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.

GIUMMARRA, M. J.; GIBSON, S. J.; GEORGIU-KARISTIANIS, N.; BRADSHAW, J. L. Mechanisms underlying embodiment, disembodiment and loss of embodiment. **Neuroscience & Biobehavioral Reviews**, v. 32, n. 1, p. 143-160, 2008.

GLENCROSS, D.; WHITING, H.; ABERNETHY, B. Motor control, motor learning and the acquisition of skill: historical trends and future directions. **International Journal of Sport Psychology**, v. 25, n. 1, p. 32-52, 1994.

GOODPASTER, B. H.; PARK, S. W.; HARRIS, T. B.; KRITCHEVSKY, S. B.; NEVITT, M.; SCHWARTZ, A. V.; SIMONSICK, E. M.; TYLAVSKY, F. A.; VISSER, M.; NEWMAN, A. B. The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 61, n. 10, p. 1059-1064, 2006.

HARADA, T.; MIYAI, I.; SUZUKI, M.; KUBOTA, K. Gait capacity affects cortical activation patterns related to speed control in the elderly. **Experimental brain research**, v. 193, n. 3, p. 445-454, 2009.

HEINZEL, S.; LORENZ, R. C.; DUONG, Q.-L.; RAPP, M. A.; DESERNO, L. Prefrontal-parietal effective connectivity during working memory in older adults. **Neurobiology of aging**, v. 57, p. 18-27, 2017.

HEUNINCKX, S.; WENDEROTH, N.; DEBAERE, F.; PEETERS, R.; SWINNEN, S. P. Neural basis of aging: the penetration of cognition into action control. **Journal of Neuroscience**, v. 25, n. 29, p. 6787-6796, 2005.

KANTAK, S. S.; MUMMIDISSETTY, C. K.; STINEAR, J. W. Primary motor and premotor cortex in implicit sequence learning—evidence for competition between implicit and explicit human motor memory systems. **European Journal of Neuroscience**, v. 36, n. 5, p. 2710-2715, 2012.

KESSELS, R. P.; VAN ZANDVOORT, M. J.; POSTMA, A.; KAPPELLE, L. J.; DE HAAN, E. H. The Corsi block-tapping task: standardization and normative data. **Applied neuropsychology**, v. 7, n. 4, p. 252-258, 2000.

KRAKAUER, J. W.; SHADMEHR, R. Consolidation of motor memory. **Trends in neurosciences**, v. 29, n. 1, p. 58-64, 2006.

LAGE, G.; ALVES, M.; OLIVEIRA, F.; PALHARES, L.; UGRINOWITSCH, H.; BENDA, R. The combination of practice schedules: effects on relative and absolute dimensions of the task. **Journal of Human Movement Studies**, v. 52, p. 021-035, 2007.

LAGE, G. M.; APOLINÁRIO-SOUZA, T.; ALBUQUERQUE, M. R.; PORTES, L. L.; JANUÁRIO, M. D. S.; VIEIRA, M. M.; UGRINOWITSCH, H. The effect of constant practice in transfer tests. **Motriz: Revista de Educação Física**, v. 23, n. 1, p. 22-32, 2017.

LAI, Q.; SHEA, C. H. Generalized motor program (GMP) learning: Effects of reduced frequency of knowledge of results and practice variability. **Journal of motor behavior**, v. 30, n. 1, p. 51-59, 1998.

LEITE, C. M.; UGRINOWITSCH, H.; CARVALHO, M. F. S.; BENDA, R. N. Distribution of practice effects on older and younger adults' motor-skill learning ability. **Human Movement**, v. 14, n. 1, p. 20-26, 2013.

LELIS-TORRES, N.; UGRINOWITSCH, H.; APOLINÁRIO-SOUZA, T.; BENDA, R. N.; LAGE, G. M. Task engagement and mental workload involved in variation and repetition of a motor skill. **Scientific reports**, v. 7, n. 1, p. 14764, 2017.

LIN, C.-H. J.; CHIANG, M.-C.; WU, A. D.; IACOBONI, M.; UDOMPHOLKUL, P.; YAZDANSHENAS, O.; KNOWLTON, B. J. Age related differences in the neural substrates of motor sequence learning after interleaved and repetitive practice. **Neuroimage**, v. 62, n. 3, p. 2007-2020, 2012.

MAGILL, R. A. **Aprendizagem e controle motor: conceitos e aplicações**. 8. ed. São Paulo: Phorte, 2011.

MALLOY-DINIZ, L. F.; FUENTES, D.; COSENZA, R. M. **Neuropsicologia do Envelhecimento: uma abordagem multidimensional**. Artmed Editora, 2013.

MEISSNER, S. N.; KEITEL, A.; SÜDMEYER, M.; POLLOK, B. Implicit motor sequence learning and working memory performance changes across the adult life span. **Frontiers in aging neuroscience**, v. 8, p. 89, 2016.

MINAMOTO, T.; TSUBOMI, H.; OSAKA, N. Neural mechanisms of individual differences in working memory capacity: observations from functional neuroimaging studies. **Current Directions in Psychological Science**, v. 26, n. 4, p. 335-345, 2017.

NORRIS, D. Short-term memory and long-term memory are still different. **Psychological bulletin**, v. 143, n. 9, p. 992, 2017.

OLDFIELD, R. C. The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. **Neuropsychologia**, v. 9, n. 1, p. 97-113, 1971.

PEIXOTO, J. G.; DIAS, J. M. D.; DIAS, R. C.; DA FONSECA, S. T.; TEIXEIRA-SALMELA, L. F. Relationships between measures of muscular performance, proprioceptive acuity, and aging in elderly women with knee osteoarthritis. **Archives of gerontology and geriatrics**, v. 53, n. 2, p. e253-e257, 2011.

RAZ, N.; LINDENBERGER, U.; RODRIGUE, K. M.; KENNEDY, K. M.; HEAD, D.; WILLIAMSON, A.; DAHLE, C.; GERSTORF, D.; ACKER, J. D. Regional brain changes in aging healthy adults: general trends, individual differences and modifiers. **Cerebral cortex**, v. 15, n. 11, p. 1676-1689, 2005.

REUTER-LORENZ, P. A.; JONIDES, J.; SMITH, E. E.; HARTLEY, A.; MILLER, A.; MARSHUETZ, C.; KOEPPE, R. A. Age differences in the frontal lateralization of verbal and spatial working memory revealed by PET. **Journal of cognitive neuroscience**, v. 12, n. 1, p. 174-187, 2000.

ROCHA, V. T. M.; SOARES, T. D. M.; LEOPOLDINO, A. A. O.; QUEIROZ, B. Z. D.; ROSA, N. M. D. B.; LUSTOSA, L. P.; DIAS, R. C.; PEREIRA, L. S. M. Adaptação transcultural e confiabilidade do Active Australia Questionnaire para idosos. **Revista brasileira de medicina do esporte**, v. 23, n. 1, p. 46-49, 2017.

SALTHOUSE, T. A. The processing-speed theory of adult age differences in cognition. **Psychological review**, v. 103, n. 3, p. 403, 1996.

\_\_\_\_\_. Aging and measures of processing speed. **Biological psychology**, v. 54, n. 1-3, p. 35-54, 2000.

SCHULZE, E. T.; GEARY, E. K.; SUSMARAS, T. M.; PALIGA, J. T.; MAKI, P. M.; LITTLE, D. M. Anatomical correlates of age-related working memory declines. **Journal of aging research**, 2011.

SCHWEIGHOFER, N.; LEE, J.-Y.; GOH, H.-T.; CHOI, Y.; KIM, S. S.; STEWART, J. C.; LEWTHWAITE, R.; WINSTEIN, C. J. Mechanisms of the contextual interference effect in individuals poststroke. **Journal of neurophysiology**, v. 106, n. 5, p. 2632-2641, 2011.

SEIDLER, R. D. Differential effects of age on sequence learning and sensorimotor adaptation. **Brain research bulletin**, v. 70, n. 4-6, p. 337-46, 2006.

SEIDLER, R. D.; BO, J.; ANGUERA, J. A. Neurocognitive contributions to motor skill learning: the role of working memory. **Journal of motor behavior**, v. 44, n. 6, p. 445-453, 2012.

SMITH, M. A.; GHAZIZADEH, A.; SHADMEHR, R. Interacting adaptive processes with different timescales underlie short-term motor learning. **PLoS biology**, v. 4, n. 6, p. e179, 2006.

SPIRDUSO, W. W.; CHOI, J. Age and practice effects on force control of the thumb and index fingers in precision pinching and bilateral coordination. *In: Sensorimotor impairment in the elderly*: Springer, 1993. p.393-412.

SQUIRE, L. R.; KNOWLTON, B. J. **Memory, hippocampus, and brain systems**. 1995.

STRAUSS, E.; SHERMAN, E. M.; SPREEN, O. **A compendium of neuropsychological tests: administration, norms, and commentary**. American Chemical Society, 2006.

TEIXEIRA, L. A. Declínio de desempenho motor no envelhecimento é específico à tarefa. **Rev Bras Med Esporte**, v. 12, n. 6, p. 351-5, 2006.

TREMBLAY, M. È.; ZETTEL, M. L.; ISON, J. R.; ALLEN, P. D.; MAJEWSKA, A. K. Effects of aging and sensory loss on glial cells in mouse visual and auditory cortices. **Glia**, v. 60, n. 4, p. 541-558, 2012.

TREWARTHA, K. M.; GARCIA, A.; WOLPERT, D. M.; FLANAGAN, J. R. Fast but fleeting: adaptive motor learning processes associated with aging and cognitive decline. **Journal of neuroscience**, v. 34, n. 40, p. 13411-13421, 2014.

VOELCKER-REHAGE, C. Motor-skill learning in older adults—a review of studies on age-related differences. **European Review of Aging and Physical Activity**, v. 5, n. 1, p. 5, 2008.

## APÊNDICE I

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

<p><b>Título do Estudo:</b> EFEITO DO NÍVEL DE MEMÓRIA DE TRABALHO NA APRENDIZAGEM MOTORA EM IDOSOS</p>
---

**Coordenador:** Prof. Guilherme Menezes Lage\_ Departamento de Educação Física da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG.

Gostaríamos de convidá-lo a participar de nosso estudo que tem como objetivo verificar o efeito do nível de memória de trabalho na aprendizagem motora em idosos.

**Procedimentos:** A coleta de dados será realizada no Grupo de Estudo em Desenvolvimento e Aprendizagem motora (GEDAM) da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional (EEFFTO). O estudo será realizado em 2 dias. No primeiro dia será aplicado um questionário para avaliar a função mental, e em seguida a prática da tarefa de movimento. Na tarefa de movimento você deverá apertar quatro teclas em tempos pré-determinados. No segundo dia, 24 horas após o primeiro dia, serão realizados dois testes para avaliar se você aprendeu a tarefa de movimento (teste de retenção e transferência da habilidade) e dois testes para avaliar a sua capacidade de memória de trabalho. O primeiro teste de memória de trabalho será feito para avaliar seu nível de memória visual e de localização (visuoespacial) através do Blocos de Corsi. O instrumento consiste em um tabuleiro de madeira e sobre ele há nove cubos. O pesquisador tocará nos cubos em uma ordem pré-determinada e você deve tocar na mesma ordem em seguida. O segundo teste de memória de trabalho avaliará seu nível de memória verbal. O experimentador falará números pré-determinados de 1 a 9 e você deve repetir na mesma ordem em seguida. Os horários para sua participação serão estabelecidos de acordo com a sua disponibilidade, sendo esses concomitantes aos dias de aulas na instituição. O tempo previsto para a realização das atividades do primeiro dia é de aproximadamente uma hora e do segundo dia cerca de 40 minutos.

**Riscos e desconfortos:** A sua participação no estudo oferece riscos mínimos à sua saúde. Há mínimo risco de algum desconforto muscular com a execução da tarefa motora, tendo em vista que elas são similares a várias atividades manuais (ex., escrever e digitar) que você realiza diariamente.

**Confidencialidade:** Para garantir a confidencialidade da informação obtida, sua identidade não será divulgada durante a publicação dos dados, podendo retirar-se da pesquisa a qualquer momento sem justificativa e os dados que forem coletados serão utilizados somente para fins da pesquisa. Os resultados gerais da pesquisa serão divulgados por meio de palestra aos participantes do grupo de atividade física em dia a ser agendado com a coordenação do Programa Envelhecimento Ativo.

**Benefícios esperados:** Não há benefício direto para você. Porém, os benefícios indiretos serão decorrentes da melhor compreensão do efeito do nível de memória de trabalho na aprendizagem motora em idosos. Dessa forma, os resultados desse estudo irão contribuir para o avanço do conhecimento na área de Educação Física, Fisioterapia, terapia Ocupacional e Comportamento Motor, assim como para a prática do profissional que atua com o treinamento e a reabilitação de habilidades motoras.

**Recusa ou desistência da participação:** Sua participação é inteiramente voluntária e você está livre para se recusar a participar ou desistir do estudo em qualquer momento sem que isso possa lhe acarretar qualquer prejuízo.

**Gastos:** Você não terá nenhum gasto adicional, os dias e horários de sua participação na pesquisa serão estabelecidos de acordo com a sua disponibilidade, sendo esses concomitantes aos dias de aulas na instituição, sem que haja nenhum gasto adicional com deslocamento.

Você pode solicitar mais informações ao longo do estudo, tirar dúvidas e maiores esclarecimentos da pesquisa com o pesquisador responsável pelo projeto (Guilherme Menezes Lage), por meio do telefone (31) 98884-0411 ou endereço eletrônico [menezeslage@gmail.com](mailto:menezeslage@gmail.com). Após a leitura completa deste documento, caso concorde em participar do estudo, você deverá assinar em duas vias o termo de consentimento e rubricar todas as folhas. Uma das vias ficará com você e a outra com o pesquisador. Você poderá obter qualquer informação deste estudo com o pesquisador ou se tiver dúvidas sobre questões éticas, pode consultar o Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Informações para contato com o COEP/UFMG abaixo.

#### **TERMO DE CONSENTIMENTO**

Eu li e entendi toda a informação acima. Todas as minhas dúvidas foram satisfatoriamente respondidas e eu concordo em ser um voluntário do estudo.

---

Assinatura do Voluntário

---

Data

---

Guilherme Menezes Lage

---

Data

#### **COEP – Comitê de Ética em Pesquisa/UFMG**

Av. Pres. Antônio Carlos, 6627 – Unidade Administrativa II – 2º. Andar – Sala 2005 – Cep 31270-901- Belo Horizonte – MG / Telefax: (31) 3409-4592

Email: [coep@prpq.ufmg.br](mailto:coep@prpq.ufmg.br).

## APÊNDICE II

## CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA E DIVISÃO DOS GRUPOS

G20+MTVi						G20+MTVe					
Nº	MTVi	Sexo	Idade	Anos de estudo	Mini-Mental	Nº	MTVe	Sexo	Idade	Anos de estudo	Mini-Mental
41*	63	F	65	15	27	44	126	F	67	11	29
25*	60	M	70	21	28	56*	104	F	72	16	28
2	54	M	74	11	27	35	88	F	65	15	28
11	54	F	67	13	29	49	88	F	74	15	26
13*	54	F	66	13	28	30	84	F	69	15	28
21	54	F	65	15	29	41*	84	F	65	15	27
9	48	F	65	16	29	55	84	F	71	11	25
19*	48	M	72	11	29	10	77	F	67	8	27
30	48	F	69	15	28	25*	77	M	70	21	28
43*	48	F	65	11	25	33*	77	M	70	17	29
50	48	F	65	11	30	34	77	F	67	11	28
53	48	M	74	15	28	52*	77	F	69	12	26
33*	42	M	70	17	29	12	70	M	68	11	24
47*	42	F	70	15	30	13*	70	F	66	13	28
57	42	F	68	16	27	14*	70	F	69	17	28
14*	40	F	69	17	28	16	70	F	67	15	27
15	40	F	70	11	29	19*	70	M	72	11	29
28	40	F	73	5	29	47*	70	F	70	15	30
56*	40	F	72	16	28	4	60	F	66	11	23
52*	40	F	69	12	26	43*	60	F	65	11	25

\* = indivíduos que fizeram parte dos grupos G20+MTVi e G20+MTVe.

Segundo tercil						Segundo tercil					
Nº	MTVi	Sexo	Idade	Anos de estudo	Mini-Mental	Nº	MTVe	Sexo	Idade	Anos de estudo	Mini-Mental
29	40	M	71	11	29	15	60	F	70	11	29
58	40	M	68	11	29	26	60	F	69	11	30
59*	40	M	73	15	27	42*	60	F	68	15	27
4	35	F	66	11	23	11	60	F	67	13	29
7	35	F	70	11	29	57	60	F	68	16	27
8	35	F	66	11	26	5	54	F	66	11	27
24	35	F	68	15	28	6	54	M	70	17	28
27*	35	F	67	11	25	9	54	F	65	16	29
31	35	F	79	11	28	18	54	M	69	11	29
32*	35	F	65	14	28	21	54	F	65	15	29
34	35	F	67	11	28	27*	54	F	67	11	25
35	35	F	65	15	28	32*	54	F	65	14	28
42*	35	F	68	15	27	36*	54	M	67	14	29
44	35	F	67	11	29	37	54	F	75	2	24
49	35	F	74	15	26	38	54	F	76	11	24
51	35	F	77	11	25	48	54	F	72	3	19
54	35	F	65	5	26	50	54	F	65	11	30
60	35	F	65	15	29	53	48	M	74	15	28
36*	35	M	67	14	29	59*	48	M	73	15	27
12	35	M	68	11	24	2	48	M	74	11	27

\* = indivíduos que fizeram parte do segundo tercil na divisão dos grupos tanto para a MTVi quanto para a MTVe.

G20-MTVi						G20-MTVe					
Nº	MTVi	Sexo	Idade	Anos de estudo	Mini-Mental	Nº	MTVe	Sexo	Idade	Anos de estudo	Mini-Mental
18	35	M	69	11	29	45*	48	F	67	14	28
6	35	M	70	17	28	31	48	F	79	11	28
3*	30	F	65	11	29	54	48	F	65	5	26
39*	30	F	66	11	28	39*	48	F	66	11	28
17*	25	F	70	5	24	60	48	F	65	15	29
1*	24	M	77	11	27	28	42	F	73	5	29
10	24	F	67	8	27	29	42	M	71	11	29
16	24	F	67	15	27	1*	40	M	77	11	27
26	24	F	69	11	30	3*	40	F	65	11	29
38	24	F	76	11	24	7	40	F	70	11	29
40*	24	F	67	11	28	23*	40	F	69	11	29
45*	24	F	67	14	28	24	40	F	68	15	28
55	24	F	71	11	25	58	40	M	68	11	29
5	20	F	66	11	27	8	35	F	66	11	26
22*	20	F	68	15	28	20*	35	M	67	10	26
23*	20	F	69	11	29	51	35	F	77	11	25
46*	20	F	73	15	28	46*	30	F	73	15	28
48	16	F	72	3	19	40*	28	F	67	11	28
37	12	F	75	2	24	17*	24	F	70	5	24
20*	9	M	67	10	26	22*	20	F	68	15	28

\* = indivíduos que fizeram parte dos grupos G20-MTVi e G20-MTVe.

## ANEXO I

## INVENTÁRIO DE DOMINÂNCIA LATERAL DE EDIMBURGO (OLDFIELD, 1971)

Nome: \_\_\_\_\_ Nº: \_\_\_\_\_

Por favor, indique sua preferência no uso das mãos nas seguintes atividades pela colocação do sinal + na coluna apropriada. Onde a preferência é tão forte que você nunca usaria a outra mão a menos que fosse forçado a usá-la, coloque ++. Se em algum caso a mão utilizada é realmente indiferente, coloque + em ambas as colunas.

Algumas das atividades requerem ambas as mãos. Nestes casos a parte da tarefa, ou objeto, para qual preferência manual é desejada é indicada entre parênteses.

Por favor, tente responder a todas as questões, e somente deixe em branco se você não tiver qualquer experiência com o objeto ou tarefa.

		<b>Esquerda</b>	<b>Direita</b>
<b>1</b>	Escrever		
<b>2</b>	Desenhar		
<b>3</b>	Arremessar		
<b>4</b>	Uso de tesouras		
<b>5</b>	Escovar os dentes		
<b>6</b>	Uso de faca (sem garfo)		
<b>7</b>	Uso de colher		
<b>8</b>	Uso de vassoura (mão superior)		
<b>9</b>	Acender um fósforo (mão do fósforo)		
<b>10</b>	Abrir uma caixa (mão da tampa)		

## ANEXO II

## QUESTIONÁRIO DE ATIVIDADE FÍSICA

1. NA ÚLTIMA SEMANA, quantas vezes você caminhou sem parar, por pelo menos 10 minutos, como diversão, exercício ou para ir ou voltar de algum lugar?

1<sup>a</sup>                       
Dias por semana

1b.                       
Horas

1c.                       
Minutos

2) NA ÚLTIMA SEMANA, quantas vezes você fez alguma atividade vigorosa como jardinagem ou algum outro trabalho pesado no seu quintal que tenha feito você respirar mais forte ou ficar ofegante?

2a.                       
Dias por semana

2b.                       
Horas

2c.                       
Minutos

3) NA ÚLTIMA SEMANA, quantas vezes você fez atividades físicas vigorosas que tenham feito você respirar mais forte ou ofegante? (exe.: corrida, ginástica, futebol, subir ou descer escadas ou ladeiras)

1<sup>a</sup>                       
Dias por semana

1b.                       
Horas

1c.                       
Minutos

4) NA ÚLTIMA SEMANA, quantas vezes você fez atividades físicas moderadas que você ainda não falou? (ex: dança de salão, hidroginástica, limpeza de garagem ou calçada, cuidar de crianças ou idosos e atividades religiosas de pé).

2a.                       
Dias por semana

2b.                       
Horas

2c.                       
Minutos

Pontuação total = \_\_\_\_\_ min/sem (questão 2 NÃO deverá ser SOMADA no tempo total)

\_\_\_\_\_ *SEDENTÁRIO* \_\_\_\_\_ *INSUFICIENTEMENTE ATIVO*

\_\_\_\_\_ *SUFICIENTEMENTE ATIVO*

\*Obs: TEMPO = 0 min. Sedentário / 1 - 150 min. = insuficientemente ativo / >150min  
suficientemente ativo

## ANEXO III

### APROVAÇÃO DO PROJETO NO COEP

Saúde  
Ministério da Saúde

Plataforma  
Brasil

principal sair

Público Pesquisador Alterar Meus Dados

PAULA CAROLINA LEITE WALKER - Pesquisador | V3.2

Cadastros Sua sessão expira em: 30min 05

#### DETALHAR PROJETO DE PESQUISA

##### - DADOS DA VERSÃO DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Efeito do nível de memória de trabalho na aprendizagem motora em idosos.  
**Pesquisador Responsável:** Guilherme Menezes Lage  
**Área Temática:**  
**Versão:** 2  
**CAAE:** 02503818.7.0000.5149  
**Submetido em:** 19/12/2018  
**Instituição Proponente:** Escola de Educação Física da Universidade Federal de Minas Gerais  
**Situação da Versão do Projeto:** Aprovado  
**Localização atual da Versão do Projeto:** Pesquisador Responsável  
**Patrocinador Principal:** Universidade Federal de Uberlândia/ UFU/ MG



Comprovante de Recepção:  PB\_COMPROVANTE\_RECEPCAO\_1244050

## ANEXO IV

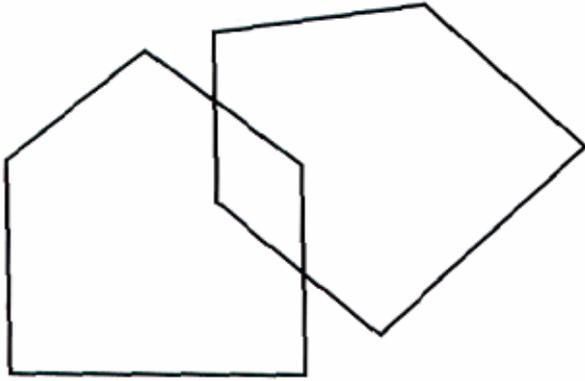
## MINI-EXAME DO ESTADO MENTAL

Agora gostaria de lhe fazer algumas perguntas que lhe fará buscar racionar e buscar as respostas em sua memória.

Variável	Pontos	Pontuação
<b>ORIENTAÇÃO</b>		
Dia do Mês	1	1 ponto para cada resposta certa; Considere correta até 1h a mais ou a menos em relação à hora real.
Mês	1	
Ano	1	
Dia da Semana	1	
Hora aproximada	1	
Local específico, quarto, sala, cozinha	1	
Local genérico, casa, universidade	1	
Bairro, rua	1	
Cidade	1	
Estado	1	
<b>MEMÓRIA IMEDIATA</b>		
Carro, vaso e tijolo	3	1 ponto para cada palavra repetida na primeira tentativa; Repita até as 3 palavras serem entendidas ou no máximo 5 vezes.
<b>ATENÇÃO E CÁLCULO</b>		
100-7 SUCESSIVOS = 93; 86; 79; 72; 65	5	1 ponto para cada resposta certa.
<b>EVOCAÇÃO</b>		
Recordar as três palavras ditas anteriormente	3	1 ponto para cada uma das três palavras evocadas.
<b>LINGUAGEM</b>		
Nomear um relógio e uma caneta	2	1 ponto para cada resposta certa.
Repetir: <b>Nem aqui, nem ali, nem lá.</b>	1	
Comando: 'Pegue este papel com a sua mão direita, dobre-a ao meio e coloque-a no chão'.	3	1 ponto para cada etapa correta.
Ler e obedecer: ' <b>Feche os olhos</b> '.	1	
Escrever uma frase	1	1 ponto se compreensível.
Copiar um desenho	1	1 ponto se 5 ângulos em cada figura com 2 ângulos sobrepostos.
<b>Total:</b>	30	Ponto sobre corte para <i>défict cognitivo</i> <19 pontos (sem escolaridade) <23 pontos (com escolaridade)

Frase: \_\_\_\_\_

Desenho:



## ANEXO V

## CUBOS DE CORSI E SPAN DE DÍGITOS

## CUBOS DE CORSI

Sequência:

8-5	3-9-2-4-8-7
6-4	3-7-8-2-9-4
4-7-2	5-9-1-7-4-2-8
8-1-5	5-7-9-2-8-4-6
3-4-1-7	5-8-1-9-2-6-4-7
6-1-5-8	5-9-3-6-7-2-4-3
5-2-1-8-6	5-3-8-7-1-2-4-6-9
4-2-7-3-1	4-2-6-8-1-7-9-3-5

Tamanho da sequência: \_\_\_\_.

Quantidade de elementos: \_\_\_\_.

## SPAN DE DÍGITOS

Sequência:

2-5	6-1-9-4-7-3
7-1	3-9-2-4-8-7
3-1-6	5-9-1-7-4-2-3
6-1-4	4-1-7-9-3-8-6
4-7-9-2	5-8-1-9-2-6-4-7
6-4-3-9	3-8-2-9-5-1-7-5
4-2-7-3-1	5-3-8-7-1-2-4-6-9
7-5-8-3-6	4-2-6-8-1-7-9-3-5

Tamanho da sequência: \_\_\_\_.

Quantidade de elementos: \_\_\_\_.