



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE DESPORTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

Vandrize Meneghini

Treinamento baseado em *exergames* e treinamento contra resistência: efeitos nas funções
cognitiva e motora de adultos mais velhos

Florianópolis
2020

Vandrize Meneghini

Treinamento baseado em *exergames* e treinamento contra resistência: efeitos nas funções cognitiva e motora de adultos mais velhos

Dissertação/Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Doutorado em Educação Física.

Orientador: Profa. Aline Rodrigues Barbosa, Dra.

Florianópolis

2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Meneghini, Vandrize

Treinamento baseado em exergames e treinamento contra
resistência: : efeitos nas funções cognitiva e motora de
adultos mais velhos / Vandrize Meneghini ; orientadora,
Aline Rodrigues Barbosa, 2020.

131 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro de Desportos, Programa de Pós-Graduação em
Educação Física, Florianópolis, 2020.

Inclui referências.

1. Educação Física. 2. Atividade Motora. 3. Latência de
Resposta. 4. Equilíbrio Postural. 5. Terapia de Exposição à
Realidade Virtual. I. Rodrigues Barbosa, Aline. II.
Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós
Graduação em Educação Física. III. Título.

Vandrize Meneghini

Treinamento baseado em *exergames* e treinamento contra resistência: efeitos nas funções cognitiva e motora de adultos mais velhos

O presente trabalho em nível de doutorado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Juan Pedro Fuentes García, Dr.
Universidad de Extremadura

Prof. Adilson André Martins Monte, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Fernando Diefenthaler, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de doutor em Educação Física.

Coordenação do Programa de Pós-Graduação

Profª. Aline Rodrigues Barbosa, Dra.
Orientadora

Florianópolis, 2020.

Este trabalho é dedicado aos meus queridos pais e avós.

AGRADECIMENTOS

Meus sinceros agradecimentos:

À toda minha família, especialmente meus pais, irmãos e marido, vocês são a base e o suporte pra tudo o que eu faço. Agradeço à vocês pela compreensão nos momentos de ausência e pela alegria dos momentos compartilhados.

À minha orientadora Profa. Dra. Aline Rodrigues Barbosa, que me acompanha desde a graduação. Ela me ensinou, incentivou e apoiou em todas as etapas do doutorado. Mostrou os caminhos e permitiu que eu fizesse minhas escolhas. Palavras não são suficientes para expressar toda minha gratidão. Muito obrigada pela amizade e confiança.

Aos membros titulares e suplentes da banca, Juan Pedro Fuentes García, Adilson André Martins Monte, Fernando Diefenthaler, pela disponibilidade e atenção e em ler o trabalho, bem como, pelas contribuições na qualificação. À Profa. Dra. Angélica Castilho Alonso pelas contribuições durante a banca de qualificação.

Aos professores e professoras que tive ao longo da graduação, mestrado e doutorado, agradeço pelo conhecimento compartilhado, pelas oportunidades e pelo exemplo profissional. Levarei os ensinamentos por toda vida e espero poder retribuir, sendo para meus alunos, o que vocês são para mim. Em especial, ao Prof. Dr. Adriano Borgatto, sempre atencioso, agradeço por todo o auxílio durante o planejamento e análise dos dados do projeto.

Aos colegas e amigos, orientandos da Profa. Aline, em especial àqueles que estiveram mais presentes nos últimos anos: Eduardo, Karyne e Roselaine. Obrigada pela parceria, amizade e por compartilhar o melhor de cada um. Ao Camilo, agradeço o auxílio durante o desenvolvimento deste projeto, por compartilhar suas experiências e conhecimentos, pelo companheirismo e amizade, principalmente nos momentos mais difíceis.

Aos colegas de doutorado, mestrado e alunos de graduação que convivi durante esse período, agradeço imensamente àqueles com quem compartilhei disciplinas, e aqueles que auxiliaram no desenvolvimento do projeto.

Aos membros do NuCiDH e do BIOMECC por terem me recebido nos laboratórios. Ao Raphael Sakugawa pelo auxílio com a análise de dados da plataforma de força.

To Sylvain Gagnon, thank you so much for your support while I was at the University of Ottawa. I appreciate your attention, help and the opportunity to spend some time in Canada and learn so much. In addition, I would like to thank Yura, Lyse, Cecil and Amy for their support and care.

À todas as pessoas que participaram como voluntárias no programa de intervenção e no estudo piloto, sem vocês este trabalho não seria realizado. Agradeço também a cada um dos participantes do Projeto de Extensão: Musculação para Pessoas com Parkinson.

À Universidade Federal de Santa Catarina, ao Centro de Desportos e ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física, meu reconhecimento aos professores e servidores técnico-administrativos, agradeço pelas oportunidades de crescimento e desenvolvimento pessoal e profissional. Agradeço à CAPES pelos 4 anos de bolsa de estudos de doutorado e pelos 6 meses de apoio financeiro durante o doutorado-sanduíche.

À todos que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a minha formação e a realização deste trabalho, MUITO OBRIGADA!

RESUMO

A prática de exercícios físicos está relacionada a diversos benefícios para a saúde de adultos e idosos. Entretanto, os efeitos de intervenções por meio do treinamento contra resistência (TCR) e do treinamento baseado em exergames (EXE) nas funções cognitivas e motoras ainda não são consistentes. O objetivo deste trabalho foi analisar os efeitos do EXE e do TCR na velocidade de processamento de informações e no equilíbrio de adultos mais velhos. Trata-se de um ensaio clínico randomizado com dois grupos de intervenção. Pessoas com 50 anos ou mais, de ambos os sexos, foram incluídas no estudo. As sessões tiveram duração de 50-60 minutos, três vezes por semana em dias alternados e duração total de 13 semanas. Para o programa com *exergames* foram utilizados jogos que simulam atividades esportivas (*Kinect Sports Ultimate Collection*) e de aventura (*Kinect Adventures*), por meio do Xbox 360 Kinect™. O TCR consistiu na realização de 10 exercícios, com cargas individualizadas para a execução de 3-4 séries de 8 a 17 repetições. A velocidade de processamento de informações foi verificada por meio de testes de tempo de reação em tarefa simples (teste *finger-press*), tarefa complexa (teste de Stroop modificado em tarefa congruente, incongruente e sob pressão) e variabilidade intraindividual do tempo de reação. O equilíbrio estático foi verificado por meio da oscilação postural em três testes (apoio nos dois pés com os olhos abertos; com os olhos fechados e apoio em um pé) e o equilíbrio funcional, por meio do teste *8-foot timed up and go* (8-TUG). O tempo de resposta no teste da passada consistiu na verificação do intervalo de tempo entre um estímulo visual e o início da marcha. Foi adotada a análise por intenção de tratar e o efeito dos programas de exercício físico foram verificados por meio da análise de variância (ANOVA) por modelo misto para cada desfecho. Trinta e seis pessoas participaram do estudo ($61,9 \pm 7,1$ anos; 23 mulheres), sendo 17 no grupo exergame e 19 no TCR. Não foram observados efeitos de grupo (EXE vs. TCR) nem de interação (grupo*tempo). Nas comparações dos resultados pré e pós-intervenção, foram observados efeitos positivos dos EXE nos testes de tempo de reação de tarefa complexa congruente ($F_{1,18}$: 4,86; $p=0,04$; $\bar{x}=1854 \pm 732$ vs. $\bar{x}=1530 \pm 521$ ms) e no 8-TUG ($F_{1,15}$: 4,49; $p=0,05$; $\bar{x}=5,02 \pm 0,82$ vs. $\bar{x}=4,54 \pm 1,06$ seg), sendo que, em ambos os testes, os participantes melhoraram a performance após as 13 semanas de treinamento. Os resultados mostraram que o grupo EXE não foi superior ao TCR em nenhum dos testes realizados. No entanto, o treinamento baseado em exergame parece resultar em benefícios na velocidade de processamento de informações e no equilíbrio funcional de adultos mais velhos.

Palavras-chave: Atividade Motora. Latência de Resposta. Equilíbrio Postural. Terapia de Exposição à Realidade Virtual.

ABSTRACT

The practice of physical exercises is related to several health benefits for adults and older people. However, the effects of interventions through resistance training (RT) and exergame-based training (EXE) on cognitive and motor functions are not consistent. The aim of this study was to analyze the effects of EXE and RT on the speed of information processing and the balance of older adults. This is a randomized clinical trial with two intervention groups. People aged 50 years or older, of both sexes, were included in the study. The sessions lasted 50-60 minutes, three times a week on alternate days and a total duration of 13 weeks. Games that simulate sports (Kinect Sports Ultimate Collection) and adventure (Kinect Adventures) activities were used for the program with exergames, through the Xbox 360 Kinect. The RT program consisted of 10 exercises, with individualized loads to perform 3-4 sets of 8 to 17 repetitions. The information processing speed was verified through reaction time tests in a simple task (finger-press test), complex task (Stroop test modified in congruent, incongruent and under pressure) and intra-individual variability of reaction time. Static balance was verified through postural oscillation in three tests (support on both feet with eyes open; with eyes closed and support on one foot) and functional balance, using the 8-foot timed up and go test (8-TUG). The response time in the stepping test consisted of checking the time interval between a visual stimulus and the beginning of the gait. The intention-to-treat analysis was adopted and the effect of the physical exercise programs was verified through analysis of variance (ANOVA) by mixed model for each outcome. Thirty-six people participated in the study (61.9 ± 7.1 years; 23 women), 17 in the EXE group and 19 in the RT. There were no interaction effects (group*time), nor between groups ($p > 0.05$). The comparison within-group (pre vs. post-intervention) showed positive effects of EXE on reaction time test in a complex congruent task ($F_{1,18} = 4.86$; $p = 0.04$; 1854 ± 732 vs. 1530 ± 521 ms) and on the 8-TUG ($F_{1,15} = 4.49$; $p = 0.05$; 5.02 ± 0.82 vs. 4.54 ± 1.06 sec), where participants improved their performance. The results showed that the EXE group was not superior to the TCR in any of the tests performed. However, exergame-based training appears to result in benefits on the speed of information processing and the functional balance in older adults.

Keywords: Motor Activity. Reaction Time. Postural Balance. Virtual Reality Exposure Therapy.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 – Estimativa da população com 60 anos e mais no Brasil..... | 22 |
| Figura 2 – Tela inicial do teste da sinaleira..... | 51 |
| Figura 3 – Teste de Stroop modificado..... | 52 |
| Figura 4 – Representação gráfica da tarefa de passada e identificação dos pontos de análise..... | 56 |
| Figura 5 – Fluxograma dos participantes..... | 61 |
| Figura 6 – Valores médios e desvios padrão dos desfechos em função cognitiva, para os grupos de exercício baseado em exergame (EXE) e treinamento contra resistência (TCR). O asterisco (*) representa tamanho de efeito estatisticamente significativo ($d > 0,5$)..... | 65 |
| Figura 7 – Valores médios e desvios padrão para o equilíbrio funcional (teste 8-foot timed up and go: 8-TUG) para os grupos de exercício baseado em exergame (EXE) e treinamento contra resistência (TCR)..... | 67 |
| Figura 8 – Valores médios e desvios padrão dos testes de equilíbrio estático com olhos abertos (OA) para os grupos de exercício baseado em exergame (EXE) e treinamento contra resistência (TCR)..... | 68 |
| Figura 9 – Valores médios e desvios padrão dos testes de equilíbrio estático com olhos fechados (OF) para os grupos de exercício baseado em exergame (EXE) e treinamento contra resistência (TCR)..... | 69 |
| Figura 10 – Valores médios e desvios padrão dos testes de equilíbrio estático com apoio de um pé (UP) para os grupos de exercício baseado em exergame (EXE) e treinamento contra resistência (TCR)..... | 70 |
| Figura 11 – Valores médios e desvios padrão dos tempos no teste de passada para os grupos de exercício baseado em exergame (EXE) e treinamento contra resistência (TCR)..... | 71 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| Quadro 1 – Descrição dos jogos de <i>exergames</i> utilizados..... | 48 |
| Quadro 2 – Desfechos e testes..... | 50 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabela 1 – Caracterização dos participantes..... | 62 |
| Tabela 2 – ANOVA de modelo misto para resultados agrupados relacionados à cognição..... | 63 |
| Tabela 3 – ANOVA de modelo misto para resultados agrupados nas variáveis de equilíbrio..... | 66 |
| Tabela 4 – ANOVA de modelo misto para resultados agrupados relacionados ao tempo de resposta da passada..... | 71 |
| Tabela 5 – ANOVA de modelo misto para dados completos..... | 74 |
| Tabela 6 – Médias e desvio padrão (DP) de <i>completers</i> (n=16), com frequência em pelo menos 75% das sessões (29 sessões), e <i>non-completers</i> (n=20), utilizando os dados estimados das variáveis de cognição..... | 75 |
| Tabela 7 – Médias e desvio padrão (DP) de <i>completers</i> (n=16) e <i>non-completers</i> (n=20), utilizando os dados estimados das variáveis de equilíbrio..... | 76 |
| Tabela 8 – Médias e desvio padrão (DP) de <i>completers</i> (n=16) e <i>non-completers</i> (n=20), utilizando os dados estimados das variáveis do tempo de resposta da passada..... | 77 |
| Tabela 9. Correlação intraclasse (ICC) e intervalo de confiança (95% IC) da única e da média das medidas e alpha de Cronbach dos parâmetros do COP, de acordo com o teste aplicado..... | 122 |
| Tabela 10 – Valores médios, desvio padrão e tamanho de efeito dos desfechos de cognição, para os grupos de exercício baseado em <i>exergame</i> (EXE) e treinamento contra resistência (TCR)..... | 125 |
| Tabela 11 – Valores médios, desvio padrão e tamanho de efeito dos desfechos de equilíbrio, para os grupos de exercício baseado em <i>exergame</i> (EXE) e treinamento contra resistência (TCR)..... | 126 |
| Tabela 12 – Valores médios, desvio padrão e tamanho de efeito dos desfechos do tempo de resposta da passada para os grupos de exercício baseado em <i>exergame</i> (EXE) e treinamento contra resistência (TCR)..... | 128 |
| Tabela 13 – Comparação das características contínuas, na linha de base, entre aqueles que completaram a intervenção (<i>completers</i>) e os desistentes (<i>non-completers</i>)..... | 129 |
| Tabela 14 – Comparação das variáveis categóricas, na linha de base, entre aqueles que completaram a intervenção (<i>completers</i>) e os desistentes (<i>non-completers</i>)..... | 130 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AP anteroposterior

CV Coeficiente de variação

EXE Treinamento baseado em *exergame*

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ML Mediolateral

OA Olhos abertos

OF Olhos fechados

RMS Raiz quadrática média

TCR Treinamento contra resistência

TR Tempo de reação

UFSC Universidade Federal de Santa Catarina

UP Apoio em um pé

VITR Variabilidade intraindividual no tempo de reação

SUMÁRIO

| | | |
|--------------|--------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 17 |
| 1.1 | OBJETIVOS..... | 20 |
| 1.1.1 | Objetivo Geral..... | 20 |
| 1.1.2 | Objetivos Específicos | 20 |
| 1.2 | HIPÓTESES ALTERNATIVAS..... | 21 |
| 2 | REVISÃO DA LITERATURA..... | 22 |
| 2.1 | EXPOSIÇÃO DO TEMA OU MATÉRIA..... | 22 |
| 2.2 | VELOCIDADE DE PROCESSAMENTO DE INFORMAÇÕES E TEMPO DE REAÇÃO | 24 |
| 2.2.1 | Variabilidade intraindividual no tempo de reação..... | 26 |
| 2.3 | TEMPO DE REAÇÃO E ENVELHECIMENTO | 27 |
| 2.4 | COGNIÇÃO E ATIVIDADE FÍSICA | 30 |
| 2.5 | TEMPO DE REAÇÃO E ATIVIDADE FÍSICA..... | 33 |
| 2.6 | EQUILÍBRIO, ENVELHECIMENTO E ATIVIDADE FÍSICA..... | 35 |
| 2.7 | EXERGAMES..... | 39 |
| 2.7.1 | <i>Exergame e tempo de reação.....</i> | 41 |
| 2.7.2 | <i>Exergame e equilíbrio</i> | 43 |
| 3 | MÉTODOS..... | 45 |
| 3.1 | CARACTERÍSTICAS DO ESTUDO | 45 |
| 3.2 | PARTICIPANTES..... | 45 |
| 3.3 | RECRUTAMENTO E DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO | 45 |
| 3.4 | INTERVENÇÕES | 46 |
| 3.4.1 | Exercício físico baseado em <i>exergames</i>..... | 47 |
| 3.4.2 | Treinamento contra resistência (TCR)..... | 49 |
| 3.5 | DESFECHOS | 49 |

| | | |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.6 | COGNIÇÃO | 50 |
| 3.6.1 | Tempo de resposta em tarefa simples | 50 |
| 3.6.2 | Tempo de reação em tarefa complexa | 51 |
| 3.6.3 | Variabilidade intraindividual do tempo de resposta..... | 52 |
| 3.7 | EQUILÍBRIO | 53 |
| 3.7.1 | Equilíbrio estático..... | 53 |
| <i>3.7.1.1</i> | <i>Tratamento dos dados da plataforma de força</i> | <i>53</i> |
| 3.7.2 | Equilíbrio funcional..... | 55 |
| 3.8 | TEMPO DE RESPOSTA DA PASSADA | 55 |
| 3.8.1 | Tempo de resposta em teste de passada..... | 55 |
| <i>3.8.1.1</i> | <i>Tratamento dos dados da plataforma de força para teste de caminhada</i> | <i>55</i> |
| 3.9 | VARIÁVEIS DESCRITIVAS..... | 57 |
| 3.10 | CÁLCULO AMOSTRAL | 58 |
| 3.11 | ANÁLISE DAS VARIÁVEIS..... | 58 |
| 3.12 | PROCEDIMENTO ESTATÍSTICO..... | 59 |
| 3.12.1 | Intenção de tratar e imputação de dados | 59 |
| 3.12.2 | Análise descritiva | 59 |
| 3.12.3 | Análise dos desfechos..... | 59 |
| 4 | RESULTADOS | 61 |
| 4.1 | DESCRIÇÃO DA AMOSTRA | 62 |
| 4.2 | EFEITO DOS EXERCÍCIOS NA COGNIÇÃO | 63 |
| 4.3 | EFEITO DOS EXERCÍCIOS NO EQUILÍBRIO | 66 |
| 4.4 | EFEITO DOS EXERCÍCIOS NO TEMPO DE RESPOSTA DA PASSADA | 70 |
| 4.5 | PERCEPÇÃO DO ESFORÇO E ESCALA DE AFETIVIDADE | 72 |
| 4.6 | DESCRIÇÃO DA IMPUTAÇÃO | 72 |
| 4.7 | ANÁLISES DE SENSIBILIDADE..... | 73 |

| | | |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.7.1 | Análise com dados completos | 73 |
| 4.7.2 | Aderência à intervenção..... | 74 |
| 5 | DISCUSSÃO | 78 |
| 5.1 | COGNIÇÃO | 78 |
| 5.2 | EQUILÍBRIO E ESTABILIDADE POSTURAL | 80 |
| 5.3 | TEMPO DE RESPOSTA DA PASSADA | 81 |
| 5.4 | PONTOS FORTES E LIMITAÇÕES DO ESTUDO..... | 82 |
| 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES..... | 84 |
| | REFERÊNCIAS..... | 85 |
| | APÊNDICE A – Parecer do Comitê de Ética..... | 110 |
| | APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido..... | 113 |
| | APÊNDICE C – Questionário | 116 |
| | APÊNDICE D – Exercícios de aquecimento e volta a calma..... | 119 |
| | APÊNDICE E – Planilha de treinamento dos jogos eletrônicos ativos | 120 |
| | APÊNDICE F – Exercícios e periodização do treinamento contra resistência | 121 |
| | APÊNDICE G – Correlação intraclasse dos parâmetros do COP..... | 122 |
| | APÊNDICE H – Modelo para imputação | 123 |
| | APÊNDICE I – Testes de função cognitiva | 125 |
| | APÊNDICE J – Testes de equilíbrio | 126 |
| | APÊNDICE K – Tempo de resposta da passada | 128 |
| | APÊNDICE L – Comparação das variáveis na linha de base | 129 |
| | ANEXO A – Percepção subjetiva de esforço..... | 131 |

1 INTRODUÇÃO

O processo de envelhecimento biológico compromete as estruturas cerebrais, resultando em prejuízos à saúde (WAGNER *et al.*, 2016). Com o avanço da idade, a redução da perfusão cerebral, a rigidez arterial e o aumento da pressão sanguínea podem levar à falta de oxigenação, lesões nas paredes dos vasos e pequenas hemorragias no cérebro (AINSLIE *et al.*, 2008; COOPER *et al.*, 2016). Na substância branca, local onde os neurônios mielinizados são responsáveis pelas sinapses, as lesões são prevalentes e estão associadas ao declínio de funções cognitivas, principalmente em relação à velocidade de processamento (KERCHNER *et al.*, 2012; SEXTON *et al.*, 2014).

A velocidade de processamento de informações é caracterizada pelo quão rápido o cérebro consegue perceber um estímulo, selecionar e programar a resposta (SALTHOUSE, 2000) e está relacionada ao desempenho de outras funções, como o controle executivo e a memória de trabalho (CEPEDA; BLACKWELL; MUNAKATA, 2013). A velocidade de processamento pode ser avaliada de diversas formas, sendo o tempo de reação a medida mais utilizada (SALTHOUSE, 2000). Preservar a capacidade de responder rápido à situações inesperadas é importante para a realização das atividades cotidianas, tais como reagir em tarefas de direção no trânsito, atravessar uma rua movimentada (com tempo limitado e em segurança) e lidar com desníveis nas calçadas.

O equilíbrio corporal também é um componente importante na saúde de adultos e idosos, sendo influenciado por comprometimentos sensoriais e motores (YEH *et al.*, 2015; MACHADO *et al.*, 2017), bem como, pela capacidade cognitiva (PIJNAPPELS *et al.*, 2010) e integridade cerebral (BOISGONTIER *et al.*, 2016). O déficit no equilíbrio está associado à ocorrência de quedas (JOHANSSON *et al.*, 2017), consideradas um problema de saúde pública (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2007), podendo resultar em fraturas, hospitalizações, perda da autonomia e aumento no risco de mortalidade (PEETERS *et al.*, 2015; WILLIAMS *et al.*, 2015). O equilíbrio é uma habilidade complexa (HORAK, 2006), que no sistema neuromuscular de idosos, seu comprometimento está relacionado à redução da força e da massa muscular (PAILLARD, 2017), que são acentuadas pelo sedentarismo (BUFORD *et al.*, 2010; VOLKERS *et al.*, 2012).

Nesse cenário, a prática de exercícios físicos tem apresentado benefícios na prevenção e tratamento do declínio cognitivo (TSAI *et al.*, 2015) e do comprometimento no equilíbrio (MARQUES *et al.*, 2017). Benefícios em tarefas cognitivas e na integridade cerebral decorrentes de intervenções com exercício aeróbio convencional (caminhada, corrida,

pedalada) estão bem estabelecidos na literatura (BULLITT *et al.*, 2009; OGOH; AINSLIE, 2009; VOSS *et al.*, 2013; CHAPMAN *et al.*, 2013). Estudos de intervenção com adultos mais velhos tendem a utilizar exercícios aeróbios, sendo necessárias mais investigações utilizando os outros tipos de exercício físico (BANGSBO *et al.* 2019).

Intervenções por meio de treinamento contra resistência (TCR) mostraram benefícios em tarefas cognitivas, tais como a função executiva e a velocidade de processamento de informações (LIU-AMBROSE *et al.* 2010; LIU-AMBROSE *et al.* 2012; NAGAMATSU *et al.*, 2012; FRAGALA *et al.* 2014; CASSILHAS *et al.*, 2007; TSAI *et al.*, 2015). Esse efeito é possivelmente explicado pela combinação de diferentes mecanismos (ASHOR *et al.*, 2015; BEST *et al.*, 2015; SUO *et al.*, 2016; TSAI *et al.*, 2015; COELHO *et al.*, 2012), que resultam em alterações estruturais e funcionais no cérebro relacionadas à melhora no desempenho cognitivo, principalmente na função executiva (ASHOR *et al.*, 2015; HEROLD *et al.*, 2019).

Além disso, o TCR tem efeito positivo no sistema neuromuscular periférico, sendo um método seguro e efetivo para o aumento da massa e força muscular (PETERSON; SEN; GORDON, 2011). As medidas de equilíbrio parecem ser sensíveis a esse tipo de treinamento, sendo verificados benefícios no equilíbrio funcional (DIAS *et al.*, 2015; MARQUES *et al.*, 2017; TRABAL *et al.*, 2015) e na estabilidade postural (MARQUES *et al.*, 2017).

Nas últimas décadas, intervenções por meio de videogames ativos têm ganhado espaço como alternativa ao exercício físico convencional. Esses jogos são também conhecidos como *exergames*, os quais, por definição, necessitam de interação e esforço físico do participante, além disso, têm regras específicas, objetivos a serem alcançados e fornecem feedbacks aos jogadores durante a prática (LIEBERMAN *et al.* 2011). Os *exergames* são similares em seu objetivo principal (interação virtual por meio de movimentos corporais), no entanto, as características das atividades praticadas diferem dependendo dos consoles e tipo de jogo (TANAKA *et al.*, 2012; BLEAKLEY *et al.*, 2015). Dentre a variedade de jogos disponíveis no mercado, aqueles de prática esportiva têm boa aceitação dos usuários por simular características importantes dos jogos, como competição, cooperação, regras e movimentos, dispensando a necessidade da técnica mais apurada (MENEHINI *et al.*, 2016). Assim, os *exergames* são uma alternativa de atividade física, que incorporam exercícios aeróbios não convencionais, de caráter intermitente, com a estimulação cognitiva por meio da interação com a tela e o jogo (LIEBERMAN *et al.*, 2011; DILL, 2013; TANAKA *et al.*, 2012; STANMORE *et al.*, 2017).

Nos últimos anos, os programas de exercícios baseado em *exergames* vêm sendo estudados em pessoas de diferentes idades (GAO *et al.* 2015; HÖCHSMANN; SCHÜPBACH; SCHMIDT-TRUCKSÄSS, 2016), inclusive idosos (OGAWA; YOU; LEVEILLE, 2016;

HOWES *et al.*, 2017), por meio de diferentes consoles, entre eles destacam-se os comerciais Nintendo Wii™ e Xbox360 Kinect™. Os estudos com idosos mostraram benefícios em aspectos metabólicos (KEMPF; MARTIN, 2013), cognitivos (MAILLOT; PERROT; HARTLEY, 2012; ORDNUNG *et al.*, 2017; GUIMARÃES; BARBOSA; MENEGHINI, 2018), motores (LARSEN *et al.* 2013, QUEIROZ *et al.*, 2017, RICA *et al.*, 2020), incluindo a redução do risco de quedas (GSCHWIND *et al.*, 2015; MORRISON *et al.*, 2018). Além disso, esta forma de intervenção é considerada uma alternativa inovadora e divertida para aumentar os níveis de atividade física (KLOMPSTRA; JAARSMA; STRÖMBERG, 2014; BOCK *et al.*, 2019) e melhorar a percepção sobre a saúde (WOLLERSHEIM *et al.*, 2010; MENEGHINI *et al.* 2016).

Evidências preliminares sugeriram que os *exergames* podem resultar em benefícios na velocidade de processamento de informações e na função executiva (GSCHWIND *et al.*, 2015; MAILLOT; PERROT; HARTLEY, 2012; WU *et al.*, 2019). No entanto, estudos que utilizaram o Xbox360 Kinect não encontraram alterações significativas nessas variáveis após o treinamento (BAKAR *et al.*, 2018; ORDNUNG *et al.*, 2017).

Com relação ao equilíbrio, o Nintendo Wii™ e o Wii Fit™ são os consoles mais utilizados nas intervenções (MOLINA *et al.*, 2014; DONATH; ROSSLER; FAUDE, 2016; TAHMOSYBAYAT *et al.* 2018). Ainda assim, o console Xbox360 Kinect também pode ter efeitos positivos no controle postural (BACHA *et al.*, 2018; BARRY *et al.*, 2016; KARAHAN *et al.*, 2015; QUEIROZ *et al.*, 2017), visto sua demanda por componentes de equilíbrio, movimentos do corpo todo e alteração da base de suporte por meio de passos laterais e frontais (TAHMOSYBAYAT *et al.* 2018).

Estudos de revisão e metanálise não são consistentes quanto às evidências de benefícios, do TCR e do exercício baseado em *exergames*, no desempenho de tarefas de velocidade de processamento, estabilidade postural e equilíbrio (ASTEASU *et al.*, 2017; STANMORE *et al.*, 2017; SEXTON *et al.*, 2016; LOW; WALSH; ARKENSTEIJN, 2017; JADCZAK *et al.*, 2018; TAYLOR *et al.*, 2018). Além disso, as variações em relação ao tipo, intensidade e frequência dos programas de exercício, bem como, as diferentes medidas usadas na avaliação do tempo de reação e da estabilidade postural dificultam a comparação entre os estudos. Seja como prevenção ou reabilitação, a comparação das respostas de diferentes programas de exercícios físicos é necessária para recomendação e planejamento mais eficientes para esse segmento da população.

Sabendo do comprometimento da substância branca (PELVIG *et al.*, 2008) e declínio das funções cognitiva (WOODS *et al.*, 2015) e motora (YEH *et al.*, 2015; GALE; COOPER; SAYER, 2016) com o avanço da idade, intervenções no estilo de vida podem contribuir para

reparar os danos e desacelerar as disfunções relacionadas ao envelhecimento. Cabe destacar, que o aumento da população idosa nas últimas décadas e as projeções para os próximos anos, tornam esse tema bastante atual (UNITED NATIONS, 2017). Alternativas que possibilitem retardar o declínio das funções físicas e cognitivas dos indivíduos devem ser estudadas. Até o momento (busca realizada nas bases de dados Pubmed/Medline, Scopus e Scielo/Brasil em março/2020), não foram encontrados estudos comparando esses dois tipos de treinamento em adultos e idosos, então não se sabe se um programa baseado em *exergames* pode ser superior ao TCR na melhoria da função física e cognitiva em adultos mais velhos.

Este estudo foi desenvolvido para auxiliar na prescrição de exercícios para adultos e idosos com o objetivo de contribuir para a manutenção e o prolongamento da autonomia e independência dos indivíduos.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar os efeitos do exercício físico baseado em *exergames* e do exercício contra resistência na velocidade de processamento de informações e no equilíbrio de adultos mais velhos.

1.1.2 Objetivos Específicos

Analisar o tempo de reação em tarefa simples e tarefa complexa, antes e após intervenções.

Analisar a variabilidade intraindividual no tempo de reação, antes e após intervenções.

Analisar o equilíbrio estático e funcional, antes e após intervenções.

Analisar os tempos de reação, de movimento e de resposta no teste de passada, antes e após intervenções.

1.2 HIPÓTESES ALTERNATIVAS

H1: Os programas de intervenção têm efeito positivo no tempo de reação em tarefa simples e tarefa complexa.

H2: Os programas de intervenção têm efeito positivo na variabilidade intraindividual no tempo de reação.

H3: Os programas de intervenção têm efeito positivo no equilíbrio estático e funcional.

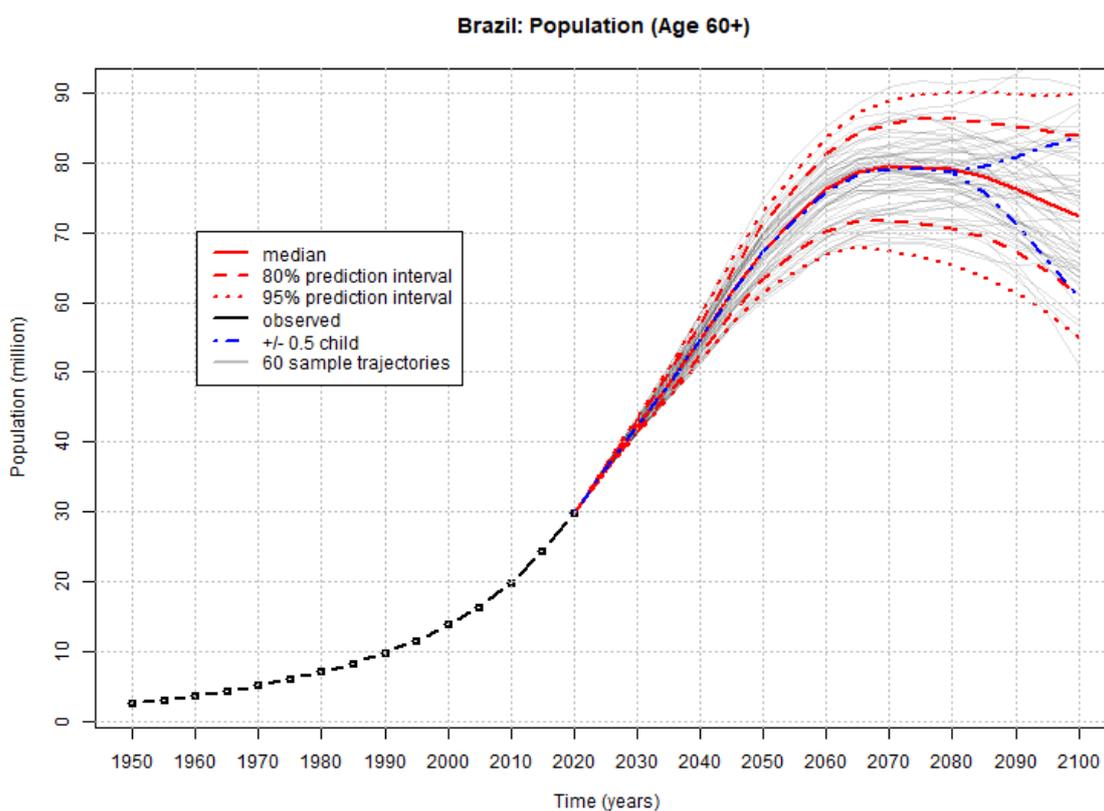
H4: Os programas de intervenção têm efeitos positivos nos tempos de reação, de movimento e total do teste de passada.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 EXPOSIÇÃO DO TEMA OU MATÉRIA

A população idosa é a que mais cresce no mundo. Atualmente, as pessoas com 60 anos ou mais representam 13% da população mundial (962 milhões de pessoas). No Brasil, as projeções indicam rápido crescimento nas próximas décadas, conforme pode ser observado na Figura 1. Estima-se que, em 2010, eram 19,6 milhões de idosos (≥ 60 anos), devendo atingir 41,5 milhões, em 2030, e 73,5 milhões, em 2060 (ERVATTI *et al.*, 2015; UNITED NATIONS, 2017).

Figura 1 – Estimativa da população com 60 anos e mais no Brasil.



Fonte: United Nations (2017).

O aumento da população idosa pode repercutir em desequilíbrio econômico e maior demanda nos sistemas de saúde (ERVATTI *et al.*, 2015; UNITED NATIONS, 2017), visto que o envelhecimento está associado ao aumento de doenças e agravos crônicos, bem como redução nos níveis de atividade física, diminuição da autonomia e independência (BAUMAN *et al.*, 2016). Essas condições fazem parte de um processo complexo, dependente do tempo e resultado

de alterações moleculares, fisiológicas, morfológicas e físicas (LARA *et al.*, 2015; XIA *et al.*, 2017) que interferem na saúde dos indivíduos (WAGNER *et al.*, 2016).

O processo de envelhecimento compromete as estruturas cerebrais, resultando em prejuízos na cognição (PAKKENBERG; GUNDERSEN, 1997; PELVIG *et al.*, 2008; SEXTON *et al.*, 2014). A integridade da substância branca é um dos principais fatores associados ao desempenho cognitivo em idosos (MADDEN *et al.*, 2009; KENNEDY; RAZ, 2009; KERCHNER *et al.*, 2012). A formação da substância branca, mensurada pelo volume total e diâmetro dos axônios mielinizados, se dá durante a infância, adolescência e fase adulta, chegando no seu pico por volta dos 50 anos (OLESEN *et al.*, 2003; GIORGIO *et al.*, 2010; LIU; LEBEAU; TENENBAUM, 2016). A partir de então, o envelhecimento cerebral é acompanhado por lenta e progressiva redução da substância branca, mais acentuada a partir dos 60 anos (SEXTON *et al.*, 2014; LIU; LEBEAU; TENENBAUM, 2016) e associada ao declínio cognitivo, principalmente em tarefas que exigem velocidade de processamento (DEARY *et al.*, 2006; MADDEN *et al.*, 2009; KENNEDY; RAZ, 2009; KERCHNER *et al.*, 2012).

As associações entre a substância branca e a velocidade de processamento são confirmadas em doenças que apresentam, como principal característica, o comprometimento da substância branca. Pacientes com esclerose múltipla, apresentam redução do volume da substância branca e comprometimento dos axônios mielinizados, bem como, declínio cognitivo relacionado à velocidade de processamento (GENOVA *et al.*, 2009; GENOVA *et al.*, 2013). Recentemente, foi verificada a associação entre a esquizofrenia e as alterações na substância branca, justificando, assim, o comprometimento desses pacientes em tarefas de velocidade de processamento (KOCHUNOV *et al.*, 2017). Esses estudos fornecem bases que reforçam o papel da integridade da substância branca no desempenho de tarefas de velocidade de processamento em idosos saudáveis (TURKEN *et al.*, 2008).

De acordo com Dickie *et al.* (2016), o comprometimento da substância branca e da estrutura cerebral (volume cerebral total) é associado a presença de fatores de risco cardiovascular, tais como, hipertensão, obesidade e acúmulo de gordura abdominal (VUORINEN *et al.*, 2011; DEBETTE *et al.*, 2011). Em geral, esses fatores de risco também são associados a piores desempenhos em testes cognitivos (DEBETTE *et al.*, 2011). A redução no fluxo sanguíneo cerebral (AINSLIE *et al.*, 2008; BERTSCH *et al.*, 2009), o desgaste dos vasos sanguíneos cerebrais causado pela pressão arterial elevada (van DIJK *et al.*, 2004) e a rigidez arterial (WATSON *et al.*, 2011; COOPER *et al.*, 2016), são exemplos de mecanismos que podem levar à redução da oxigenação cerebral, lesões nas paredes dos vasos e lesões na substância branca. Esses problemas são associados ao declínio de funções como a atenção e a

velocidade de processamento (BERTSCH *et al.*, 2009; WATSON *et al.*, 2011; COOPER *et al.*, 2016). Dados de estudo de metanálise mostraram que, as lesões na substância branca foram associadas ao maior risco de acidente vascular encefálico, à demência e à mortalidade, além do declínio mais acentuado em tarefas globais, função executiva e velocidade de processamento (DEBETTE; MARKUS, 2010).

2.2 VELOCIDADE DE PROCESSAMENTO DE INFORMAÇÕES E TEMPO DE REAÇÃO

A velocidade de processamento de informações é fundamental para o desempenho de diversas funções cognitivas. Ela é constituída pelo tempo necessário para que o cérebro seja capaz de perceber um estímulo, selecionar a resposta e programar a ação (SALTHOUSE, 2000). O desempenho em tarefas de velocidade de processamento está relacionado, principalmente, à integridade da substância branca (DEARY *et al.*, 2006; KENNEDY; RAZ, 2009), local onde os axônios mielinizados são responsáveis pela rápida comunicação entre todas as áreas do cérebro. As associações entre as tarefas cognitivas e as áreas cerebrais são complexas. No entanto, as tarefas de velocidade de processamento de informações são associadas à atividade nos lobos parietal e temporal (TURKEN *et al.*, 2008; KENNEDY; RAZ, 2009) e regiões anteriores do cérebro como lobo frontal esquerdo superior (TURKEN *et al.*, 2008) e córtex pré-frontal (KENNEDY; RAZ, 2009). Nas tarefas de atenção (função executiva), as regiões do córtex pré-frontal e lobo parietal (CABEZA; NYBERG, 2000) também são ativadas, com adição da região occipital (KENNEDY; RAZ, 2009).

A velocidade de processamento pode ser avaliada de diversas formas, sendo que, o tempo de reação é a medida mais utilizada (SALTHOUSE, 2000). O tempo de reação é o intervalo de tempo entre a apresentação de um estímulo e o início da resposta muscular ou a execução de uma ação discreta, como apertar um botão (SALTHOUSE, 1996; SALTHOUSE, 2000). O termo “tempo de movimento”, é utilizado para designar o intervalo de tempo entre o início da resposta muscular (movimento) e o seu fim (MAGILL, 2000). O tempo de resposta é utilizado para referir-se ao intervalo de tempo total (tempo de reação + tempo de movimento).

O tempo de reação inicia com o aparecimento, não-antecipado, de um estímulo. A recepção do estímulo é feita por meio da transdução, onde um estímulo ambiental causa uma resposta elétrica em um receptor sensorial. O potencial receptor traduz fielmente as características principais do estímulo, como a intensidade e a duração. Assim, as características dos estímulos ambientais são enviadas por meio de transmissões sinápticas para diferentes áreas

cerebrais (LENT, 2010). Essas regiões reconhecem os sinais recebidos e iniciam o “planejamento motor”: neurônios do córtex frontal e parietal e as estruturas conectadas a eles apresentam atividade relacionada a movimentos específicos, antes mesmo deles acontecerem (SVOBODA; LI, 2018). Após a tomada de decisão, os neurônios motores enviam sinais sinápticos de resposta ao estímulo para que os músculos realizem a ação (deslocar o corpo ou parte dele) em resposta ao estímulo (LENT, 2010).

O processamento de informação é dividido em 3 estágios: a) identificação do estímulo, que é a análise das características ambientais, propriedades e padrão de movimento do estímulo por meio do sistema sensorial; b) seleção da resposta, por meio das informações do estímulo, o cérebro seleciona qual resposta será executada; c) programação da resposta, é a preparação do corpo para a ação, ocorre após a seleção da resposta e antes da ação propriamente dita. No último estágio, ocorrem vários processos relacionados, principalmente, com a preparação da musculatura para o movimento. Dessa forma, o tempo de reação é a medida da duração total dos 3 estágios do processamento da informação (SCHMIDT; WRISBERG, 2010).

O tempo de reação pode ser avaliado de três formas diferentes (SALTHOUSE, 1996; SCHMIDT; WRISBERG, 2010):

- **Simples:** é direto e caracterizado pela apresentação de único estímulo para determinada resposta (ex.: quando acender a única luz possível, pressione o único pedal possível).

- **Discriminante ou de reconhecimento:** é caracterizado pela composição de diversos estímulos e apenas uma opção de resposta (ex.: existem algumas vias de acesso, porém, é escolhida apenas uma delas; apertar o botão somente quando ver a luz verde, ignorar a luz vermelha e amarela).

- **De escolha/ dupla-tarefa/ tarefa combinada:** quando existem diversos estímulos e diversas respostas possíveis (ex.: em cada cor que acender, vermelho ou verde, pressionar um pedal diferente, direito ou esquerdo).

Vários fatores podem influenciar o tempo de reação. De maneira geral, as tarefas mais complexas apresentam tempos de reação mais lentos que tarefas simples (BERTSCH *et al.*, 2009; ECKNER *et al.* 2012;). Os estímulos auditivos/sonoros são percebidos mais rapidamente do que os estímulos visuais (SHELTON; KUMAR, 2010; JAIN *et al.*, 2015). A intensidade e a duração do estímulo também interferem na velocidade de resposta, quanto mais intenso e duradouro é o estímulo, mais rápida é a reação (ULRICH; RINKENAUER; MILLER, 1998). Em, praticamente, todos os grupos etários, os indivíduos do sexo masculino (DER; DEARY, 2006; SHELTON; KUMAR, 2010; JAIN *et al.*, 2015) e àqueles com mais experiência na tarefa

executada (ANDO; KIDA; ODA, 2004; VISSER *et al.*, 2007) são mais rápidos do que seus pares. O avanço da idade (SALTHOUSE, 2009) e a prática de atividades físicas (FREDERIKSEN *et al.*, 2015) também exercem grande influência sobre o tempo de reação.

O estado atual do organismo pode interferir na velocidade da resposta. O tempo de reação fica mais lento e diminui a acurácia das respostas quando os avaliados são submetidos aos testes em estado de fadiga (BOKSEM; MEIJMAN; LORIST, 2005), privação de sono (VAN DEN BERG; NEELY, 2006; BOUGARD *et al.*, 2016), ou depois de ingerir bebida alcoólica (HERNÁNDEZ; VOGEL-SPROTT; KE-AZNAR, 2007; HERNÁNDEZ; VOGEL-SPROTT, 2010). Estudos recentes apontam para o perigo de dirigir sob efeito do álcool, principalmente pelos seus efeitos no tempo de resposta dos motoristas (LIU; HO, 2010; CHRISTOFOROU *et al.*, 2013). A distração também é um fator que pode interferir negativamente no desempenho de tarefas de tempo de reação (TRIMMEL; POELZL, 2006).

Estudos com simuladores de veículos apresentam evidências da influência de distratores, como conversas ou celulares, no tempo de resposta à eventos na direção em adultos e idosos (STRAYER; DREWS, 2004; HENDRICK; SWITZER, 2007). Por outro lado, o consumo de substâncias estimulantes, como a cafeína, melhora o tempo de reação (SOUISSI *et al.* 2013; SWIFT; TIPLADY, 1988), inclusive naqueles sob efeito do álcool (LIGUORI; ROBINSON, 2001). A percepção sobre o estado de saúde positiva (SALTHOUSE, 2000) e a habilidade cognitiva geral (inteligência) (LEE; CHABRIS, 2013) dos avaliados podem interferir positivamente na velocidade de resposta.

Nos estudos sobre desempenho cognitivo, o tempo de reação ainda pode ser utilizado em tarefas simples e complexas que envolvam outras variáveis cognitivas, tais como memória e função executiva (HAIER *et al.*, 2005; BERTSCH *et al.*, 2009).

2.2.1 Variabilidade intraindividual no tempo de reação

A variabilidade intraindividual no tempo de reação (VITR) representa, de maneira geral, a variação das respostas de um indivíduo em uma mesma série de testes de tempo de reação. Diversos métodos podem ser utilizados para identificar a VITR, o mais simples é utilizar o desvio padrão bruto dos valores individuais. Outras medidas ajustam o desvio padrão por fatores como o tempo na tarefa (média do tempo de reação) e a condição experimental. O coeficiente de variação (tempo de reação intraindividual/média do tempo de reação intraindividual) também pode ser utilizado, assim como a distribuição ex-Gaussiana e a distribuição interquartil (HAYNES; BAUERMEISTER; BUNCE, 2017).

A variabilidade é considerada, sistematicamente, relacionada com a atividade cerebral (LÖVDÉN *et al.*, 2013; RAMCHURN *et al.*, 2014). Estudos mostram sua associação com o volume (LÖVDÉN *et al.*, 2013) e as lesões (BUNCE *et al.*, 2010) na substância branca no córtex frontal, além da associação com a conectividade da substância branca (DEARY *et al.*, 2006); e, espessura do corpo caloso (ANSTEY *et al.*, 2007). Hipóteses alternativas indicam que a motivação (GARRETT *et al.*, 2012) e os fatores ambientais e genéticos também exercem influência sobre a VITR (FINKEL; MCGUE, 2007; FINKEL; PEDERSEN, 2014). Essa medida tem validade preditiva para declínio cognitivo (LOVDEN *et al.*, 2007; FINKEL; PEDERSEN, 2014), demência (FRIAS; DIXON; CAMICIOLI, 2012) e até mesmo, mortalidade (DEARY; DER, 2005b; SHIPLEY *et al.*, 2006; BATTERHAM *et al.*, 2014). Recentemente, a revisão sistemática de Graveson *et al.* (2016), investigou a associação entre a VITR e a ocorrência de quedas em idosos. Todos os cinco estudos mostraram associação significativa, sugerindo que os idosos que sofrem quedas têm valores de variabilidade maiores do que idosos saudáveis; e, aqueles com valores mais altos de variabilidade na linha de base, têm maior probabilidade de cair. Os autores encontraram relação fraca entre VITR e velocidade da marcha, sendo que, apenas dois estudos encontraram associação significativa (GRAVESON *et al.*, 2016).

A VITR tem alta correlação com a medida de tendência central (ex: média do TR), quando são verificadas na mesma tarefa. Observa-se que valores mais altos de tempo de reação (mais lento) influenciam no aumento da variabilidade, no entanto, o aumento da VITR, pode ser independente dos valores médios de tempo de reação, e mesmo assim, estar relacionado com dano neurológico (PHILLIPS *et al.*, 2013). Assim, considerando a importância do tempo de reação e da sua variabilidade intraindividual no declínio cognitivo e desfechos em saúde, justifica-se a utilização das duas medidas em avaliações neuropsicológicas.

2.3 TEMPO DE REAÇÃO E ENVELHECIMENTO

O aumento do tempo de reação e a lentidão da velocidade de processamento com o avanço da idade é uma evidência na literatura (FOZARD *et al.*, 1994; DEARY; DER, 2005a; DER; DEARY, 2006; SALTHOUSE, 2009; SALTHOUSE, 2013; WOODS *et al.*, 2015; WESNES; MCNAMARA; ANNAS, 2016), sendo um dos principais indicadores de cognição que é afetado pela idade (SALTHOUSE, 1996; LARA *et al.*, 2015). Cientistas pesquisam a relação entre o tempo de reação e a idade desde o século XIX. Galton (1899), realizou as primeiras pesquisas sobre a alteração no tempo de reação em função da idade, no entanto, os

resultados foram publicados somente mais tarde (KOGA; MORANT, 1923; JOHNSON *et al.*, 1985). Importantes estudos foram desenvolvidos quase um século depois. O estudo de Gottsdanker (1982), desenvolveu dois experimentos: no primeiro, foram avaliados 220 homens e mulheres de 18 a 93 anos de idade. Foram encontradas diferenças pequenas, porém significativa, no aumento do tempo de reação simples (teste *finger-press*) para aqueles a partir dos 45 anos. No segundo experimento, Gottsdanker selecionou oito adultos jovens (18-24 anos) e oito idosos (73-84 anos) que tinham tempo de reação similar no primeiro experimento, para realizarem quatro tarefas com tempos de preparação (pré-período) diferentes. Os resultados confirmaram a hipótese de aumento do tempo de reação simples em pessoas mais velhas, mas isso ocorreu somente quando o desempenho foi reforçado pelo controle de preparação dos participantes. Ou seja, os idosos tiveram dificuldade em manter um alto nível de preparação e atenção para o estímulo em intervalos mais longos (GOTTSDANKER, 1982).

Wilkinson e Allison (1989), apresentaram os dados de tempo de reação simples de 5325 pessoas (≥ 9 anos), que realizaram um teste com duração de 1 min aproximadamente (10 tentativas válidas), e intervalo preparatório aleatório entre 1-10 segundos. Foram encontradas diferenças significativas na média e na melhor medida de tempo de reação simples de acordo com a faixa etária. Os participantes com 20-29 anos tiveram os melhores resultados e as crianças e jovens (10-19 anos) tiveram tempo de reação simples comparável ao de pessoas com 50-59 anos. Os autores verificaram, também, que a VITR foi maior nos adultos mais velhos e idosos (>50 anos) quando comparados aos adultos jovens (20-50 anos). Esse estudo sugeriu que, um componente de declínio cognitivo relacionado com a dificuldade na manutenção da atenção, explicaria o aumento no tempo de reação simples a partir dos 30 anos, e mais acentuado após os 50 anos (WILKINSON; ALLISON, 1989).

Estudos que avaliaram o comportamento da velocidade de processamento com o avanço da idade (WILKINSON; ALLISON, 1989; TOMBAUGH, 2004; DEARY; DER, 2005a), concluíram que sua trajetória é em forma de U, sendo o auge do desempenho por volta dos 20 a 30 anos. Essa trajetória é similar à formação da substância branca (aumento no volume) e mielinização dos axônios (BARTZOKIS *et al.*, 2001; BARTZOKIS *et al.*, 2003; BARTZOKIS *et al.*, 2010; WALHOVD *et al.*, 2005), no entanto, seu declínio ocorre a partir dos 40 anos. A desmielinização e as disfunções na integridade da substância branca, que ocorrem com o avanço da idade, estão intimamente ligadas com o pior desempenho de funções cognitivas e motoras (DEARY *et al.*, 2006; MADDEN *et al.*, 2009; KENNEDY; RAZ, 2009; LU *et al.*, 2011; KERCHNER *et al.*, 2012).

No estudo de Deary e Der (2005a), pessoas com 16, 36 e 56 anos foram acompanhadas por 8 anos, a fim de investigar as alterações no tempo de reação. Tanto o tempo de reação simples como o de escolha aumentaram com o tempo, a variabilidade intraindividual também foi maior após 8 anos. Esses mesmos autores (DER; DEARY, 2006), publicaram um ano depois, a análise de dados de tempo de reação de 7130 pessoas (18-94 anos), participantes do “*United Kingdom Health and Lifestyle Survey*”. Nos resultados, Der e Deary (2006) concluíram que o tempo de reação simples teve alterações mais expressivas somente após os 50 anos. No tempo de reação de escolha, houve aumento linear a partir dos 30 anos. A variabilidade intraindividual seguiu a mesma tendência das médias do TR, exceto pelo aumento linear da VITR simples desde o início da fase adulta.

No estudo de Tombaugh (2004), com pessoas de 18-89 anos em uma tarefa de velocidade perceptual e função executiva (*Trail Making Test* - TMT), o tempo de execução da tarefa foi aumentando a partir dos 35 anos, sendo mais acentuado na tarefa mais complexa (TMT-B). Salthouse (2009), investigou pessoas de 18-60 anos e concluiu que o declínio nas tarefas de velocidade de processamento era linear e começava entre 30 e 35 anos.

Era *et al.* (2011) realizaram um estudo representativo da população finlandesa, com 7979 pessoas (≥ 30 anos). Foram realizados testes de tempo de reação simples e de escolha com estímulo visual. O tempo de reação e o tempo de movimento foram analisados separadamente, para homens e mulheres, de acordo com o grupo etário e escolaridade. Quanto aos resultados, foi observado o aumento nos valores de tempo de reação e tempo de movimento com o avanço da idade, destacando que as médias foram 40% a 140% maior no grupo mais velho, dependendo do tipo de teste e da medida utilizados. Os homens apresentaram menor tempo de movimento quando comparados às mulheres em todos os grupos etários, em ambos testes. No tempo de reação, os homens foram mais rápidos apenas no teste simples. Os resultados sugeriram também uma tendência à respostas mais rápidas de pessoas com maiores níveis de escolaridade quando comparadas ao tercil menos escolarizado.

Para saber se existia influência das coortes nos resultados de capacidade cognitiva, Salthouse (2013), estudou a diferença no declínio cognitivo quando analisados dados transversais (entre diferentes coortes) e longitudinais (em uma mesma coorte). O autor concluiu que, as diferenças eram muito pequenas, sugerindo dessa forma, que os estudos transversais tem capacidade de mostrar o declínio cognitivo relacionado com a idade, inclusive nas tarefas de velocidade de processamento.

A VITR também é influenciada pelo avanço da idade. Esse fenômeno foi confirmado por Dykiert *et al.* (2012) em uma revisão sistemática com metanálise. Nesse estudo, os autores

encontraram que, consistentemente, a variabilidade foi maior para as pessoas mais velhas (≥ 60 anos) do que para as mais novas (< 60 anos) tanto para tarefas de tempo de reação simples ($n=15$ estudos) como tarefas mais complexas ($n=22$ estudos). Os tamanhos de efeitos foram maiores para o tempo de reação complexo do que o simples, mostrando mais uma vez que o efeito da idade é mais acentuado em tarefas que demandam a seleção da resposta (aquelas mais complexas). O aumento da VITR não é exclusivo dos idosos, podendo ocorrer ao longo das décadas após os 40 anos (DYKIERT *et al.*, 2012), no entanto, é mais acentuado a partir dos 75 anos (HAYNES; BAUERMEISTER; BUNCE, 2017).

A participação em duas intervenções (atividades de engajamento produtivo vs. engajamento receptivo), por 14 semanas, não resultou em melhora do VITR no teste de Flanker, em adultos mais velhos (60-90 anos) (BRYDGES; BIELAK, 2019). Outro estudo de intervenção mostrou que idosos sem comprometimento cognitivo que participaram de um programa de voluntariado, cujo objetivo era aumentar o engajamento social, físico e cognitivo, apresentaram melhores resultados na VITR do teste de Stroop (somente para a tarefa incongruente) após 12 e 24 meses. No entanto, os resultados foram positivos somente para aqueles com maior participação no programa (mais horas) (BRYDGES *et al.*, 2020).

O desempenho em tarefas de tempo de reação está relacionado com desfechos importantes da saúde de idosos. O tempo de reação da passada (*stepping reaction time*) está intimamente ligado ao desempenho da marcha, equilíbrio e risco de quedas em idosos (EJUPI *et al.*, 2014). O tempo de reação mais lento em tarefas de função executiva é associado ao maior risco de quedas (CHEN; PERONTO; EDWARDS, 2012; MIRELMAN *et al.*, 2012), assim como, o tempo de resposta pode prever múltiplas quedas (PIJNAPPELS *et al.*, 2010). Essa associação é mediada por parâmetros fisiológicos do tempo de reação e do equilíbrio, relacionados à vias fisiológicas e cognitivas (PIJNAPPELS *et al.*, 2010).

2.4 COGNIÇÃO E ATIVIDADE FÍSICA

Em estudos observacionais transversais (SPIRDUSO, 1975; BURZYNSKA *et al.*, 2014; SOFI *et al.*, 2011) e prospectivos (FREDERIKSEN *et al.*, 2015; BLONDELL; HAMMERSLEY-MATHER; VEERMAN, 2014), é clara a associação entre a prática de atividade física e o melhor desempenho nas tarefas cognitivas. Os possíveis mecanismos que explicam os benefícios do exercício físico na cognição são diversos. No entanto, alguns autores defendem que, pelo menos, uma parte desse efeito é explicado pela função endotelial

(TRIGIANI; HAMEL, 2017), pelo fluxo sanguíneo cerebral e pela reserva cerebrovascular (DAVENPORT *et al.*, 2012).

O aumento do fluxo sanguíneo corporal está associado ao melhor funcionamento cognitivo (POELS *et al.*, 2008). O fluxo aumentado durante e logo após o exercício está relacionado com maior oxigenação e entrega de substratos no cérebro (DALSGAARD *et al.*, 2004). Homens treinados e sedentários foram comparados quanto à velocidade de fluxo sanguíneo na artéria cerebral média. Os resultados mostraram que, em todas as idades (18-79 anos), aqueles treinados tiveram velocidade de fluxo significativamente maior do que os homens sedentários (AINSLIE *et al.*, 2008). Observa-se, também, que idosos com altos níveis de atividade física aeróbia apresentaram maior número de pequenos vasos na circulação cerebral anterior do que aqueles com baixos níveis ou sem atividade física regular (BULLITT *et al.*, 2009). Reforçando o papel da atividade física aeróbia na melhora do fluxo sanguíneo cerebral, desaceleração do processo de atrofia global cerebral relacionado à idade e, possivelmente, contribuindo para manutenção da capacidade cognitiva (AINSLIE *et al.*, 2008; OGOH; AINSLIE, 2009).

A função endotelial tem papel mediador na relação entre o exercício físico e fluxo sanguíneo cerebral (TRIGIANI; HAMEL, 2017). Estudos sugerem que o estímulo das células endoteliais e maior disponibilidade de óxido nítrico sejam associados ao aumento do fluxo sanguíneo cerebral (ENDRES *et al.*, 2003; ENDRES *et al.*, 2004; GERTZ *et al.*, 2006) e melhor função cerebrovascular (AINSLIE *et al.*, 2008; LAVI *et al.*, 2006).

As células endoteliais desempenham papel fundamental na neurogênese e angiogênese, sintetizando fatores neurotróficos como o BDNF (*brain-derived neurotrophic factor*) e o VEGF (*vascular endothelial growth factor*), grandes responsáveis pelos respectivos processos, juntamente com o IGF-1 (*insulin-like growth factor*) (COTMAN; BERCHTOLD; CHRISTIE, 2007). O exercício físico aeróbio atua na estimulação das células endoteliais, por meio da tensão de cisalhamento laminar vascular, e promove maior concentração de BDNF e VEGF periféricos (BERCHTOLD *et al.*, 2001; CARRO *et al.*, 2001; COTMAN; BERCHTOLD; CHRISTIE, 2007). É observado, assim, o papel fundamental dos fatores neurotróficos na melhora da função cerebrovascular relacionada ao exercício (COTMAN; BERCHTOLD; CHRISTIE, 2007). O BDNF ainda tem papel neuroprotetor da substância branca e atua na plasticidade cerebral (COTMAN; BERCHTOLD, 2002).

O endotélio também desempenha papel fundamental no metabolismo de glicose, pois o principal transportador de glicose (GLUT1) está localizado nas células endoteliais, além da abundante expressão de insulina e receptores de IGF-1 (TRIGIANI; HAMEL, 2017). Sabe-se

que a disfunção no metabolismo da glicose (como resistência à insulina) está associado à prejuízos na capacidade cognitiva (LUTSKI *et al.*, 2017; KONG *et al.*, 2018). Em ratos, o exercício físico foi capaz de promover a regulação do número de transportadores de glicose (TAKIMOTO; HAMADA, 2014). E, seis meses de exercício aeróbio foram capazes de aumentar a sensibilidade à insulina, bem como, melhorar o desempenho em testes de função executiva em idosos (BAKER *et al.*, 2010). Intervenções com treinamento contra resistência observaram aumento na concentração sérica de IGF-1 associado à melhora no desempenho cognitivo dos participantes (CASSILHAS *et al.*, 2007; TSAI *et al.*, 2015).

Com relação à inflamação crônica, o exercício físico atua na prevenção e tratamento de doenças inflamatórias como a síndrome metabólica, obesidade, hipertensão e dislipidemias, reduzindo a inflamação sistêmica e, conseqüentemente, a neuroinflamação (COTMAN; BERCHTOLD; CHRISTIE, 2007). Níveis moderados de exercício físico reduzem os níveis periféricos das citocinas inflamatórias (IL-6, TNF- α , entre outras), e dessa forma, possibilitam a redução da inflamação e o dano vascular causado por essas citocinas nos vasos cerebrais (TRIGIANI; HAMEL, 2017)

O efeito do exercício físico sobre a integridade da substância branca pode ocorrer por diferentes vias (TRIGIANI; HAMEL, 2017), dentre elas, pelo aumento da perfusão cerebral nos feixes de fibras da substância branca e estimulação das células endoteliais (RESNICK *et al.*, 2003). O exercício físico também contribui com a estrutura da substância branca, por meio de um processo de utilização do lactato periférico na formação da bainha de mielina (RINHOLM *et al.*, 2011; TRIGIANI; HAMEL, 2017).

Estudos transversais (BURZYNSKA *et al.*, 2014) e longitudinais (BURZYNSKA *et al.*, 2017) reforçam que, para desacelerar o comprometimento da substância branca causado pelo envelhecimento, é necessário manter a prática de exercício (de preferência moderado-vigoroso) e reduzir o tempo em atividades sedentárias. A prática de exercícios físicos preserva a elasticidade arterial, reduz o número total de ciclos cardíacos e conseqüentemente, as lesões nas paredes dos vasos (BURZYNSKA *et al.*, 2014). Também está relacionada com a redução das lesões e aumento do volume da substância branca na região do córtex pré-frontal (VOSS *et al.*, 2013).

Em uma revisão sistemática com metanálise, Feter *et al.* (2017), verificaram os efeitos da atividade física na regeneração da bainha de mielina. Não foram encontrados ensaios clínicos randomizados, nem estudos com seres humanos. Os estudos com animais, de maneira geral, apresentaram efeitos promissores da atividade física moderada contínua na melhora da concentração de proteínas relacionadas à mielinização, no entanto, o risco de viés desses

estudos é expressivo. Na metanálise, os autores concluíram que, o exercício físico teve efeito sobre o aumento da espessura da bainha de mielina e sobre a razão de G (importante marcador de mielinização do axônio), apesar da heterogeneidade moderada-alta dos estudos.

Apesar dos benefícios apresentados, tamanhos de efeito pequenos e, muitas vezes, não significativos são encontrados na relação entre atividade física / aptidão cardiorrespiratória e integridade da substância branca (SEXTON *et al.*, 2016).

2.5 TEMPO DE REAÇÃO E ATIVIDADE FÍSICA

As medidas de velocidade de processamento, dentre elas o tempo de reação, estão associadas ao nível de atividade física de idosos em estudos observacionais e de intervenção (SPIRDUSO, 1975; ROSANO *et al.*, 2010; FRAGALA *et al.*, 2014; FREDERIKSEN *et al.*, 2015; KIM *et al.*, 2016). Spirduso (1975) comparou 60 homens, separando-os pela idade (adultos jovens e velhos) e atividade física ao longo da vida (atletas em esportes com raquete e não ativos), em testes de tempo de reação simples, de reconhecimento e tempo de movimento. Os resultados mostraram diferenças significativas em todos os grupos para todas as variáveis, sendo que os grupos ativos e mais jovens foram mais rápidos que os inativos e mais velhos, respectivamente. Neste estudo, foi observado, também, que a atividade física determinava maior diferença entre os grupos do que a idade (SPIRDUSO, 1975).

No estudo de Fragala *et al.* (2014), seis semanas (12 sessões) de treinamento contra resistência (TCR) resultou em efeitos positivos no tempo de reação visual e percepção espacial, quando comparado com grupo controle inativo, em idosos ($n=25$, $70,6 \pm 6,1$ anos). O TCR consistiu em um programa com 7 - 8 exercícios, realizando 3 séries de 8-15 repetições e a carga foi ajustada de acordo com o número máximo de repetições.

O efeito benéfico da prática de exercícios físicos sobre o tempo de resposta e ativação cerebral parece ser evidente, também, em idosos mais velhos (média etária > 80 anos). Rosano *et al.* (2010) investigaram o efeito de 3 anos de atividade física comparado à idosos saudáveis que persistiram em atividades sedentárias e não realizaram exercícios nesse mesmo período. Os indivíduos fisicamente ativos tiveram melhor desempenho no teste de velocidade de processamento / função executiva e maior ativação neural principalmente no giro (*gyrus*) frontal inferior.

Além das medidas de tempo de reação, diferentes versões do teste de Stroop (STROOP, 1935) são amplamente utilizadas, sendo capaz de avaliar funções cognitivas como: velocidade de processamento, atenção seletiva e controle inibitório (MIYAKE *et al.*, 2000;

SCARPINA; TAGINI, 2017; VERHAEGHEN; MEERSMAN, 1998). Uma intervenção para mulheres (70-80 anos), realizada duas vezes por semana durante 6 meses, encontrou efeito positivo do treinamento contra resistência (2 séries de 6-8 repetições) no teste de Stroop (DAVIS *et al.*, 2013). Liu-Ambrose *et al.* (2010) também verificaram melhora na função executiva e velocidade de processamento avaliados por meio do teste de Stroop. Em um ensaio clínico randomizado, foram investigados 155 idosos (65-75 anos) durante por 12 meses, que participaram de treinamento contra resistência uma vez por semana, duas vezes por semana ou treinamento de equilíbrio/tonificação. Ambos os grupos de TCR melhoraram seu desempenho no teste cognitivo (LIU-AMBROSE *et al.*, 2010). Nagamatsu *et al.* (2012), verificaram que, com 6 meses de intervenção (2x/sem), um grupo de mulheres (70-80 anos) melhorou significativamente a função executiva. Coetsee e Terblanche (2017), compararam 16 semanas (3x/sem, aprox. 30 min) de TCR com treinamento aeróbio intervalado de alta intensidade, aeróbio moderado contínuo e um grupo controle inativo em adultos mais velhos (55 – 75 anos). Foram encontrados resultados positivos no teste de Stroop nas condições congruente e incongruente para o TCR, no entanto, os outros grupos também apresentaram efeitos positivos após o período de intervenção (COETSEE; TERBLANCHE, 2017).

Em estudo observacional prospectivo, a prática de atividade física (pelo menos 30 minutos, 3x/semana) foi associada ao melhor desempenho em tarefas de velocidade de processamento e função executiva na linha de base (transversal) e após 3 anos de seguimento (FREDERIKSEN *et al.*, 2015). Esse estudo foi realizado com 282 idosos ($73,1 \pm 5,1$ anos) sem demência, mas com alterações relacionadas à idade na substância branca e reforçou a importância da prática de exercícios físicos para a manutenção e melhora e capacidade cognitiva (FREDERIKSEN *et al.*, 2015).

Kim *et al.* (2016) avaliaram 76 idosos (≥ 60 anos) quanto às propriedades da rede estrutural do cérebro e função cognitiva (por imagem de ressonância magnética), de acordo com o nível de atividade física. Os resultados mostraram que o grupo mais ativo ($>81,3$ MET-h/semana) apresentou menor tempo de reação e maior efeito positivo na rede cerebral, principalmente em áreas relacionadas com a atenção (área fronto-têmporo-parietal). Além disso, o grupo com maior nível de atividade física apresentou maior volume intracerebral (KIM *et al.*, 2016).

Algumas revisões sistemáticas e metanálises também apontaram o efeito positivo do treinamento contra resistência em tarefas de velocidade de processamento (COLCOMBE; KRAMER 2003; SMITH *et al.*, 2010; LEVIN; NETZ; ZIV, 2017). No entanto, os estudos apresentaram grande variedade nas características dos exercícios (tipo, intensidade, duração e

frequência) e utilização de diferentes testes cognitivos, o que dificulta a comparação dos resultados.

Com relação à VITR, existem poucos estudos sobre sua relação com a aptidão cardiorrespiratória e prática de atividade física. Em um estudo com seguimento de 7 anos (avaliados em quatro ondas), os idosos que relataram estar engajados em frequentes práticas de atividade física cardiovasculares/aeróbicas apresentaram aumento mais discreto nos valores de variabilidade intraindividual do que aqueles não engajados, ao longo do tempo (MELLA *et al.*, 2017). Bauermeister e Bunce (2016) encontraram, em uma amostra de 225 pessoas (50-90 anos), evidências preliminares de associação entre a aptidão aeróbia (moderador do efeito), a idade e a variabilidade intraindividual em vários domínios cognitivos (velocidade de processamento, função executiva, percepção visual e reconhecimento). Até o momento, o único estudo de intervenção que avaliou o efeito de um programa de exercícios físicos na VITR foi o de Bielak e Brydges (2019). Neste estudo (*Lifestyle Interventions and Independence for Elders (LIFE) Study*), os autores verificaram os efeitos de dois anos de intervenção com exercícios físicos (envolvendo exercícios de caminhada, equilíbrio, flexibilidade e alongamento), na variabilidade intraindividual em quatro diferentes testes de tempo de reação, em idosos sedentários (70-90 anos). Os autores não encontraram reduções expressivas na VITR, nem mesmo para aqueles com maior aderência ao programa, sugerindo que a intensidade dos exercícios realizados, possivelmente, não foi suficiente para causar alterações significativas na função cognitiva. Além disso, o fato da amostra ser cognitivamente saudável e o tipo de intervenção aplicado foram outros fatores que poderiam explicar os resultados encontrados (BIELAK; BRYDGES, 2019).

2.6 EQUILÍBRIO, ENVELHECIMENTO E ATIVIDADE FÍSICA

As lesões na substância branca estão associadas com declínio funcional acentuado em longo prazo (DHAMOON *et al.*, 2018), impactando, conseqüentemente, no equilíbrio corporal. Em um estudo, com 97 participantes, foi encontrada associação entre o maior número de lesões na substância branca e dificuldade de permanecer com um pé apoiado (STARR *et al.*, 2003). Boisgontier *et al.* (2016), avaliaram adultos jovens e idosos em testes de equilíbrio e imagens cerebrais por ressonância magnética. Os idosos (média: 69 ± 5 anos) tiveram pior desempenho, principalmente nas tarefas de equilíbrio mais complexas. A densidade da substância cinzenta

foi associada com o equilíbrio, sendo que a menor densidade foi capaz de prever a instabilidade postural e a maior chance de queda.

A capacidade cognitiva, principalmente nas tarefas de função executiva (TANGEN *et al.*, 2014) e capacidade global (LEANDRI *et al.*, 2015), também está associada ao desempenho nos testes de equilíbrio. Em uma amostra de 70 mulheres (41-93 anos), sem comprometimento cognitivo, a estabilidade postural, mensurada por meio da oscilação do centro de pressão (COP), foi capaz de explicar a variação no desempenho da tarefa cognitiva (LEANDRI *et al.*, 2015).

Recentemente, a velocidade de processamento de informações tem sido associada ao risco de quedas (WELMER *et al.*, 2016; DAVIS *et al.*, 2017). Um estudo prospectivo, com 12 meses de seguimento, avaliou 288 idosos (≥ 70 anos) com histórico de quedas, quanto aos parâmetros cognitivos e incidência de quedas. Os resultados mostraram que a velocidade de processamento foi associada com o risco de quedas em diversos contextos, inclusive, naqueles mais graves (DAVIS *et al.*, 2017).

A prevalência de quedas aumenta com o avanço da idade (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2007) e pode resultar em fraturas, hospitalizações, perda da autonomia e até mesmo, o aumento do risco de mortalidade (WILLIAMS *et al.*, 2015; PEETERS *et al.*, 2015). O sexo feminino, o avanço da idade, comportamentos de risco (fumar, sedentarismo, ingestão de álcool) e a presença de condições crônicas (dentre elas as doenças cardiovasculares) são fatores associados às quedas (CHANG *et al.*, 2015; GALE; COOPER; SAYER, 2016; JANSEN *et al.*, 2016).

As quedas são multifatoriais (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2007), no entanto, prejuízos no equilíbrio estão fortemente associados à ocorrência desse desfecho (BIRD *et al.*, 2013; JOHANSSON *et al.*, 2017). Os prejuízos no equilíbrio ocorrem de maneira progressiva com o avanço da idade e são o principal fator de risco para quedas, conforme é observado em estudos prospectivos (BIRD *et al.*, 2013; JOHANSSON *et al.*, 2017; ZHOU *et al.*, 2017).

O estudo de Bird *et al.* (2013) avaliou 69 idosos (60-85 anos), em 2010 e 2013 e verificou o aumento do número de quedas, maior oscilação do COP mediolateral, pior equilíbrio dinâmico (TUG) e redução do nível de atividade física nesse período. Os participantes tiveram maior risco de queda após os 3 anos de seguimento. Os autores sugerem que a redução nos níveis de atividade física, principalmente no treinamento contra resistência nessa amostra, pode ter contribuído para a redução da estabilidade postural e aumento do número de quedas (BIRD *et al.*, 2013).

Johansson *et al.* (2017), analisaram a incidência de quedas de 1887 idosos (≥ 70 anos) durante 12 meses e verificaram que quanto maior a oscilação postural na linha de base, maior a chance de cair, além disso, os caidores apresentaram menor força muscular e pior desempenho no TUG. Zhou *et al.* (2017), investigaram 738 participantes (≥ 70 anos), em dois anos de seguimento, e realizaram análise de parâmetros da estabilidade postural e número de quedas. Os autores concluíram que os idosos com baixa complexidade da oscilação postural apresentaram maior risco de quedas.

Apesar da maioria dos estudos avaliar risco de quedas e equilíbrio de idosos (>60 anos), estudo com amostra mais jovem, identificou a necessidade de intervenções para a prevenção de quedas antes mesmo dos 50 anos (NITZ; STOCK; KHAN, 2013). Nitz, Stock e Khan (2013) reportaram dados preocupantes, na linha de base do estudo, cerca de 10% das mulheres entre 40-60 anos já tinham caído pelo menos uma vez, 35% caíram durante os 9 anos de acompanhamento do estudo e, 20% relataram incidência de fratura.

O sistema de controle postural sofre influência dos déficits sensorial e motor associados ao envelhecimento (YEH *et al.*, 2015; MACHADO *et al.*, 2017). Além disso, idosos demoram mais tempo para processar feedbacks visuais, para realizar movimentos de correção postural, tem menor sensibilidade proprioceptiva e recrutam menos fibras musculares do que adultos jovens (YEH *et al.*, 2015; ELLIOT *et al.*, 2010; TOLEDO; BARELA, 2010).

A avaliação da estabilidade postural, por meio do centro de pressão (COP) na plataforma de força, é amplamente utilizada na literatura, gerando diversas variáveis de análises (oscilação anteroposterior e mediolateral, média da velocidade, deslocamento e o desvio padrão da velocidade mediolateral) (MOGHADAM *et al.*, 2011). A utilização de medidas diretas de estabilidade postural tem como vantagem a redução na variabilidade de desempenho no teste e redução da subjetividade. A posturografia permite, de maneira padronizada, a avaliação objetiva e quantitativa do equilíbrio. Além disso, possibilita entender o controle postural e seus mecanismos (VISSER *et al.*, 2008). Essas medidas também são sensíveis ao estado cognitivo dos avaliados, ou seja, quanto maior o comprometimento cognitivo, maior o nível de instabilidade postural (DESCHAMPS *et al.*, 2014).

Testes funcionais ou clínicos também são utilizados como medidas de risco de quedas, dentre eles destacam-se: escala de equilíbrio de Berg (BBS), Tinetti, *Short Physical Performance Battery - SPPB* e *Timed up and go* (TUG) (PIIRTOLA; ERA, 2006). O TUG é um teste rápido, não exige equipamentos sofisticados e é utilizado em pesquisas e na prática clínica. É uma ferramenta que combina avaliação da marcha, equilíbrio e risco de quedas, onde o indivíduo precisa ficar em pé, andar, contornar um obstáculo e sentar novamente, de forma

rápida e segura (RIKLI; JONES, 1999; BARRY *et al.*, 2014; KOJIMA *et al.*, 2015; BENAVENT-CABALLER *et al.*, 2016). O TUG é fortemente correlacionado com outras medidas de equilíbrio (BBS), massa muscular (BIJLSMA *et al.*, 2013) e força de membros inferiores, visto a exigência de atividade muscular durante sua execução (BENAVENT-CABALLER *et al.*, 2016). Além disso, é capaz de prever o declínio em saúde e incapacidade nas atividades da vida diária (HUANG *et al.*, 2010). Assim, observa-se que essa medida é útil para avaliação de alterações no equilíbrio funcional, refletindo o desempenho em diversas atividades do cotidiano (BENAVENT-CABALLER *et al.*, 2016).

Apesar da evidência dos benefícios do exercício físico para a prevenção de quedas (STUBBS; BREFKA; DENKINGER, 2015; BLAKE *et al.*, 2018) e para a saúde em geral (POWELL; PALUCH; BLAIR, 2010; BOOTH; ROBERTS; LAYE, 2012), a prevalência de adultos e idosos que não alcançam as recomendações de atividade física é elevada e aumentam com o avanço da idade (VAGETTI *et al.*, 2013; GOBBI *et al.*, 2012; VIGITEL, 2013; BAUMAN *et al.*, 2016). Os baixos níveis de atividade física (NITZ; STOCK; KHAN, 2013) e o sedentarismo (THIBAUD *et al.*, 2012) estão associados com maior chance de quedas e fraturas. No estudo de Nitz, Stock e Khan (2013), com mulheres de 40 a 80 anos, àquelas que reportaram baixos níveis de atividade física na linha de base tiveram o dobro de chance de sofrer duas ou mais quedas nos anos subsequentes, comparadas com as mulheres que alcançaram as recomendações.

O efeito do treinamento contra resistência sobre o equilíbrio funcional, avaliado por meio do teste TUG, ainda é controverso (CHOU; HWANG; WU, 2012; GINÉ-GARRIGA *et al.*, 2014; JADCZAK *et al.*, 2018). No entanto, resultados positivos foram observados em estudos que variaram entre quatro (ORANGE *et al.*, 2019), 12 (DIAS *et al.*, 2015; TRABAL *et al.*, 2015) e 32 (MARQUES *et al.*, 2017) semanas de duração e frequência de duas a três vezes por semana.

No estudo de Marques *et al.* (2017), realizado com 71 mulheres (61-83 anos), o treinamento contra resistência (3x/sem), resultou em benefícios nos testes de equilíbrio estático, no TUG e nos parâmetros de oscilação do COP. Esses benefícios aconteceram, principalmente, pela relação entre o equilíbrio e a força muscular (CATTAGNI *et al.*, 2014; MARQUES *et al.*, 2017).

No estudo de Gonzalez *et al.* (2014), foi verificado o efeito de 6 semanas (2x/sem) de treinamento contra resistência progressivo (8 exercícios – 3 séries de 8-15 repetições) no equilíbrio. Os resultados mostraram que, em uma amostra de 23 idosos (≥ 60 anos), houve 42% de melhora no desempenho do teste de apoio com uma perna.

Cinquenta e quatro idosos (≥ 65 anos) participaram do estudo de Lustosa *et al.* (2011). Foram realizados 6 meses de TCR, treinamento de equilíbrio ou treinamento combinado, com frequência de 4 vezes por semana, e o equilíbrio foi mensurado por meio do teste de alcance funcional. Os resultados mostraram que o treinamento contra resistência foi mais efetivo na melhora do equilíbrio.

Programas de treinamento contra resistência que utilizaram máquinas e tiveram curta duração (10-12 semanas) apresentaram resultados promissores no equilíbrio. Intensidades de treinamento alta e baixa podem resultar em efeitos positivos, sendo a baixa intensidade mais relacionada ao equilíbrio estático (ORR; RAYMOND; SINGH, 2008). No entanto, existem inconsistências quanto ao efeito do treinamento contra resistência no equilíbrio (LOW; WALSH; ARKESTEIJN, 2017). Autores sugerem que a grande variedade de características do treinamento e os diferentes protocolos de avaliação do equilíbrio dificultam a comparação (ORR; RAYMOND; SINGH, 2008). Outro fator que contribui para esses resultados é que, talvez, a força muscular não seja o principal fator que influencia no equilíbrio de idosos. Trata-se de uma habilidade complexa, que depende da integração de diversos sistemas (visual, vestibular, cognitivo, somatossensorial, motor) e, somente a combinação do bom funcionamento de todos os sistemas resultará em melhora do equilíbrio (HORAK, 2006).

2.7 EXERGAMES

Os jogos eletrônicos ativos, ou *exergames*, são jogos virtuais que necessitam de interação e esforço físico do participante. Esses jogos possuem regras específicas e objetivos a serem alcançados, fornecendo feedbacks aos jogadores durante a prática. Atualmente, o avanço tecnológico permite desenvolver jogos altamente motivacionais e bem projetados, levando os jogadores à imersão no mundo virtual. Esses elementos contribuem para estimular a participação nos jogos e aumentar o nível de atividade física dos participantes (LIEBERMAN *et al.*, 2011).

Na história dos *exergames*, destacam-se alguns lançamentos importantes. Em 1998, foi lançada a plataforma de dança DDR (*Dance Dance Revolution*), um jogo de passos de dança onde o jogador pressiona, com os pés uma seta, de acordo com a indicação no monitor (frente, atrás ou laterais), sincronizado com uma música (DILL, 2013). Atualmente, esse tipo de jogo possui versões com tapetes de dança que podem ser conectados à diferentes consoles. Em 2007, chegou ao mercado o *Wii Fit™*, lançamento da Nintendo, com uma plataforma de equilíbrio e

diversas possibilidades de práticas. A sensibilidade da plataforma desafia os jogadores a terem mais controle dos movimentos em práticas de ioga, jogos de equilíbrio, ginástica localizada e exercícios aeróbios (step e corrida). Após dois anos, a mesma empresa lançou o *Wii Sports™*, onde os jogadores puderam competir em jogos de boliche, boxe, tênis, beisebol e golfe por meio de um “controle remoto” com sensor de movimento (TANAKA *et al.*, 2012).

Em 2010, foram lançados sensores mais modernos, com medidas mais precisas de tempo de reação e aceleração, resultando em novas possibilidades de prática. O *PlayStation Move™*, da Sony®, utiliza controle similar ao *Wii*, porém muito mais preciso e reconhecendo o posicionamento do jogador em 3D. Mesmo assim, o grande diferencial foi o lançamento do *Xbox360 Kinect™*, da Microsoft® (Microsoft, Redmond, WA, USA), que dispensou o controle de mão, permitindo aos jogadores ampla variedade de movimentos, além do reconhecimento do corpo inteiro, captados por uma câmera com detecção em profundidade e representados na tela por um avatar (TANAKA *et al.*, 2012).

Além dos jogos comerciais mundialmente conhecidos, nos últimos anos, muitos jogos foram desenvolvidos por pesquisadores e adaptados para computadores, consoles ou sensores de movimentos (MATALLAOUI *et al.*, 2017). Destacam-se os jogos criados especificamente para fins de reabilitação (CHAN *et al.*, 2010; TROMBETTA *et al.*, 2017) e aqueles de interação virtual por meio de telas acopladas em bicicletas (ANDERSON-HANLEY *et al.*, 2012) e esteiras ergométricas (MIRELMAN *et al.*, 2016).

Os *exergames* podem diminuir as limitações ambientais para a prática de exercícios, sendo utilizados em diversos lugares, tais como academias, escolas ou em casa, não ocupam muito espaço, podem ser adaptados para diversas idades, habilidades físicas e limitações (LIEBERMAN *et al.*, 2011; MAILLOT; PERROT; HARTLEY, 2012; KIM *et al.*, 2013; MORRISON *et al.*, 2018). Outra vantagem é a possibilidade de jogar em grupo e promover a socialização entre gerações (jovens e idosos, por exemplo) (KOOIMAN; SHEEHAN, 2014; STRAND *et al.*, 2014). A partir do advento dos *exergames*, muitos estudos foram desenvolvidos a fim de entender os efeitos físicos, cognitivos e psicossociais desse tipo de prática (KARI, 2014; NAUGLE; WIKSTROM, 2014; GLEN *et al.*, 2017; HOWES *et al.*, 2017; NGUYEN *et al.*, 2017).

Os programas de exercícios baseados em *exergames* têm sido estudados como uma alternativa para melhorar a saúde de crianças e adolescentes (GAO *et al.* 2015), bem como, de adultos e idosos (HÖCHSMANN; SCHÜPBACH; SCHMIDT-TRUCKSÄSS, 2015; OGAWA; YOU; LEVEILLE, 2015; HOWES *et al.*, 2017). De maneira geral, os estudos realizados com idosos mostraram benefícios em parâmetros metabólicos (KEMPF; MARTIN, 2013;

HÖCHSMANN; SCHÜPBACH; SCHMIDT-TRUCKSÄSS, 2015), cognitivos (MAILLOT; PERROT; HARTLEY, 2012; ORDNUNG *et al.*, 2017; GUIMARÃES; BARBOSA; MENEGHINI, 2018) e no desempenho motor (LARSEN *et al.* 2013, QUEIROZ *et al.*, 2017). Sabe-se, também, que os *exergames* podem resultar no aumento dos níveis de atividade física (KLOMPSTRA; JAARSMA; STRÖMBERG, 2014; STRAND *et al.*, 2014), na melhor percepção sobre a saúde (WOLLERSHEIM *et al.*, 2010; STRAND *et al.*, 2014; MENEGHINI *et al.* 2016), no controle postural e na redução do risco de quedas (GSCHWIND *et al.*, 2015; MORRISON *et al.*, 2018).

Os jogos eletrônicos ativos são similares em seu objetivo principal (interação virtual por meio de movimentos corporais), no entanto, as características dos exercícios físicos praticados diferem muito entre os consoles e os tipo de jogo (TANAKA *et al.*, 2012; BLEAKLEY *et al.*, 2015), dificultando a comparação entre eles. Dentre a variedade de jogos disponíveis no mercado de realidade virtual, a prática esportiva tem boa aceitação dos usuários por simular as características importantes dos jogos, como competição, cooperação, regras e movimentos, no entanto, dispensa a necessidade da técnica mais apurada. São exemplos desses tipos de jogos: *Wii Sports*, *Kinect Sports*, *Summer Stars (Kinect)*, e alguns jogos da plataforma de equilíbrio *Wii (Ski Slalom, Ski Jump, Snowboard Slalom)*. Assim, os *exergames* são uma alternativa para prática de atividade física, que incorporam exercícios aeróbios não convencionais, de caráter intermitente, com estimulação cognitiva por meio da interação com a tela e o jogo (LIEBERMAN *et al.*, 2011; DILL, 2013; TANAKA *et al.*, 2012; STANMORE *et al.*, 2017).

2.7.1 Exergame e tempo de reação

Intervenções com videogame sedentários foram ferramentas importantes para a melhora cognitiva de idosos (ANGUERA *et al.*, 2013). Quando associados ao exercício físico podem ter resultados ainda melhores, isso porque combinam aspectos do treinamento motor com o treinamento cognitivo: enquanto o participante observa o que está acontecendo na tela, precisa executar movimentos coordenados. Adicionalmente, estudos de revisão sistemática e metanálise (HOWES *et al.*, 2017; STANMORE *et a.*, 2017) têm mostrado que intervenções com jogos eletrônicos ativos resultam em benefícios cognitivos, inclusive na velocidade de processamento.

Maillot, Perrot e Hartley (2012), realizaram uma pesquisa com 30 idosos (M= 73,47 anos), randomizados em grupo controle (inativo) e grupo experimental com *Wii Sports*. Ao final

do programa (60 min/sessão, 2x/sem, 12 semanas), os participantes do grupo experimental apresentaram benefícios cognitivos expressivos, com a melhora nas tarefas de controle executivo, tempo de reação simples e de escolha (MAILLOT; PERROT; HARTLEY, 2012).

Wu *et al.* (2019) verificaram redução do tempo de reação, nas tarefas congruente e incongruente, no teste de Stroop após 12 semanas de treinamento (60 min, 3x/sem) com a plataforma de corrida e saltos Exeheart (D&J Humancare) em participantes diagnosticados com síndrome metabólica (50-80 anos). Neste mesmo estudo, o grupo controle (treinamento aeróbio tradicional) obteve benefícios similares no teste de Stroop, porém, somente o grupo *exergame* melhorou a atenção seletiva na tarefa congruente, mensurada por meio da atividade elétrica cerebral (WU *et al.*, 2019). Outra intervenção *home-based* não-supervisionada com dois diferentes *exergames* (exercícios de equilíbrio e força utilizando Kinect versus jogo Stepmania) mostrou melhora após 16 semanas no tempo de reação simples (teste *finger-press*) bem como no tempo de resposta e eficiência do teste de Stroop (tarefa incongruente) (GSCHWIND *et al.*, 2015).

No estudo de Eggenberger *et al.* (2016), 8 semanas de intervenção (3x/sem, 30 min/sessão) utilizando tapete de dança, resultou em benefícios na velocidade de processamento e no desempenho motor. Os autores sugerem que as alterações na tarefa de tempo de reação foram associadas com a melhora na ativação cerebral no córtex pré-frontal durante caminhada. Garcia *et al.* (2016) e Nagano *et al.* (2016) verificaram melhora do tempo de resposta em tarefa de passo (*stepping choice reaction test*) e tarefa de salto vertical, respectivamente. Ambos utilizaram intervenção com tapete de setas (dança) durante 12 semanas.

Diferente dos estudos apresentados, Ordnung *et al.* (2017), não encontraram alterações significativas nos testes cognitivos com uma intervenção de 6 semanas (2x/sem) utilizando jogos esportivos (Summer Stars 2012) no Kinect. Os autores sugerem que, apesar da melhora no desempenho dos jogos, fatores como o curto período de treinamento, os testes selecionados e a amostra do estudo (com estilo de vida ativo e saudável) podem ter contribuídos para esses resultados. Bakar *et al.* (2018) também não observaram alteração significativa no tempo de reação auditivo e visual em adultos jovens, após 12 semanas de intervenção (30 min, 3x/sem) com Xbox360 Kinect Adventures.

Na metanálise de Stanmore *et al.* (2017), o efeito de intervenções com *exergames* na cognição de pessoas com e sem doenças (doença de Parkinson, acidente vascular encefálico, esquizofrenia) foi investigado. Foram observados efeitos favoráveis significativos quando comparados ao grupo controle para cognição global. Quando analisados somente os ensaios clínicos randomizados (ECR), houve efeito positivo, porém com menor magnitude. As

intervenções com *exergames* tiveram resultados superiores aos controles ativos (somente atividade física). Quando analisados os domínios cognitivos, destacaram-se os efeitos positivos na função executiva e na velocidade de processamento atencional. No entanto, em todas as análises, os estudos apresentaram heterogeneidade elevada, sendo necessários mais estudos para comprovar o efeito desse tipo de intervenção.

2.7.2 *Exergame e equilíbrio*

Existem resultados preliminares mostrando que os *exergames* são capazes de causar alterações na estabilidade postural e na integridade da substância branca (PROSPERINI *et al.*, 2014). O estudo de Prosperini *et al.* (2014), verificou que o treinamento de 12 semanas com a plataforma de equilíbrio do Nintendo Wii, em pacientes com esclerose múltipla, resultou no aumento da mielinização na substância branca cerebelar. Esse aumento foi correlacionado com a melhora da estabilidade postural dos participantes.

Em idosos, intervenções de curta duração (6-7 semanas) observaram melhora em diferentes medidas de equilíbrio, utilizando o Kinect Adventures (BACHA *et al.*, 2018) e XaviX *Measured Step System* (LAI *et al.*, 2013). Seis semanas de treinamento com tapete de passos e console da Xavix foram suficientes para melhorar os resultados do TUG e da oscilação do COP (LAI *et al.*, 2013). No estudo de van Diest *et al.* (2016), 10 idosos realizaram 6 semanas (3x/sem; 30 min) de intervenção em casa (*home-based*), com um jogo de patinação no gelo utilizando o Kinect. A intervenção resultou em melhoras no controle da estabilidade nas posturas estáticas de olhos abertos e olhos fechados.

Gschwind *et al.* (2015), avaliaram 16 semanas de intervenções não supervisionadas com tapete de passos (n=39) ou treinamento de equilíbrio e força utilizando Xbox360 Kinect (n=24). Apesar de ambos os grupos realizarem treinamento de equilíbrio, não houve melhora na oscilação postural. Os autores acreditam que as diferenças na amostra (mais frágil) e no foco (tarefas cognitivas) do grupo com o tapete de passos justificam os resultados, quando comparados à intervenções similares que observaram efeitos positivos (SCHOENE *et al.*, 2013). Na intervenção com Kinect, o tempo de prática dos participantes foi muito baixo (mediana: 17 min/sem) e pode ter influenciado nos resultados.

As intervenções que utilizaram jogos com simulação de prática esportiva verificaram melhora no teste TUG (MAILLOT; PERROT; HARTLEY, 2012; QUEIROZ *et al.*, 2017). No estudo de Karahan *et al.* (2015), um programa de exercícios de 6 semanas (30 min, 5x/sem) com *Kinect Sports* e *Kinect Adventures* resultou em melhoras no equilíbrio funcional (BBS e

TUG). Os resultados do *exergame* (n=48) foram superiores ao grupo controle (n=42), que realizou exercícios de equilíbrio e força muscular em casa.

Apesar dos resultados positivos apresentados, estudos de revisão e metanálise não são consistentes quanto às evidências de benefícios dos exercícios com jogos eletrônicos ativos no desempenho de tarefas de velocidade de processamento, estabilidade postural e equilíbrio (STANMORE *et al.*, 2017; TAYLOR *et al.*, 2018). Além disso, poucos estudos avaliaram a estabilidade postural por medida objetiva, como a plataforma de força (GATICA-ROJAS; MÉNDEZ-REBOLLEDO, 2014; CHOI *et al.*, 2017). De maneira geral, os estudos possuem metodologias frágeis que dificultam a comparação. Sendo necessários estudo mais controlados para que seja possível encontrar evidências e fazer recomendações quanto ao uso de *exergames* (LARSEN *et al.*, 2013; STANMORE *et al.*, 2017; TAYLOR *et al.*, 2018).

3 MÉTODOS

3.1 CARACTERÍSTICAS DO ESTUDO

Trata-se de um ensaio clínico randomizado, paralelo, de superioridade (grupo experimental e grupo controle ativo) (BOUTRON *et al.*, 2008; MOHER *et al.*, 2010) e aberto. Este estudo foi conduzido por 13 semanas entre julho e outubro de 2017. Inicialmente, o estudo estava previsto para ter 16 semanas de intervenção, contudo, devido ao número de desistências, decidiu-se por antecipar o encerramento.

O protocolo de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) (CAAE nº: 64415516.8.0000.0121) (APÊNDICE A). Todos os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (APÊNDICE B). O protocolo desta pesquisa foi registrado e publicado no Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos sob o número RBR-7fh22d.

3.2 PARTICIPANTES

Foram incluídos indivíduos com 50 anos ou mais, de ambos os sexos, que declararam não participar de programas de exercício físico, com orientação profissional, no mês anterior à entrevista. Os critérios de exclusão aplicados foram: doença de Alzheimer; doença de Parkinson; doenças neurológicas incapacitantes; doenças metabólicas e cardiovasculares graves; lesão ortopédica (que dificultasse ou impedisse a realização das atividades propostas); uso de medicamentos antipsicóticos; e, contato com jogos eletrônicos ativos nos 12 meses anteriores a entrevista. Todos os critérios foram aplicados com base no relato dos participantes.

Durante a intervenção, os participantes foram orientados a não participar de outro programa de exercícios físicos e ter frequência de, no mínimo, 75% nas sessões. No entanto, nenhum participante foi excluído do programa ou das análises principais por esses critérios.

3.3 RECRUTAMENTO E DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO

A divulgação da pesquisa foi realizada por meio da distribuição de panfletos e cartazes nas dependências e arredores da UFSC (centros de ensino, reitoria, hospital universitário, postos de saúde, mercados, centros sociais, entre outros). A divulgação eletrônica ocorreu por meio da Agência de Comunicação da UFSC, com lançamento da notícia por e-mail para os assinantes

do “Divulga UFSC”, e por meio das redes sociais. Alguns profissionais de Educação Física, atuantes nos postos de saúde de Florianópolis, foram comunicados sobre o projeto e solicitadas as listas de espera para as atividades físicas de cada posto de saúde.

As avaliações iniciais foram divididas em duas etapas. Na primeira etapa, os indivíduos responderam questões referentes aos critérios de elegibilidade (questões sociodemográficas, de estilo de vida e saúde) e realizaram o teste de desempenho cognitivo global (MoCA), essa avaliação durou cerca de 20 minutos (APÊNDICE C). Na segunda etapa, a avaliação consistiu no preenchimento dos questionários, avaliação da pressão arterial, realização dos testes cognitivos e motores. Essa etapa teve duração de, aproximadamente, duas horas.

As avaliações finais (pós-intervenção) foram realizadas em apenas uma visita, com duração de, aproximadamente, duas horas e 15 minutos. Todas as avaliações foram realizadas pelos mesmos avaliadores no pré – pós, para diminuir o erro inter-avaliador. As avaliações finais foram realizadas, preferencialmente, no mesmo período do dia das avaliações iniciais (JORGENSEN *et al.*, 2012).

Após as avaliações iniciais, os participantes foram randomizados para os grupos de intervenção: treinamento baseado em *exergames* (EXE) e treinamento contra resistência (TCR), por um estatístico sem envolvimento com a pesquisa. Para garantir a distribuição similar entre os grupos, foram considerados para o sorteio: a presença de hipertensão arterial (presença / ausência), a idade (≤ 64 anos / ≥ 65 anos) e o sexo (feminino / masculino). Os participantes foram comunicados sobre a alocação por meio de contato telefônico pelo pesquisador responsável.

Apesar de nenhum dos envolvidos na pesquisa estar “cegado” quanto à alocação dos participantes, os procedimentos foram padronizados a fim de minimizar possíveis vieses. Em estudos com intervenção por meio de exercício físico o cegamento na alocação dos participantes não é possível.

A coleta de dados e as intervenções foram conduzidas nas dependências do Centro de Desportos da UFSC.

3.4 INTERVENÇÕES

As intervenções foram realizadas três vezes por semana, em dias alternados, com duração de 50-60 minutos cada sessão, durante 13 semanas. Antes de iniciar a intervenção, os participantes realizaram 3 sessões de adaptação aos exercícios, para familiarização com as atividades. Todas as sessões foram compostas por exercícios de aquecimento (5 minutos

iniciais), parte principal (40-50 minutos) e volta a calma (5 minutos finais). No Apêndice D, são apresentados os exercícios de aquecimento e volta a calma realizados com os participantes. Todas as sessões foram monitoradas por alunos de graduação e pós-graduação em Educação Física. Todos os instrutores participaram de uma padronização dos procedimentos. A proporção de instrutores por participante foi de, no mínimo, 1:2 para o EXE e 1:3 para o TCR.

3.4.1 Exercício físico baseado em *exergames*

As atividades foram realizadas em sala organizada e equipada para a realização intervenção, com uma tela de projeção (TES TRM – 180S) de 240 cm x 180 cm, projetor Epson Powerlite® S3 (Epson America, Inc., Long Beach, CA, USA), conjunto de caixas de som Multilaser® 1W (Multilaser Industrial AS, São Paulo, SP, Brasil). O espaço da área de jogo foi colocado um tatame/tapete EVA. Utilizou-se o console Xbox 360 com Kinect™ (Microsoft, Redmond, WA, USA) para essa intervenção. As atividades selecionadas fazem parte do *Kinect Sports Ultimate Collection™* e do *Kinect Adventures™*. A escolha das modalidades esportivas foi baseada em uma pesquisa anterior (GUIMARÃES; BARBOSA; MENEGHINI, 2018) e no estudo piloto (dados não publicados), sendo incluídos minijogos (curta duração e jogados individualmente), jogos completos (competição tradicional, geralmente jogada em dupla) e as atividades de aventura. Uma breve descrição de cada jogo é apresentado no quadro abaixo (Quadro 1). As sessões foram compostas por quatro jogos diferentes (APÊNDICE E) e, com o intuito de aumentar a motivação dos participantes, a cada cinco sessões, houve uma sessão livre, onde os participantes puderam escolher os jogos. Todos os jogos foram disponibilizados na língua portuguesa e cada participante teve seu próprio *avatar* (personagem no jogo com características físicas parecidas). As sessões foram executadas, em duplas ou individualmente. Os participantes iniciaram os jogos no nível mais baixo de dificuldade. A progressão do treinamento se deu com o aumento da dificuldade dos jogos (em 4 níveis diferentes, do iniciante ao profissional), considerando o desempenho dos participantes (realização dos movimentos corretos e habilidade necessária para o nível do jogo). As regras foram explicadas antes de cada prática e, se necessário, repetidas durante a sessão. Os participantes foram encorajados, em todas as sessões, a realizarem o melhor desempenho possível nos jogos. Os instrutores foram responsáveis pelo manuseio do console e dos jogos, controle de progressão de dificuldade e do tempo em cada jogo.

Quadro 1 – Descrição dos jogos de *exergames* utilizados.

| Jogo (categoria) | Descrição |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Boliche (jogo) | Requer ao jogador alcançar a esquerda ou direita para pegar uma bola e balançar o braço para frente pra concluir a jogada. |
| Boxe (jogo) | Os jogadores devem usar ambos os braços para socar e bloquear os adversários. |
| Corrida de pinos (minijogo) | Bolas de boliche são disponibilizadas em ambos os lados, o participante deve pegar as bolas e lançar para derrubar o maior número de pinos. |
| Futebol (jogo) | Este jogo tem 5 jogadores de cada lado; o participante assume o controle do jogador que estiver com a bola ou mais perto dela, inclusive do goleiro; é possível dar passes, bloquear, chutar a gol e fazer defesas. |
| Super defesa (minijogo) | O participante é um goleiro de futebol e precisa bloquear os chutes do atacante. |
| Chute a gol (minijogo) | O jogador deve chutar bolas ao gol para acertar alvos predeterminados e tentar evitar que o goleiro faça o bloqueio. |
| Dardo (minijogo) | O participante escolhe com qual das mãos será feito o lançamento, corre no lugar (levantando os joelhos) e executa o movimento do braço para lançar o dardo. |
| Disco (minijogo) | É escolhida com qual das mãos será feito o lançamento, o participante se posiciona e realiza o movimento do braço e do tronco para lançar o disco. |
| Esqui (jogo) | O jogador desce uma pista de esqui tendo que passar entre as bandeiras; é possível inclinar-se para os lados (curvas) e aumentar a velocidade mantendo-se agachado. |
| Tênis (jogo) | O participante escolhe em qual das mãos fica a raquete para servir, durante o jogo pode rebater com <i>forehand</i> , <i>backhand</i> e <i>smash</i> . |
| Tênis de mesa (jogo) | É necessário que os jogadores alcancem à esquerda ou à direita para pegar a raquete antes de servir, durante o jogo é possível incorporar <i>topspin</i> , <i>backspin</i> e <i>smash shot</i> |
| Contagem de ralis (minijogo) | Trata-se de uma partida de tênis de mesa, onde o jogador é desafiado a manter uma única jogada pelo maior tempo possível. |
| Vôlei de praia (jogo) | O participante assume a posição de um jogador; durante o jogo é possível realizar saque, recepção, passe, ataque e bloqueio. |
| <i>Body Ball</i> (minijogo) | São lançadas bolas de vôlei por cima da rede e o jogador precisar rebater, com a parte do corpo indicada (cabeça, mãos ou pés) o maior número de bolas possíveis. |
| Bolha espacial (aventura) | O objetivo do jogo é estourar bolhas no espaço; a atividade requer movimento de todo o corpo para os lados, frente e atrás. |
| Corredeiras (aventura) | O participante guia um bote de <i>rafting</i> por um rio, evitando obstáculos e coletando moedas, por meio de movimentos laterais e saltos. |
| Cume dos reflexos (aventura) | Durante o jogo, os indivíduos permanecem na plataforma virtual que se movimenta em uma pista; ao longo do percurso é necessário evitar os obstáculos (saltando, agachando e esquivando) e coletar as moedas. |
| Vazamentos (aventura) | Os participantes estão dentro de um aquário e precisam tapar os vazamentos que surgem, podendo usar qualquer parte do corpo (mais utilizados são mãos e pés) |

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

3.4.2 Treinamento contra resistência (TCR)

O TCR foi realizado em uma sala de musculação, equipada com pesos livres e máquinas (Righetto[®], Freestyle, São Paulo, Brasil). A prescrição do treinamento foi baseada nas recomendações do *American College of Sports Medicine* (ACSM) e *American Heart Association* (AHA), de acordo com Nelson *et al.* (2007). Em todas as sessões, os participantes realizaram 10 exercícios, com cargas individualizadas e progressivas que permitiam a execução de 3-4 séries de 8 a 17 repetições, de acordo com a periodização. A carga inicial foi estabelecida na semana de familiarização ao treinamento e consistiu na carga necessária para realizar 17-19 repetições máximas. A periodização do treinamento foi realizada com a modificação do número das séries e repetições, de acordo com o quadro no Apêndice F. Os exercícios incluídos foram: *leg press* sentado, flexão de joelho sentado, extensão de joelho sentado, panturrilha sentado, remada baixa na máquina, crucifixo na máquina, flexão de cotovelo em pé (halter e barra), extensão de cotovelo (máquina e polia), abdominal supra e extensão de tronco. A progressão das cargas foi realizada sempre que o indivíduo executasse, de maneira correta, as duas primeiras séries na repetição máxima e na última série, ultrapassasse (em dois) o número de repetições máximas desejadas. A sequência de exercícios não foi padronizada para todos os indivíduos, no entanto, os exercícios multiarticulares foram realizados preferencialmente no início de cada sessão. Os participantes fizeram os exercícios para membros superiores e inferiores alternadamente. Os instrutores foram responsáveis pelo controle da progressão de cargas e orientação quanto à execução correta dos exercícios.

3.5 DESFECHOS

O quadro a seguir apresenta os desfechos e testes utilizados neste estudo:

Quadro 2 – Desfechos e testes.

| | DESFECHO | TESTE |
|------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| COGNIÇÃO | Tempo de resposta em tarefa simples | TR simples: Teste da sinaleira |
| | Tempo de resposta em tarefa complexa | Stroop TR1, Stroop TR2, Stroop TR3: Tempo médio no teste de Stroop (níveis 1, 2 e 3) |
| | Variabilidade intraindividual do tempo de resposta | Stroop CV1, Stroop CV2, Stroop CV3: Coeficiente de variação no teste de Stroop (níveis 1, 2 e 3) |
| EQUILÍBRIO | Equilíbrio estático | Área da elipse (OA, OF e UP) |
| | | RMS AP e ML (OA, OF e UP) |
| | | Velocidade AP, velocidade ML: Velocidade média do COP (OA, OF e UP) |
| | Equilíbrio funcional | 8-TUG: Teste <i>8-foot timed up and go</i> |
| TEMPO DE RESPOSTA DA PASSADA | Tempo de resposta em teste de passada | Tempo de reação |
| | | Tempo de movimento |
| | | Tempo de resposta |

Legenda: OA: olhos abertos; OF: olhos fechados; UP: um pé; RMS: raiz quadrática média; COP: centro de pressão. Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

3.6 COGNIÇÃO

3.6.1 Tempo de resposta em tarefa simples

O tempo de resposta (TR) em tarefa simples foi avaliado por meio do “teste da sinaleira” (disponível em: <http://www.cpaqv.org/aprendizagem/tr01.html>), que consiste em apertar uma tecla o mais rápido possível assim que surgir um estímulo visual (luz verde). O teste foi aplicado em um computador de mesa, com tela de 17 polegadas, estando o indivíduo sentado à frente da tela e do teclado do computador. O teste simula uma sinaleira de trânsito e o avaliado deveria apertar a tecla “Enter” para iniciar o teste e para confirmar a troca de cores. O teste iniciava com a sinaleira na cor amarela (Figura 2), o avaliado apertava uma vez a tecla para trocar para a cor vermelha e aguardava a troca para a cor verde, a cor verde é o estímulo para apertar a tecla novamente. O tempo entre a troca de cores vermelho-verde (pré-tempo) foi aleatório, com duração entre 1-7 segundos. Neste teste, o tempo de reação corresponde ao

intervalo entre o aparecimento da cor verde e a pressão na tecla “Enter”. Foram realizadas 5 repetições para familiarização com a tarefa (*practice*) e 5 repetições para avaliação, sendo computada a média das repetições (milissegundos; ms). Foram adotados como critérios de exclusão, tempos de resposta menores que 150 ms (antecipação ao estímulo) e maiores que 2000 ms (falta de atenção à tarefa) (ERA *et al.*, 2011).

Figura 2 – Tela inicial do teste da sinaleira.

| Teste | TR (em segundos) | Luzes | INICIAR |
|------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | <input type="text"/> |  |  |
| 2 | <input type="text"/> | | |
| 3 | <input type="text"/> | | |
| 4 | <input type="text"/> | | |
| 5 | <input type="text"/> | | |
| MÉDIA | <input type="text"/> | | |
| <input type="button" value="Recomeçar"/> | | | |

Fonte: <http://www.cpaqv.org/aprendizagem/tr01.html>.

3.6.2 Tempo de reação em tarefa complexa

O teste de Stroop (STROOP, 1935) modificado foi utilizado para medida de tempo de reação em tarefa complexa. Esse teste é utilizado para avaliação da velocidade de processamento, atenção seletiva e habilidade de inibir respostas habituais (PACHANA *et al.*, 2004). O teste foi aplicado por meio de um software desenvolvido pela equipe Sinapsi/ProA em 2010 (PROA, 2010). Dentre as vantagens desta versão, destaca-se a precisão do tempo de resposta, além da avaliação individual de cada item. O teste de Stroop modificado é constituído por três níveis:

Nível 1 (tarefa congruente): um retângulo colorido aparece no centro da tela com duas opções de respostas, o avaliado deve clicar na palavra que corresponde à cor do retângulo.

Nível 2 (tarefa incongruente): uma palavra aparece no centro da tela e abaixo dessa palavra, aparecem dois painéis com duas opções de cores (exemplo: “marrom” e “verde”). O objetivo do teste é que o avaliado clique, o mais rápido possível, na opção de resposta referente à cor da tinta com a qual a palavra está pintada (na figura abaixo, a opção correta é “verde”) (Figura 3).

Nível 3 (tarefa incongruente e elemento de pressão): ocorre da mesma forma que o nível 2, porém, apresenta uma “bomba-relógio” que fica contando os segundos (canto superior direito da tela da Figura 3), e, limita o tempo de resposta deste nível para 60 segundos.

Antes de cada nível são apresentadas as instruções da tarefa e as tentativas de aprendizagem. São necessários 3 acertos nas tentativas de aprendizagem para avançar para o teste. Os avaliados são instruídos a responderem o mais rápido possível. O teste foi realizado em um computador de mesa com tela de 19 polegadas e o avaliado sentado à frente do computador. Foi utilizado *mouse* óptico (Itautec) na mão de preferência indicada pelo avaliado. Esse teste foi realizado somente com as pessoas que relataram ter experiência com o uso de computadores e *mouse*, visto que a falta de habilidade de manuseio poderia interferir nos resultados.

O tempo médio de resposta nos 15 acertos foi calculado pelo *software* e o tempo médio de resposta (ms) de cada nível (Stroop TR1, Stroop TR2 e Stroop TR3) foi utilizado.

Figura 3 – Teste de Stroop modificado.



Fonte: (PROA, 2010)

3.6.3 Variabilidade intraindividual do tempo de resposta

O coeficiente de variação das 15 tentativas corretas em cada nível (1, 2 e 3) do teste de Stroop modificado foi utilizada como medida de variabilidade (Stroop CV1, Stroop CV2, Stroop CV3).

Para os participantes que não conseguiram desempenhar com sucesso algum nível do teste de Stroop, o pior valor da amostra para aquela avaliação foi imputado. Isso ocorreu para as variáveis de tempo de resposta e coeficiente de variação ($n_{\text{pré}} = 1$ participante (níveis 2 e 3); $n_{\text{pós}} = 1$ participante (nível 2) + 1 participante (nível 3)).

3.7 EQUILÍBRIO

3.7.1 Equilíbrio estático

O equilíbrio estático (estabilidade postural) foi avaliado por meio da execução de três testes:

Olhos abertos (OA): os participantes foram posicionados com os pés paralelos, com distância de 5 cm entre os maléolos mediais da tíbia, mantendo os braços ao longo do corpo e olhando para a frente. Três tentativas foram realizadas e o avaliado permaneceu nesta posição por 60 segundos, com intervalo de 60 segundos entre as tentativas.

Olhos fechados (OF): os participantes foram posicionados com os pés paralelos e mantendo distância de 5 cm entre os maléolos mediais (da tíbia), braços ao longo do corpo, cabeça para a frente e olhos fechados. Foram realizadas três tentativas, permanecendo nesta posição por 60 segundos, com intervalo de 60 segundos.

Um pé (UP): os participantes permaneceram apoiados no pé dominante, com o joelho da outra perna flexionado, braços ao longo do corpo e olhando para a frente. Foram realizadas no mínimo 3 e máximo de 7 tentativas, permanecendo nesta posição por 20 segundos, com intervalo de 60 segundos. Foram analisados somente os testes em que os participantes conseguiram permanecer com um pé apoiado durante os 20 s.

Nos testes com os olhos abertos, os participantes foram orientados a fixar o olhar em um ponto na parede, localizado a, aproximadamente, 3 m da plataforma, na altura dos olhos. Os testes de equilíbrio estático foram realizados sobre uma plataforma de força AMTI (OR6-6, *Advanced Mechanical Technology Inc.*, Watertown, MA, USA), medindo 50,8 cm x 46,4 cm. O centro de pressão (COP), bem como, forças e torques de reação ao solo em 3 direções (x: anteroposterior; y: mediolateral; z: vertical) foram amostrados a 2000 Hz.

3.7.1.1 Tratamento dos dados da plataforma de força

O tratamento dos dados brutos da plataforma de força foi realizado por meio do ambiente de programação MATLAB® (R2015b 8.6.0.267246, The MathWorks, Inc., Natick, Massachusetts, USA). Utilizou-se filtragem *low pass*, de terceira ordem, Butterworth com frequência de corte de 20Hz e aplicou-se a função “*detrend*” antes das análises (DUARTE,

FREITAS, 2010). Para o cálculo das variáveis do COP nos testes OA e OF, foi selecionado o intervalo de tempo entre 10 e 50 s (total de 40 s) e realizada a média das três medidas. No teste UP, foi selecionado o intervalo de tempo entre 5 e 15 s (total de 10 s) para a análise e utilizada a melhor medida (medida com menor valor). O início e o final dos testes foi removido a fim de evitar movimentação inicial e efeito de antecipação (RAYMAKERS; SAMSON; VERHAAR, 2005). Para os participantes que não conseguiram desempenhar com sucesso o teste UP foi imputado o pior valor da amostra (pré ou pós) em todas as variáveis calculadas (pré = 4 participantes; pós = 1 participante).

As seguintes variáveis foram calculadas para cada postura estática (OA, OF e UP) (DUARTE; FREITAS, 2010):

- Área da elipse: área elíptica onde 95% do deslocamento do COP está distribuído, apresentada em mm²;
- RMS (velocidade): raiz quadrática média (em inglês: *root mean square*) é uma medida de distribuição do deslocamento do COP que considera o tempo do teste, calculada separadamente para as direções anteroposterior (RMS AP) e mediolateral (RMS ML), em mm. Menores valores de RMS indicam maior habilidade de manter a postura ereta;
- Velocidade média: a velocidade média determina a velocidade do deslocamento do COP em cada direção (velocidade AP e velocidade ML), apresentada em mm/s. Foi calculada dividindo-se o comprimento total do COP pela duração do teste e quanto maior a velocidade média, menor é a habilidade de controle da postura (PALMIERI *et al.*, 2002).

Área da elipse, RMS e velocidade média foram selecionadas por serem algumas das medidas mais utilizadas na literatura e apresentarem, de maneira geral, boa validade e confiabilidade para avaliação do equilíbrio em idosos (RUHE; FEJER; WALKER, 2010; LI *et al.*, 2016, DUARTE; FREITAS, 2010, PALMIERI *et al.*, 2002). Ainda assim, como os protocolos utilizados para avaliação dos parâmetros do COP são diferentes entre os estudos, optou-se por fazer a análise de correlação intraclassa (ICC: medida média; modelo *two-way* de efeitos mistos; concordância absoluta), com a amostra deste estudo, utilizando as três medidas feitas na avaliação inicial. Os resultados confirmaram o bom nível de estabilidade (ICC>0,70; NUNNALLY, 1978) nos testes OA e OF (n=36) com média de ICC = 0,89 (min-máx.: 0,79-0,95). No teste UP (n=23), a estabilidade foi classificada como moderada (ICC>0,5) e a média das 5 variáveis foi ICC = 0,68 (min-máx.: 0,55-0,87). Detalhes dessa análise são apresentadas no Apêndice G.

3.7.2 Equilíbrio funcional

O equilíbrio funcional foi avaliado por meio do teste *8-foot timed up and go* (8-TUG) (RIKLI; JONES, 1999). Nesse teste, o indivíduo, sentado em uma cadeira (altura: 43 cm), deveria levantar e caminhar o mais rápido possível (sem correr) por 2,44 m, contornar um cone, retornar para a cadeira e sentar. O teste foi demonstrado pelo avaliador e os participantes realizaram uma tentativa como familiarização. Foram realizadas duas tentativas de avaliação e a média (em segundos) foi utilizada para as análises.

3.8 TEMPO DE RESPOSTA DA PASSADA

3.8.1 Tempo de resposta em teste de passada

O teste de passada consistiu em verificar o intervalo de tempo entre um estímulo visual e o início da marcha do avaliado. Esse teste foi realizado em uma passarela (8,70 m de comprimento; 1,50 m de largura; 9 cm de altura), onde duas plataformas de força AMTI® (50,8 cm x 46,4 cm) estavam centralizadas e paralelas (A e B), separadas por 26 cm, com superfície nivelada. O avaliador ficou posicionado em frente ao avaliado, aproximadamente, à 2 metros da plataforma B, com um controle remoto de onde partiu o estímulo visual (luz azul).

Quanto aos avaliados, primeiramente, determinou-se o pé dominante para posicioná-lo em cima da plataforma A, de frente para o avaliador. A gravação dos dados iniciou quando o participante foi alertado por meio do comando de voz “prepara”, para que estivesse atento ao aparecimento do estímulo visual. Quando a luz fosse acendida, o participante deveria caminhar, o mais rápido possível (sem correr), sendo o primeiro passo sobre da plataforma B. Foram realizadas três tentativas para familiarização dos participantes com as instruções e, posteriormente, o teste foi repetido 3 vezes, com intervalo de 15 segundos cada repetição. As variáveis analisadas foram baseadas no valor médio das três repetições.

3.8.1.1 Tratamento dos dados da plataforma de força para teste de caminhada

As forças verticais (F_z), amostradas a 2000 Hz, foram filtradas (*Butterworth* de terceira ordem, *low pass*, e frequência de corte de 20Hz) e analisadas utilizando o MATLAB. A figura

4 apresenta a visualização gráfica do teste e a identificação dos momentos analisados, sendo eles:

T0 = início da avaliação;

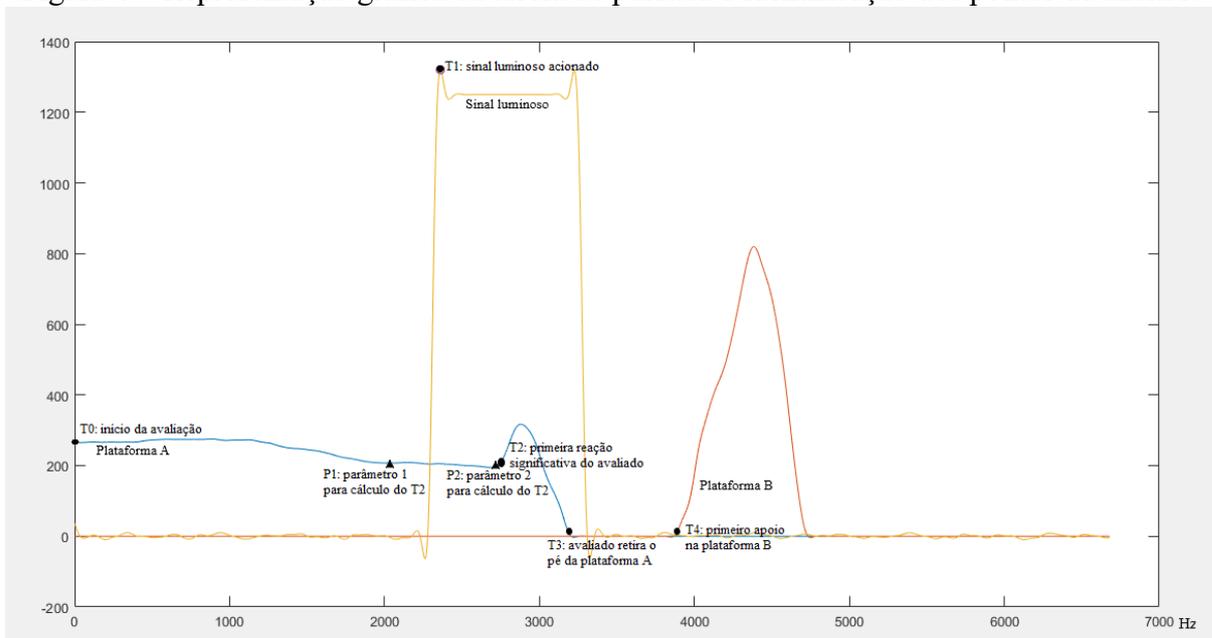
T1 = primeiro momento em que o sinal luminoso foi totalmente acionado;

T2 = quando, após o sinal luminoso, Fz oscila significativamente ($T2 = (P2 - P1) / 2 \pm 2DP$);

T3 = momento em que Fz da plataforma A atinge o valor de 10 (avaliado retira o pé da plataforma);

T4 = momento em que Fz da plataforma B atinge o valor de 10 (quando o avaliado encosta o pé na plataforma).

Figura 4 – Representação gráfica da tarefa de passada e identificação dos pontos de análise.



Fonte: Elaborada pelo autor (2016).

A partir da identificação dos tempos acima, as variáveis de análise foram calculadas:

- pré-período = $T1 - T0$
- tempo de reação = $T2 - T1$
- tempo de movimento = $T4 - T2$
- tempo de resposta = $T4 - T1$

O tempo pré-período (entre o sinal de atenção e o estímulo) não foi estabelecido previamente, no entanto, os valores não foram estatisticamente diferentes ($p > 0,05$) entre os grupos musculação ($\bar{x} = 1137 \pm 559$ ms) e *exergames* ($\bar{x} = 1222 \pm 559$ ms). Dois testes foram excluídos por problemas na gravação dos dados e em cinco testes não foi possível calcular o tempo de reação. Destes, quatro testes apresentaram impossibilidade de identificar o T2 e, em

um deles, o tempo de reação calculado foi menor que 100 ms e portanto, excluído (ERA *et al.*, 2011). Nos testes de estabilidade, as variáveis tempo de movimento (ICC = 0,81; IC95%: 0,68 – 0,90) e tempo de resposta (ICC = 0,85; IC95%: 0,74 – 0,92) obtiveram coeficientes satisfatórios (ICC>0,70) (NUNNALLY, 1978). O tempo de reação apresentou ICC = 0,45 (IC95%: 0,01 – 0,71).

3.9 VARIÁVEIS DESCRITIVAS

As informações descritivas da amostra, na linha de base, foram anotadas em formulário próprio (APÊNDICE C):

Sexo: masculino; feminino, anotado pelo entrevistador (a).

Idade: obtida em anos completos na data da entrevista e avaliada de forma contínua.

Anos de estudo: em anos completos de estudo (<12; ≥12 anos de estudo).

Estado civil: avaliada de forma nominal “casado/mora com companheiro; solteiro/sem companheiro; separado/viúvo”.

Estado de saúde: a percepção do estado de saúde foi avaliada por meio da pergunta “O estado de saúde do(a) Sr(a) é:” com 5 opções de resposta (escala Likert). Para fins de análise, as categorias foram agrupadas como percepções positivas (bom; muito bom) e negativas (regular; ruim; péssimo).

Histórico de queda – Foi avaliada por meio da questão: “Teve alguma queda nos últimos 12 meses?”. As respostas foram categorizadas em sim ou não.

Número de doenças: a presença de doenças crônicas foi avaliada por meio do questionamento, “Algum médico lhe disse, alguma vez que o(a) Sr.(a) tem... (hipertensão, problema cardíaco, problemas de colesterol, diabetes, problemas de coluna, osteoporose/osteopenia, artrite/ artrose, dificuldade auditiva, depressão, problema cognitivo, outros). Para a análise, o número total de morbidades foi apresentado como variável contínua.

Índice de massa corporal - O índice de massa corporal (IMC) foi calculado [IMC = massa corporal (kg) / (estatura em metros)²] e analisado de forma contínua, em kg/m². A massa corporal foi aferida em uma balança digital portátil (Britânia – Brasil), com precisão de 100 gramas. Os participantes foram orientados a subir na balança descalços e com a menor quantidade de roupa possível. A estatura foi verificada por meio de uma fita métrica fixada em uma parede sem rodapé. Os participantes foram posicionados de acordo com a padronização de Frisancho (1984) e a medida realizada após uma inspiração máxima. Foram realizadas duas medidas e utilizou-se a média para as análises.

Desempenho cognitivo - O desempenho cognitivo global foi avaliado pelo *Montreal Cognitive Assessment* – MoCA (NASREDDINE *et al.*, 2005), validado e adaptado para o Brasil por Memória *et al.* (2013). Trata-se de um teste utilizado para rastreamento de comprometimento cognitivo, abrangendo tarefas de diferentes funções cognitivas (função visuoespacial / executiva, nomeação, memória, atenção, linguagem, abstração, evocação tardia e orientação). A aplicação do MoCA gera pontuação máxima de 30 pontos, no entanto, para aqueles com escolaridade ≤ 12 anos foi adicionado 1 ponto. Essa variável foi analisada de forma contínua (pontos).

Percepção subjetiva do esforço (PSE) – Ao final de cada sessão, os participantes foram questionados, individualmente, sobre a percepção de esforço utilizando uma escala de 0 (repouso) a 10 (muito, muito intenso) (ANEXO A - BORG, 1982). Para a análise, foi utilizada a média de todas as sessões.

Escala de afetividade – A valência afetiva foi avaliada por meio de uma escala bipolar com 11 pontos, variando entre -5 (muito ruim) e +5 (muito bom) (HARDY; REJESKI, 1989). Ao final de cada sessão de exercício, os participantes foram instruídos a escolher um número ou descrição que melhor representasse seus sentimentos naquele momento. Foi utilizada a pontuação média de cada participante nas análises.

Aderência – A aderência aos programas de treinamentos (EXE e TCR) foi calculada por meio da frequência absoluta (número de sessões atendidas) e relativa [(número de sessões atendidas x 100) / número total de sessões disponibilizadas] nas sessões.

3.10 CÁLCULO AMOSTRAL

Para a realização do cálculo, no software G*Power (FAUL *et al.*, 2007), foi adotado o nível de significância de 5% e poder do teste de 80%, considerando a análise de variância (ANOVA) para modelo misto. O tamanho moderado do efeito de 0,5 (COHEN, 1988) foi utilizado para verificação de diferença mínima clinicamente significativa, sendo necessários 34 participantes.

3.11 ANÁLISE DAS VARIÁVEIS

O efeito dos treinamentos baseado em *exergames* e contra resistência foi analisado para os desfechos do estudo (tempo de reação em tarefa simples e tarefa complexa,

variabilidade intraindividual no tempo de reação, indicadores do equilíbrio estático e funcional e tempo de resposta em tarefa de passada).

3.12 PROCEDIMENTO ESTATÍSTICO

3.12.1 Intenção de tratar e imputação de dados

As análises principais de efetividade foram realizadas por meio da análise por intenção de tratar (ITT), incluindo todos os indivíduos randomizados, exceto uma retirada administrativa, na qual o consentimento para uso dos dados foi retirado. Para os casos de dados faltantes (*missing data*) foi adotada a estratégia de imputação múltipla (RUBIN, 2004), utilizando o software R e a técnica MICE (BUUREN; GROOTHUIS-OUDSHOORN, 2010) (métodos de imputação para variáveis quantitativas: "pmm", qualitativas binárias "logreg" e qualitativas ordinais "polyreg"). O modelo de imputação é apresentado, em detalhes, no apêndice H. Ao total, foram imputados 10 bancos de dados.

A qualidade da imputação foi avaliada por indicadores resultantes das análises estatísticas: fração de informação faltante e eficiência relativa.

3.12.2 Análise descritiva

As informações foram apresentadas em média e desvio-padrão para as variáveis contínuas; e frequência absoluta e relativa para as variáveis categóricas. A PSE e afetividade foram comparadas, entre os dois grupos de intervenção, por meio do teste t de *Student* para amostras independentes.

3.12.3 Análise dos desfechos

Para cada desfecho, foram conduzidas análises de variância (ANOVA) de modelo misto, considerando os efeitos principais de grupo (TCR vs. EXE) e momento (pré vs. pós), e o efeito de interação (grupo*momento), separadamente para cada banco de dados (n=10). As análises agrupadas foram realizadas por meio da combinação de técnicas descritas por van Ginkel e Kroonenberg (2014) e das macros disponibilizadas por van Ginkel (2014). Dessa forma, foi possível agrupar os resultados da estatística F (*full model, intercept, grupo, momento e grupo*momento*) de cada desfecho. Os efeitos principais e de interação foram reportados.

Foram calculados os tamanhos de efeito (ES) “d” de Cohen, das variáveis pré e pós-intervenção, dividindo a diferença média pelo desvio padrão agrupado, baseado nos bancos de dados imputados. A interpretação do tamanho de efeito seguiu a classificação: 0,20-0,49: efeito pequeno; 0,50-0,79: efeito médio; $ES \geq 0,80$: grande efeito (COHEN, 1988). Efeitos iguais ou maiores que 0,5 foram considerados relevantes para este estudo.

As análises de sensibilidade foram realizadas de duas formas:

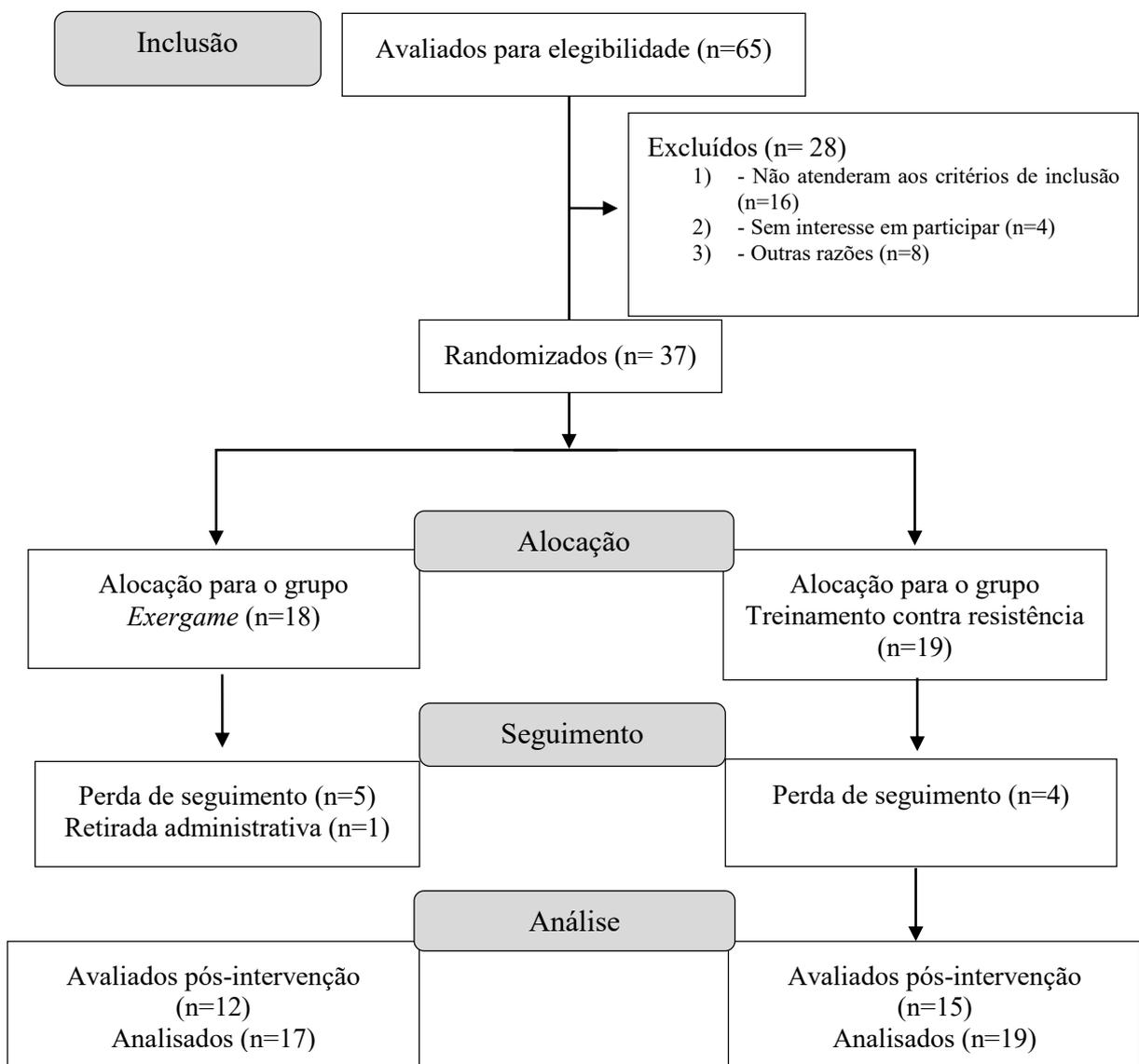
- Por dados completos e protocolo: análises adicionais foram realizadas somente com os participantes que completaram as avaliações pré e pós-intervenção e seguiram o protocolo de treinamento randomizado, por meio da ANOVA de modelos mistos, para efeitos principais e de interação.
- Por frequência: os indivíduos que participaram em, pelo menos, 75% das sessões (29 das 39 sessões) em qualquer um dos grupo (*completers*) foram comparados com aqueles que não cumpriram este critério (*non-completers*), por meio do cálculo do tamanho de efeito (d de Cohen) para as variáveis de desfecho, nos momentos pré e pós-intervenção.

A análise estatística foi realizada no programa SPSS® - *Statistical Package for the Social Sciences* (versão 16.0). E o nível de significância estatística adotado em todas as análises foi de 5% ($p \leq 0,05$).

4 RESULTADOS

Das 65 pessoas elegíveis para a pesquisa, 37 fizeram a avaliação inicial e foram randomizadas. Durante a intervenções, uma pessoa precisou ser retirada da pesquisa por questões administrativas (retirada de consentimento). Nove pessoas não completaram o estudo e não participaram das avaliações finais, porém todos os 36 participantes foram analisados. Informações detalhadas podem ser observadas na figura 5.

Figura 5 – Fluxograma dos participantes.



Fonte: Elaborada pelo autor (2016).

No decorrer das intervenções com os *exergames* houveram alguns eventos adversos (grau leve a moderado): um participante machucou o tornozelo (na quinta sessão de

treinamento, durante o jogo “Corredeiras”), um participante sentiu dor na coxa da perna direita (na quarta sessão, durante o jogo “Body Ball”), e dois participantes machucaram o hálux (na 10ª e na 25ª sessão, durante o jogo de “Futebol”). Não houveram eventos adversos associados ao treinamento contra resistência.

4.1 DESCRIÇÃO DA AMOSTRA

A idade dos participantes variou de 51 a 81 anos, com média etária de $61,9 \pm 7,1$ anos. As características sociodemográficas e de saúde da amostra são apresentadas na tabela 1. A maioria dos participantes era do sexo feminino, casada ou morando com companheiro e tinha 12 ou mais anos de estudo. Com relação à saúde, a maioria dos participantes relatou a autopercepção de saúde como boa ou muito boa (72,2%) e não ter caído nos últimos 12 meses (80,6%).

Tabela 1 - Caracterização dos participantes.

| | Todos (n=36) | EXE (n=17) | TCR (n=19) |
|------------------------------------------------------|------------------------|----------------------|----------------------|
| Média etária (DP), anos | 61,9 (7,1) | 63,8 (7,2) | 60,1 (6,8) |
| Sexo (n) | | | |
| Feminino | 23 | 11 | 12 |
| Masculino | 13 | 6 | 7 |
| Estado civil (n) | | | |
| Casado / mora com companheiro | 21 | 9 | 12 |
| Solteiro / sem companheiro | 7 | 3 | 4 |
| Separado / viúvo | 8 | 5 | 3 |
| Anos de estudo (n) | | | |
| <12 anos | 12 | 6 | 6 |
| ≥12 anos | 24 | 11 | 13 |
| Estado de saúde (n) | | | |
| Bom / Muito bom | 26 | 10 | 16 |
| Regular / Ruim | 10 | 7 | 3 |
| Histórico de queda (n) | | | |
| Sim | 7 | 4 | 3 |
| Não | 29 | 13 | 16 |
| Média (DP) do valor de IMC (kg/m²) | 27,1 (3,3) | 27,4 (2,6) | 26,9 (3,9) |
| Média (DP) do número de doenças | 2,2 (1,7) | 2,5 (2,0) | 1,9 (1,3) |
| Média (DP) do desempenho cognitivo | 24,6 (3,3) | 23,5 (3,5) | 25,6 (2,7) |

Legenda: TCR: treinamento contra resistência; EXE: exercício baseado em *exergames*; IMC: índice de massa corporal; DP: desvio-padrão. Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

4.2 EFEITO DOS EXERCÍCIOS NA COGNIÇÃO

A tabela 2 apresenta os valores do teste F, graus de liberdade e significância das análises de variância por modelo misto das características relacionadas à cognição, considerando os resultados agrupados das imputações. Houve efeito das intervenções somente na análise do momento para o tempo de resposta do Stroop nível 1 ($F_{1,18}$: 4,86; $p=0,041$).

Análises complementares foram realizadas, excluindo todos os dados imputados dos 3 participantes que não realizaram o teste de Stroop nas avaliações pré e pós, e os resultados permaneceram iguais.

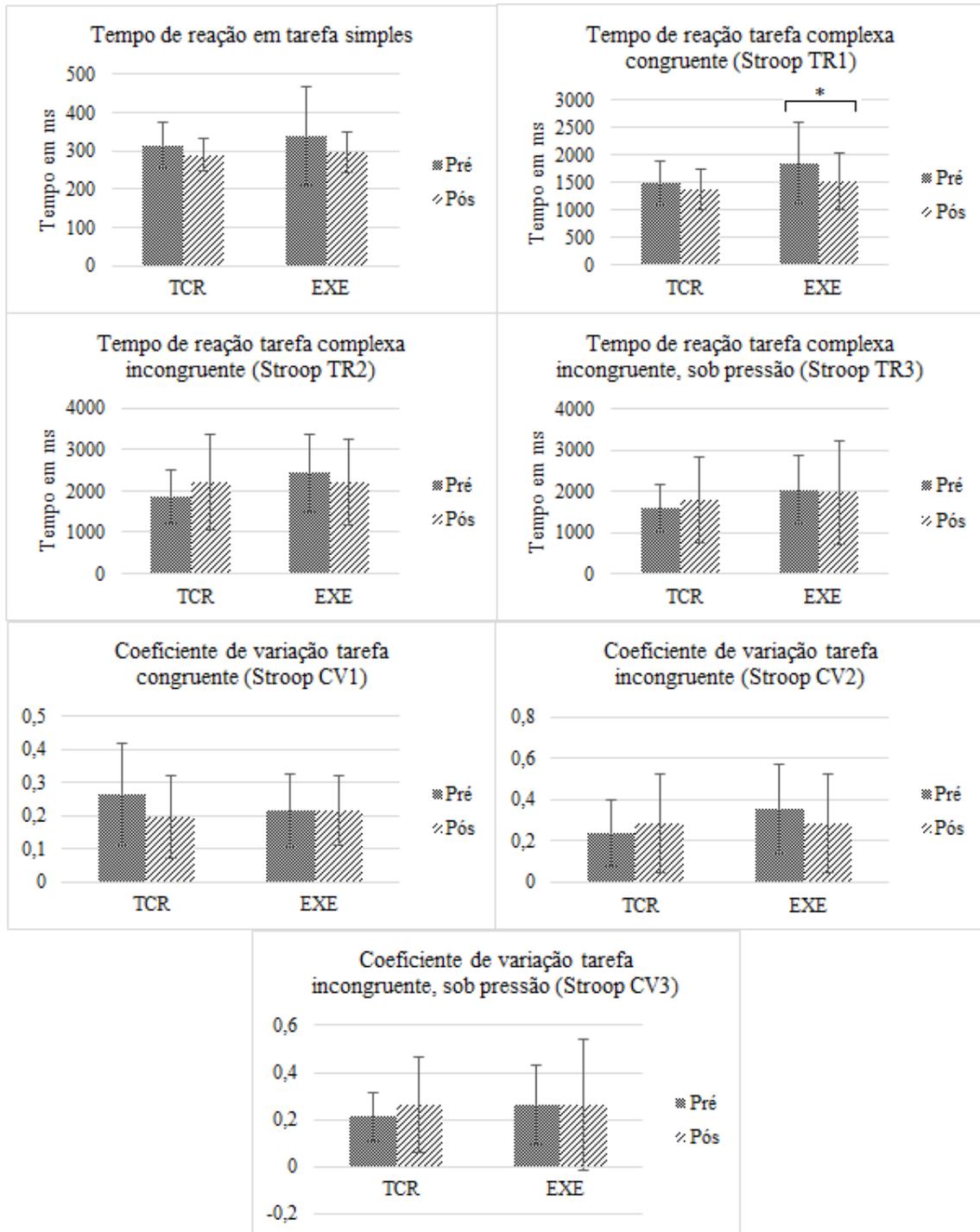
Tabela 2 – ANOVA de modelo misto para resultados agrupados relacionados à cognição.

| | Resultados agrupados | | |
|-------------------|----------------------|----|--------------|
| | F | df | p-valor |
| TR simples | | | |
| Grupo | 0,093 | 53 | 0,761 |
| Momento | 3,103 | 28 | 0,089 |
| Grupo*Momento | 0,259 | 30 | 0,615 |
| Stroop TR1 | | | |
| Grupo | 0,737 | 36 | 0,397 |
| Momento | 4,856 | 18 | 0,041 |
| Grupo*Momento | 1,126 | 24 | 0,299 |
| Stroop TR2 | | | |
| Grupo | <0,001 | 33 | 0,998 |
| Momento | 0,728 | 15 | 0,407 |
| Grupo*Momento | 3,184 | 21 | 0,089 |
| Stroop TR3 | | | |
| Grupo | 0,336 | 30 | 0,567 |
| Momento | 0,051 | 13 | 0,825 |
| Grupo*Momento | 0,710 | 22 | 0,409 |
| Stroop CV1 | | | |
| Grupo | 0,206 | 31 | 0,653 |
| Momento | 0,002 | 27 | 0,967 |
| Grupo*Momento | 1,967 | 24 | 0,174 |
| Stroop CV2 | | | |
| Grupo | <0,001 | 40 | 0,998 |
| Momento | 0,846 | 11 | 0,378 |
| Grupo*Momento | 2,106 | 24 | 0,159 |
| Stroop CV3 | | | |
| Grupo | <0,001 | 19 | 1,000 |
| Momento | <0,001 | 10 | 0,994 |
| Grupo*Momento | 0,522 | 20 | 0,478 |

Legenda: TR: tempo de resposta; CV: coeficiente de variação; df: graus de liberdade. Os efeitos estatisticamente significativos foram destacados. Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Os valores médios e respectivos desvio-padrão de cada teste são apresentados na figura 6 (tabela: ver apêndice I), para os dois grupos randomizados, nas avaliações pré e pós-intervenção. Para o grupo EXE, o cálculo de tamanho de efeito para as médias estimadas (resultado agrupado) mostrou efeito positivo ($d = 0,51$), ou seja, redução no tempo de resposta do teste Stroop nível 1 (1854 ± 732 vs. 1530 ± 521 ms).

Figura 6 – Valores médios e desvios padrão dos desfechos em função cognitiva, para os grupos de exercício baseado em *exergame* (EXE) e treinamento contra resistência (TCR). O asterisco (*) representa tamanho de efeito estatisticamente significativo ($d > 0,50$).



Fonte: Elaborada pelo autor (2016).

4.3 EFEITO DOS EXERCÍCIOS NO EQUILÍBRIO

Os valores do teste F, graus de liberdade e significância das análises de modelo misto para as variáveis de equilíbrio são apresentadas na tabela 3. Houve efeito das intervenções no teste 8-TUG para o fator momento ($F_{1,15}$: 4,49; $p=0,052$). Os indicadores de estabilidade postural (área da elipse, RMS AP, RMS ML, velocidade AP, velocidade ML) nas três condições (OA, OF e UP) não apresentaram efeito significativo nas análises principais nem de interação.

Tabela 3 – ANOVA de modelo misto para resultados agrupados nas variáveis de equilíbrio.

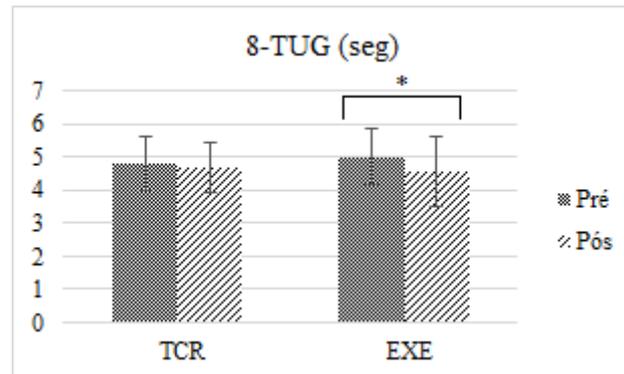
| | Olhos abertos | | | Olhos Fechados | | | Um pé | | |
|-----------------------|---------------|----|--------------|----------------|----|---------|-------|----|---------|
| | F | df | p-valor | F | df | p-valor | F | df | p-valor |
| 8-TUG | | | | | | | | | |
| Grupo | 0,277 | 35 | 0,602 | | | | | | |
| Momento | 4,488 | 15 | 0,052 | | | | | | |
| Grupo*Momento | 1,695 | 23 | 0,206 | | | | | | |
| Área da elipse | | | | | | | | | |
| Grupo | 2,038 | 26 | 0,165 | 0,168 | 28 | 0,685 | 1,820 | 19 | 0,193 |
| Momento | 0,083 | 12 | 0,778 | 0,000 | 13 | 0,998 | 0,086 | 13 | 0,774 |
| Grupo*Momento | 0,033 | 19 | 0,859 | 0,203 | 20 | 0,657 | 0,001 | 15 | 0,970 |
| RMS AP | | | | | | | | | |
| Grupo | 2,618 | 20 | 0,121 | 0,081 | 31 | 0,778 | 1,240 | 26 | 0,276 |
| Momento | 1,498 | 13 | 0,243 | 0,088 | 18 | 0,770 | 0,254 | 10 | 0,625 |
| Grupo*Momento | 0,750 | 16 | 0,399 | 0,302 | 21 | 0,588 | 0,083 | 19 | 0,776 |
| RMS ML | | | | | | | | | |
| Grupo | 1,936 | 46 | 0,171 | 0,226 | 23 | 0,639 | 3,512 | 19 | 0,077 |
| Momento | 0,567 | 18 | 0,461 | 0,003 | 13 | 0,959 | 0,240 | 9 | 0,636 |
| Grupo*Momento | 0,073 | 28 | 0,790 | 0,028 | 16 | 0,870 | 0,011 | 17 | 0,918 |
| Velocidade AP | | | | | | | | | |
| Grupo | 2,480 | 27 | 0,127 | 0,684 | 29 | 0,415 | 1,698 | 42 | 0,200 |
| Momento | 2,886 | 18 | 0,106 | 1,695 | 15 | 0,213 | 0,593 | 18 | 0,451 |
| Grupo*Momento | 0,107 | 19 | 0,747 | 0,001 | 19 | 0,975 | 0,209 | 26 | 0,652 |
| Velocidade ML | | | | | | | | | |
| Grupo | 1,941 | 32 | 0,173 | 0,301 | 30 | 0,587 | 0,998 | 23 | 0,328 |
| Momento | 0,888 | 25 | 0,355 | 0,545 | 24 | 0,467 | 0,082 | 12 | 0,779 |
| Grupo*Momento | 0,002 | 21 | 0,961 | 0,060 | 21 | 0,809 | 0,682 | 16 | 0,421 |

Legenda: RMS: raiz quadrática média AP: anteroposterior; ML: mediolateral; 8-TUG: teste *8-foot timed up and go*; df: graus de liberdade. Os efeitos estatisticamente significativos foram destacados. Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Nas figuras 7, 8, 9 e 10 são apresentados os valores médios e desvio-padrão para os testes de equilíbrio, em cada grupo, pré e pós-intervenção (tabela: ver apêndice J). No teste 8-TUG, somente o grupo EXE apresentou efeito positivo significativo ($d=0,51$), sendo que, após as 13 semanas de treinamento, os participantes reduziram o tempo no teste de 5,02 ($\pm 0,82$) para

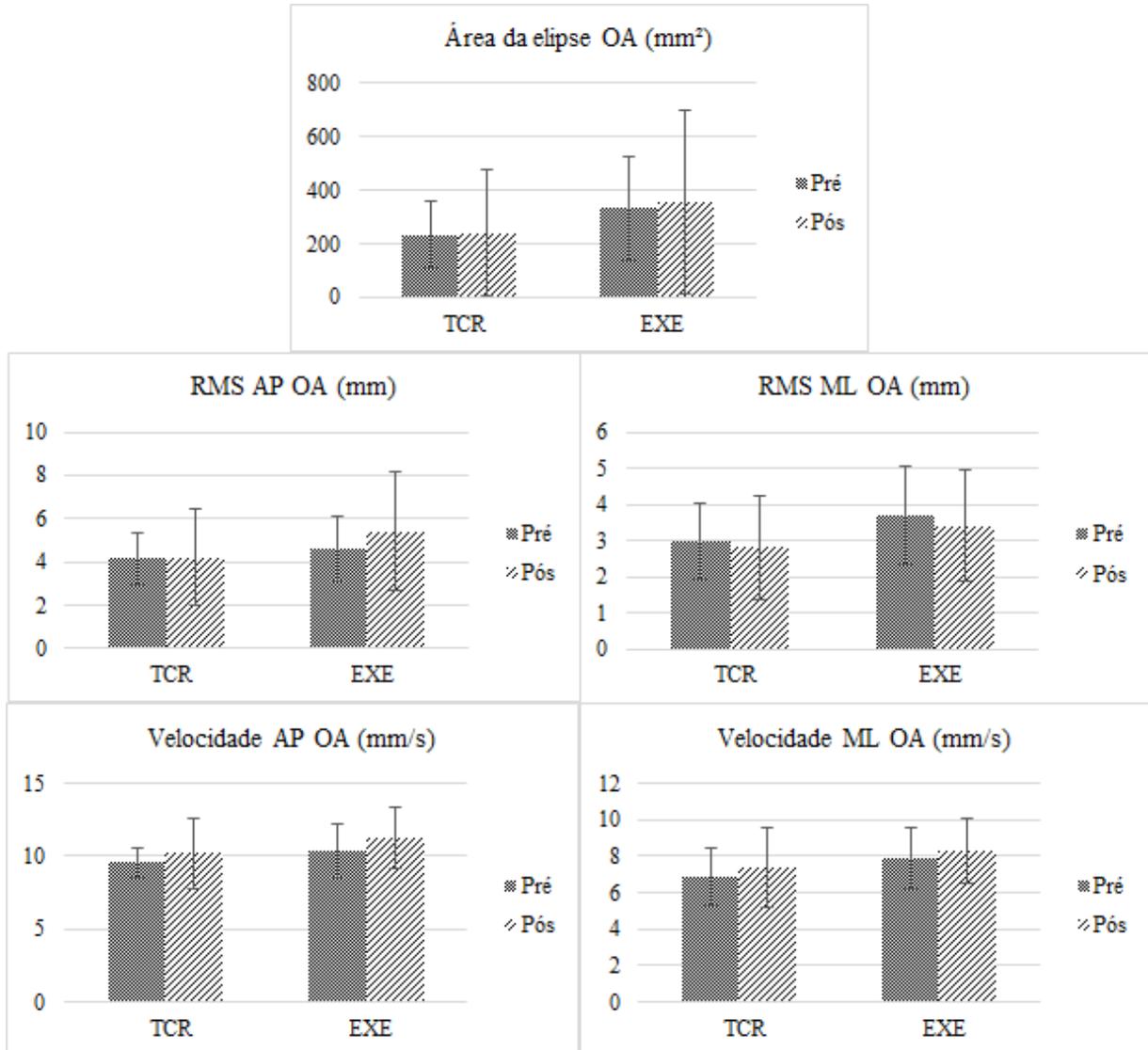
4,54 ($\pm 1,06$) segundos. Não houve diferença significativa entre os valores pré e pós intervenção ($d > 0,5$) para as demais variáveis.

Figura 7 – Valores médios e desvios padrão para o equilíbrio funcional (teste *8-foot timed up and go*: 8-TUG) para os grupos de exercício baseado em *exergame* (EXE) e treinamento contra resistência (TCR).



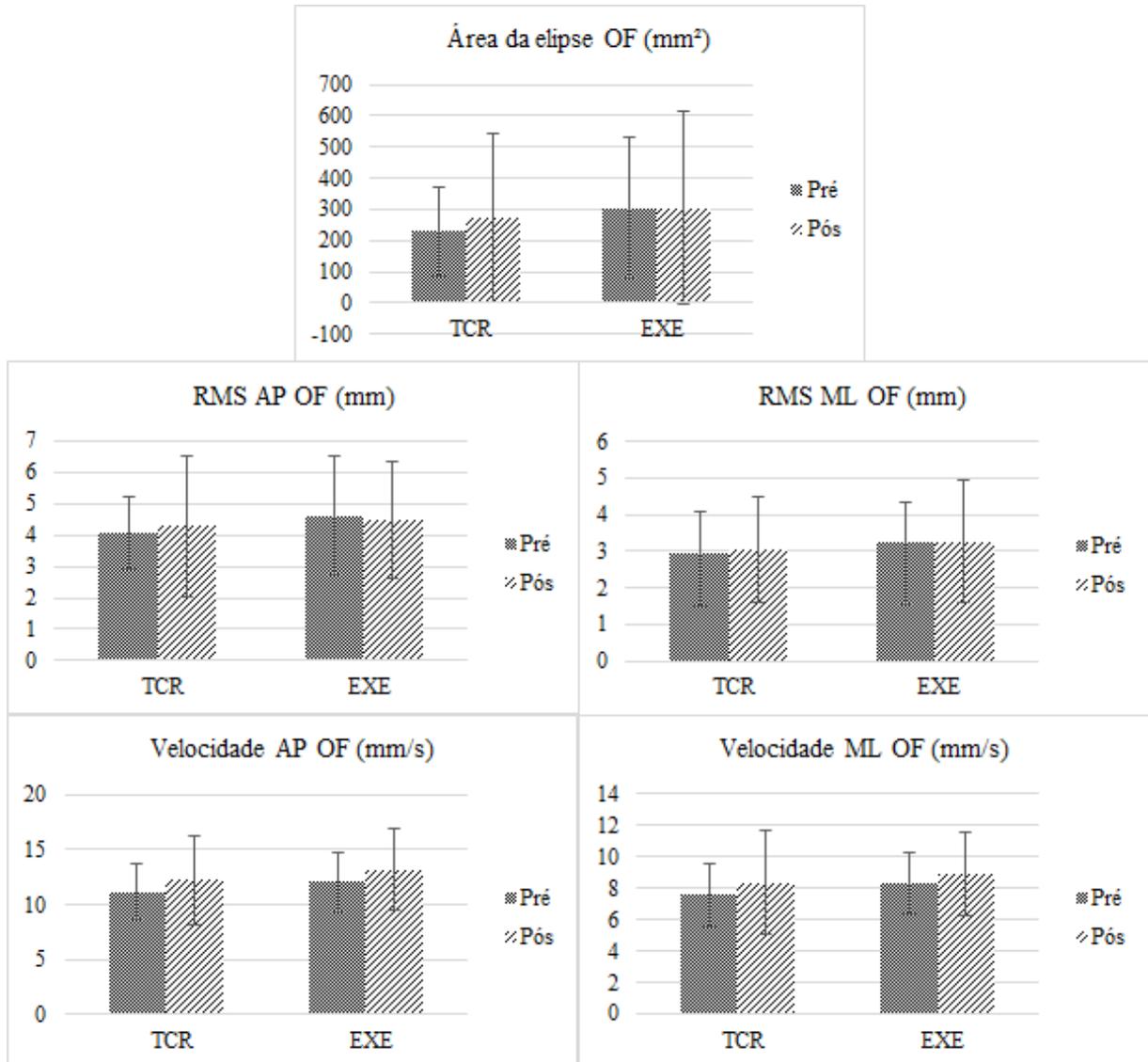
Legenda: O asterisco (*) representa tamanho de efeito estatisticamente significativo ($d > 0,5$). Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Figura 8 – Valores médios e desvios padrão dos testes de equilíbrio estático com olhos abertos (OA) para os grupos de exercício baseado em *exergame* (EXE) e treinamento contra resistência (TCR).



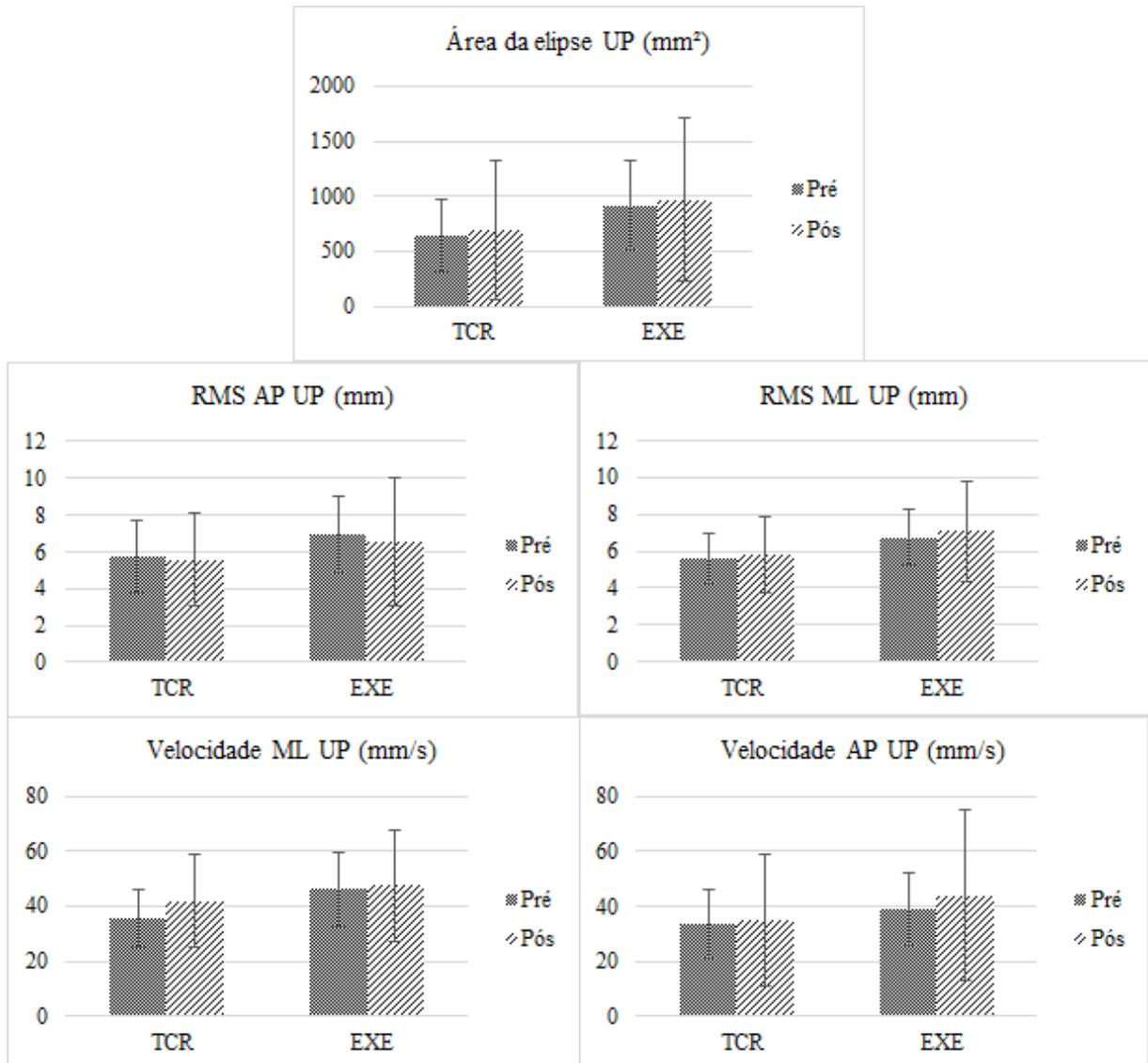
Legenda: RMS: raiz quadrática média AP: anteroposterior; ML: mediolateral. Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Figura 9 – Valores médios e desvios padrão dos testes de equilíbrio estático com olhos fechados (OF) para os grupos de exercício baseado em *exergame* (EXE) e treinamento contra resistência (TCR).



Legenda: RMS: raiz quadrática média AP: anteroposterior; ML: mediolateral. Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Figura 10 – Valores médios e desvios padrão dos testes de equilíbrio estático com apoio de um pé (UP) para os grupos de exercício baseado em *exergame* (EXE) e treinamento contra resistência (TCR).



Legenda: RMS: raiz quadrática média AP: anteroposterior; ML: mediolateral. Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

4.4 EFEITO DOS EXERCÍCIOS NO TEMPO DE RESPOSTA DA PASSADA

Para os tempos de resposta do teste da passada, os dados da tabela 4 mostram que não houve efeito significativo ($p > 0,05$) das intervenções nas análises principais e de interação.

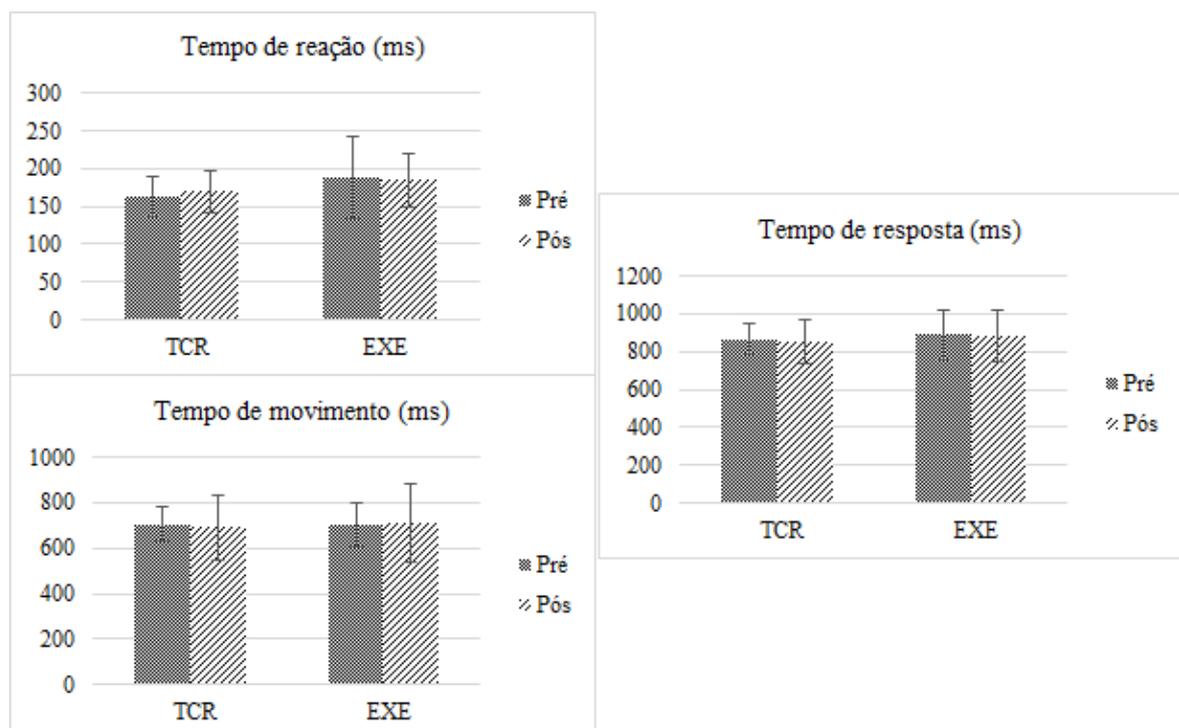
Tabela 4 – ANOVA de modelo misto para resultados agrupados relacionados ao tempo de resposta da passada.

| | Resultados agrupados | | |
|---------------------------|----------------------|----|---------|
| | F | df | p-valor |
| Tempo de reação | | | |
| Grupo | 1,451 | 44 | 0,235 |
| Momento | 0,097 | 23 | 0,758 |
| Grupo*Momento | 0,475 | 30 | 0,496 |
| Tempo de movimento | | | |
| Grupo | 0,193 | 29 | 0,664 |
| Momento | 0,025 | 8 | 0,878 |
| Grupo*Momento | 0,176 | 21 | 0,680 |
| Tempo de resposta | | | |
| Grupo | 0,836 | 39 | 0,366 |
| Momento | 0,023 | 15 | 0,882 |
| Grupo*Momento | 0,029 | 25 | 0,865 |

Legenda: df: graus de liberdade. Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Na figura 11 (tabela: ver apêndice K), os valores médios e desvio-padrão de cada teste são apresentados para os grupos randomizados, nas avaliações pré e pós intervenção. Ambos os grupos não apresentaram alterações significativas ($d > 0,5$) para as características investigadas, após as 13 semanas de intervenção.

Figura 11 – Valores médios e desvios padrão dos tempos no teste de passada para os grupos de exercício baseado em *exergame* (EXE) e treinamento contra resistência (TCR).



Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

4.5 PERCEPÇÃO DO ESFORÇO E ESCALA DE AFETIVIDADE

Com relação às escalas utilizadas após as sessões de exercício, não houve diferença significativa ($p=0,279$) entre a percepção subjetiva de esforço dos grupos EXE ($\bar{x}= 4,2 \pm 1,4$ [0,5 a 10]) e TCR ($\bar{x}= 4,8 \pm 1,4$ [1 a 10]). Também não houve diferença na escala de satisfação (EXE: $4,1 \pm 0,9$ [-3 a +5]; TCR: $4,2 \pm 1,0$ [0 a +5]; $p=0,709$).

4.6 DESCRIÇÃO DA IMPUTAÇÃO

Dos 36 participantes deste estudo, nove (25%) desistiram de participar e não realizaram as avaliações pós-intervenção ($n = 5$, grupo EXE; $n = 4$, grupo TCR), sendo que: três indivíduos relataram problemas de saúde não relacionados com a pesquisa (EXE=2 e TCR=1); uma pessoa se lesionou durante uma sessão de *exergames*; dois indivíduos relataram não gostar da atividade sorteada (TCR); duas pessoas relataram dificuldade com o horário da intervenção (TCR e EXE); e, um participante não retornou ao contato após a randomização (EXE).

Entre aqueles que finalizaram o estudo, um participante (grupo EXE) se machucou antes das avaliações finais e não realizou os testes de equilíbrio e da passada. Além disso, três pessoas ($n = 1$, grupo EXE; $n = 2$, grupo TCR) não realizaram o teste Stroop (pré e pós intervenção) porque não tinham experiência com o uso de computador. O total de dados faltantes nesta pesquisa representou 15% dos dados analisados.

Os indivíduos que desistiram do estudo e não tinham dados pós intervenção foram comparados aos que finalizaram a pesquisa, por meio das características sociodemográficas, condições de saúde e testes realizados na linha de base. De acordo com os resultados (tabelas 11 e 12 - APÊNDICE L), os desistentes apresentaram pior desempenho ($p<0,05$) nos testes de estabilidade postural com um pé (área da elipse, RSM_{AP} , RMS_{ML} , $velocidade_{AP}$) e no teste 8-TUG.

A fração de informações faltantes na ANOVA para modelo misto foi, em média, 0,35, ou seja, após a imputação a variância amostral atribuída aos dados faltantes foi de 35%. Os dados imputados resultaram em 97% de eficiência relativa, em média.

4.7 ANÁLISES DE SENSIBILIDADE

4.7.1 Análise com dados completos

A análise de variância para modelos mistos com os dados completos é apresentada na tabela 5. Nos resultados, pode ser observado efeito principal de grupo para os seguintes testes: área da elipse, RMS AP e RMS ML na condição de olhos abertos; área da elipse, RMS AP, RMS ML e velocidade ML na condição de um pé; e, tempo de reação no teste de passada. Houve efeito de momento (pré vs. pós) para as variáveis tempo de reação simples ($F=5,08$; $p=0,031$), teste Stroop nível 1 ($F=11,39$; $p=0,003$) e 8-TUG ($F=9,29$; $p=0,005$). A variável tempo de resposta Stroop nível 2 apresentou efeito de interação significativa ($F=4,09$; $p=0,054$).

Tabela 5 – ANOVA de modelo misto para dados completos.

| | Grupo | | Momento | | Grupo*Momento | |
|-------------------------|--------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| | F | p-valor | F | p-valor | F | p-valor |
| TR simples | 0,506 | 0,481 | 5,080 | 0,031 | 0,231 | 0,634 |
| Stroop TR1 | 3,925 | 0,057 | 11,387 | 0,003 | 0,161 | 0,693 |
| Stroop TR2 | 3,421 | 0,074 | 0,112 | 0,741 | 4,091 | 0,054 |
| Stroop TR3 | 2,735 | 0,108 | 0,027 | 0,871 | 1,126 | 0,299 |
| Stroop CV1 | 0,710 | 0,407 | 3,124 | 0,091 | 1,178 | 0,290 |
| Stroop CV2 | 3,359 | 0,079 | 0,007 | 0,933 | 2,254 | 0,149 |
| Stroop CV3 | 0,670 | 0,419 | 0,111 | 0,742 | 0,514 | 0,480 |
| 8-TUG | 0,186 | 0,669 | 9,290 | 0,005 | 0,775 | 0,387 |
| <i>OLHOS ABERTOS</i> | | | | | | |
| Área da elipse | 5,812 | 0,021 | 0,267 | 0,609 | 0,829 | 0,370 |
| RMS AP | 4,312 | 0,045 | 0,831 | 0,369 | 2,216 | 0,147 |
| RMS ML | 5,770 | 0,022 | 0,634 | 0,433 | 0,666 | 0,422 |
| Velocidade AP | 3,349 | 0,075 | 3,207 | 0,084 | 0,018 | 0,895 |
| Velocidade ML | 3,772 | 0,060 | 0,006 | 0,941 | 0,001 | 0,974 |
| <i>OLHOS FECHADOS</i> | | | | | | |
| Área da elipse | 0,453 | 0,505 | 0,065 | 0,800 | 1,064 | 0,310 |
| RMS AP | 0,519 | 0,476 | 0,053 | 0,820 | 0,553 | 0,463 |
| RMS ML | 0,316 | 0,577 | 0,336 | 0,567 | 0,509 | 0,482 |
| Velocidade AP | 0,591 | 0,447 | 1,723 | 0,201 | 0,512 | 0,480 |
| Velocidade ML | 0,610 | 0,440 | 0,023 | 0,882 | 0,532 | 0,472 |
| <i>UM PÉ</i> | | | | | | |
| Área da elipse | 6,475 | 0,016 | 0,773 | 0,388 | 0,529 | 0,473 |
| RMS AP | 4,855 | 0,035 | 0,015 | 0,904 | 0,388 | 0,539 |
| RMS ML | 9,388 | 0,004 | 2,877 | 0,103 | 0,493 | 0,489 |
| Velocidade AP | 2,019 | 0,164 | 1,305 | 0,263 | 0,377 | 0,544 |
| Velocidade ML | 5,115 | 0,030 | 2,678 | 0,114 | 0,447 | 0,510 |
| <i>TESTE DA PASSADA</i> | | | | | | |
| Tempo de reação | 5,338 | 0,028 | 0,469 | 0,501 | 0,492 | 0,491 |
| Tempo de movimento | 0,265 | 0,610 | 0,296 | 0,590 | 0,714 | 0,405 |
| Tempo de resposta | 2,099 | 0,158 | 0,161 | 0,692 | 0,768 | 0,390 |

Legenda: TR: tempo de resposta; CV: coeficiente de variação; 8-TUG: teste *8-foot timed up and go*; RMS: raiz quadrática média; AP: anteroposterior; ML: mediolateral. Os tamanhos de efeito significativos foram destacados.

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

4.7.2 Aderência à intervenção

Das 1404 sessões oferecidas, os participantes compareceram em 827 (59%). A média de faltas da amostra foi 16 ± 13 faltas (amplitude de 0 a 39). O número de sessões atendidas foi similar entre os grupos TCR (24 ± 13 sessões) e EXE (22 ± 13 sessões). Quando agrupados e analisada a aderência nas sessões, observou-se que 20 indivíduos não alcançaram a frequência mínima estabelecida *a priori* (75%), sendo oito pessoas no grupo EXE e doze no TCR.

De acordo com os dados das tabelas 6, 7 e 8, a participação em, pelo menos, 75% das sessões de exercício físico, resultou em efeito positivo moderado para as tarefas de tempo de

reação simples (TR simples: 358 ± 131 vs. 294 ± 36 ms; $d=0,67$) e em tarefa complexa (Stroop TR nível 1: 1841 ± 570 vs. 1568 ± 390 ms; $d=0,56$). Por outro lado, aqueles que não completaram o protocolo apresentaram piores resultados na avaliação final para o testes velocidade_{ML} OA ($6,83 \pm 1,40$ vs. $7,85 \pm 2,33$; $d=0,53$) e velocidade_{AP} OF ($10,64 \pm 1,43$ vs. $12,36 \pm 4,52$; $d=0,51$). As demais variáveis não apresentaram efeito significativo da intervenção nos resultados pós-intervenção ($d < 0,5$). A eficiência relativa da imputação para essas médias foi de 96,4%.

Tabela 6 – Médias e desvio padrão (DP) de *completers* (n=16), com frequência em pelo menos 75% das sessões (29 sessões), e *non-completers* (n=20), utilizando os dados estimados das variáveis de cognição.

| | Pré-intervenção | | Pós-intervenção | | Tamanho de efeito |
|-----------------------|-----------------|------|-----------------|------|------------------------------------|
| | Média | DP | Média | DP | Pré – pós (estimada) d de Cohen |
| TR simples | | | | | |
| <i>Completers</i> | 358 | 131 | 294 | 36 | 0,67 |
| <i>Non-completers</i> | 302 | 53 | 294 | 61 | 0,13 |
| Stroop TR1 | | | | | |
| <i>Completers</i> | 1841 | 570 | 1568 | 390 | 0,56 |
| <i>Non-completers</i> | 1533 | 608 | 1356 | 534 | 0,31 |
| Stroop TR2 | | | | | |
| <i>Completers</i> | 2419 | 1050 | 2354 | 1001 | 0,06 |
| <i>Non-completers</i> | 1915 | 654 | 2114 | 1288 | 0,19 |
| Stroop TR3 | | | | | |
| <i>Completers</i> | 2065 | 783 | 2107 | 1046 | 0,05 |
| <i>Non-completers</i> | 1602 | 572 | 1713 | 1361 | 0,11 |
| Stroop CV1 | | | | | |
| <i>Completers</i> | 0,235 | 0,15 | 0,197 | 0,11 | 0,28 |
| <i>Non-completers</i> | 0,248 | 0,12 | 0,210 | 0,13 | 0,30 |
| Stroop CV2 | | | | | |
| <i>Completers</i> | 0,291 | 0,23 | 0,273 | 0,17 | 0,09 |
| <i>Non-completers</i> | 0,295 | 0,19 | 0,294 | 0,31 | 0,01 |
| Stroop CV3 | | | | | |
| <i>Completers</i> | 0,272 | 0,16 | 0,311 | 0,20 | 0,21 |
| <i>Non-completers</i> | 0,208 | 0,12 | 0,225 | 0,28 | 0,08 |

Legenda: TR: tempo de resposta; CV: coeficiente de variação. Os tamanhos de efeito significativos foram destacados. Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Tabela 7 – Médias e desvio padrão (DP) de *completers* (n=16) e *non-completers* (n=20), utilizando os dados estimados das variáveis de equilíbrio.

| | Pré-intervenção | | Pós-intervenção | | Tamanho de efeito Pré – pós (estimada) |
|----------------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|-------------------------------------------|
| | Média | DP | Média | DP | d de Cohen |
| 8-TUG | | | | | |
| <i>Completers</i> | 5,00 | 0,96 | 4,61 | 0,77 | 0,45 |
| <i>Non-completers</i> | 4,85 | 0,69 | 4,63 | 1,07 | 0,24 |
| Área da elipse – OA | | | | | |
| <i>Completers</i> | 343 | 197 | 312 | 276 | 0,13 |
| <i>Non-completers</i> | 230 | 117 | 278 | 346 | 0,19 |
| RMS AP – OA | | | | | |
| <i>Completers</i> | 4,71 | 1,47 | 4,94 | 2,15 | 0,12 |
| <i>Non-completers</i> | 4,11 | 1,23 | 4,66 | 2,88 | 0,25 |
| RMS ML – OA | | | | | |
| <i>Completers</i> | 3,78 | 1,48 | 3,15 | 1,13 | 0,48 |
| <i>Non-completers</i> | 2,95 | 0,89 | 3,04 | 2,05 | 0,06 |
| Velocidade AP – OA | | | | | |
| <i>Completers</i> | 10,55 | 1,73 | 11,12 | 1,96 | 0,31 |
| <i>Non-completers</i> | 9,47 | 1,05 | 10,35 | 2,84 | 0,41 |
| Velocidade ML – OA | | | | | |
| <i>Completers</i> | 7,96 | 1,82 | 7,75 | 1,63 | 0,13 |
| <i>Non-completers</i> | 6,83 | 1,40 | 7,85 | 2,33 | 0,53 |
| Área da elipse – OF | | | | | |
| <i>Completers</i> | 310 | 249 | 279 | 206 | 0,14 |
| <i>Non-completers</i> | 229 | 113 | 293 | 405 | 0,22 |
| RMS AP – OF | | | | | |
| <i>Completers</i> | 4,52 | 2,05 | 4,26 | 1,23 | 0,15 |
| <i>Non-completers</i> | 4,17 | 0,98 | 4,45 | 2,92 | 0,13 |
| RMS ML – OF | | | | | |
| <i>Completers</i> | 3,29 | 1,27 | 3,19 | 1,27 | 0,08 |
| <i>Non-completers</i> | 2,91 | 1,00 | 3,10 | 1,91 | 0,13 |
| Velocidade AP – OF | | | | | |
| <i>Completers</i> | 12,76 | 3,24 | 13,07 | 3,60 | 0,09 |
| <i>Non-completers</i> | 10,64 | 1,43 | 12,36 | 4,52 | 0,51 |
| Velocidade ML - OF | | | | | |
| <i>Completers</i> | 8,36 | 2,31 | 8,70 | 2,89 | 0,13 |
| <i>Non-completers</i> | 7,58 | 1,63 | 8,50 | 3,02 | 0,38 |
| Área da elipse - UP | | | | | |
| <i>Completers</i> | 746 | 324 | 880 | 650 | 0,26 |
| <i>Non-completers</i> | 791 | 440 | 765 | 746 | 0,04 |
| RMS AP - UP | | | | | |
| <i>Completers</i> | 6,03 | 1,88 | 6,26 | 2,62 | 0,10 |
| <i>Non-completers</i> | 6,56 | 2,24 | 5,88 | 3,62 | 0,22 |
| RMS ML – UP | | | | | |
| <i>Completers</i> | 6,25 | 1,23 | 6,62 | 1,88 | 0,24 |
| <i>Non-completers</i> | 6,03 | 1,78 | 6,25 | 3,15 | 0,09 |
| Velocidade AP – UP | | | | | |
| <i>Completers</i> | 36,16 | 12,04 | 43,62 | 29,17 | 0,33 |
| <i>Non-completers</i> | 36,06 | 13,86 | 35,41 | 31,63 | 0,03 |
| Velocidade ML – UP | | | | | |
| <i>Completers</i> | 40,73 | 11,99 | 44,88 | 15,13 | 0,30 |
| <i>Non-completers</i> | 40,48 | 13,95 | 44,06 | 22,42 | 0,19 |

Legenda: AO: olhos abertos; OF: olhos fechados; UP: um pé; RMS: raiz quadrática média; AP: anteroposterior; ML: mediolateral. Os tamanhos de efeito significativos foram destacados. Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Tabela 8 – Médias e desvio padrão (DP) de *completers* (n=16) e *non-completers* (n=20), utilizando os dados estimados das variáveis do tempo de resposta da passada.

| | Pré-intervenção | | Pós-intervenção | | Tamanho de efeito Pré – pós (estimada) |
|---------------------------|-----------------|-----|-----------------|-----|----------------------------------------|
| | Média | DP | Média | DP | d de Cohen |
| Tempo de reação | | | | | |
| <i>Completers</i> | 172 | 23 | 174 | 24 | 0,06 |
| <i>Non-completers</i> | 178 | 55 | 180 | 42 | 0,05 |
| Tempo de movimento | | | | | |
| <i>Completers</i> | 682 | 87 | 681 | 84 | 0,01 |
| <i>Non-completers</i> | 718 | 82 | 714 | 232 | 0,02 |
| Tempo de resposta | | | | | |
| <i>Completers</i> | 853 | 98 | 849 | 91 | 0,04 |
| <i>Non-completers</i> | 894 | 110 | 880 | 168 | 0,10 |

Legenda: Os tamanhos de efeito significativos foram destacados. Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

5 DISCUSSÃO

O objetivo desta pesquisa foi verificar o efeito de um programa de exercício físico baseado em *exergame*, quando comparado ao treinamento contra resistência em parâmetros de função cognitiva e motora. Nas comparações dentro dos grupos, foram observados benefícios nos testes de tempo de reação em tarefa congruente e de equilíbrio funcional após a intervenção com EXE. No entanto, os resultados mostraram que o grupo EXE não foi superior ao TCR em nenhum dos testes realizados.

5.1 COGNIÇÃO

Os resultados mostraram efeito da intervenção com EXE no teste de Stroop nível 1, com redução 17% no tempo de reação após as intervenções. Nesta tarefa foi avaliado o tempo de reação de escolha, sendo essa, uma medida de velocidade de processamento de informações. Nas análises de sensibilidade também foram encontrados resultados positivos no teste de tempo de reação simples. Dados de estudos realizados previamente mostraram diferentes resultados quanto ao efeito dos *exergames* em testes velocidade de processamento e velocidade psicomotora (MAILLOT; PERROT; HARTLEY, 2012; GUIMARÃES; BARBOSA; MENEGHINI, 2018; BAKAR *et al.*, 2018; GSCHWIND *et al.*, 2015; WU *et al.*, 2019). Guimarães, Barbosa e Meneghini (2018) não encontraram diferença significativa no tempo de resposta em testes de função psicomotora e atenção visual (*CogState Battery software*) após 12 semanas de treinamento (50 min, 3x/sem) com Xbox360 Kinect Sports. Bakar *et al.* (2018) também não observaram alteração significativa no tempo de reação auditivo e visual em adultos jovens, após 12 semanas de intervenção (30 min, 3x/sem) com Xbox360 Kinect Adventures. A inconsistência nos resultados dos estudos pode ser explicada pelos diferentes testes e instrumentos de avaliação aplicados.

Por outro lado, Maillot, Perrot e Hartley (2012) verificaram alterações positivas no teste de Stroop (condição incongruente) e medidas de velocidade de processamento e psicomotora (inclusive no tempo de reação de escolha) em idosos (65-78 anos) após 12 semanas de treinamento (60 min, 2x/sem) com Wii Sports. O estudo de Wu *et al.* (2019) mostrou redução do tempo de reação, nas tarefas congruente e incongruente, no teste de Stroop após 12 semanas de treinamento (60 min, 3x/sem) com a plataforma de corrida e saltos Exeheart (D&J Humancare) em participantes de 50 a 80 anos. Dados de estudo com intervenção domiciliar não-supervisionada, utilizando dois diferentes *exergames* (exercícios de equilíbrio e força

utilizando Kinect vs. plataforma Stepmania) mostraram melhora no tempo de reação simples (teste *finger-press*), bem como, no tempo de resposta e eficiência do teste de Stroop (tarefa incongruente), após 16 semanas (GSCHWIND *et al.*, 2015).

O benefício nos tempos de reação simples e de escolha, observado no presente estudo, pode estar relacionado ao constante estímulo dos jogos escolhidos, que permitiram a interação e a tomada de decisão, bem como a seleção de estímulos visuais e a realização de movimentos multidirecionais rápidos. Alguns autores especulam que a ativação neural proporcionada pelos *exergames* também contribui para a neuroplasticidade, o que resultaria no aumento da capacidade de processamento neural e, conseqüentemente, redução nos tempos de resposta (MONTEIRO-JUNIOR *et al.*, 2016; WU *et al.*, 2019). O resultado encontrado no presente estudo contribui para as evidências nessa área, visto que o grupo EXE apresentou efeito positivo no processamento central de informações.

No presente estudo, os resultados não mostraram efeito do TCR no tempo de reação do teste de Stroop, assim como verificado por Iuliano *et al.* (2015). Por outro lado, outros autores encontraram efeito positivo do TCR nesse teste (LIU-AMBROSE *et al.*, 2010; NAGAMATSU *et al.*, 2012; DAVIS *et al.*, 2013; COETSEE; TERBLANCHE, 2017). Liu-Ambrose *et al.* (2010) verificaram melhoras no teste de Stroop em mulheres (65-75 anos) somente após 12 meses de intervenção com TCR. Coetsee e Terblanche (2017) apresentaram resultados positivos no teste de Stroop, tanto na condição congruente como na incongruente, após 16 semanas de TCR, com participantes entre 55 – 75 anos. Acredita-se que a divergência nos resultados dos estudos possa estar relacionada à intensidade dos exercícios (mais baixa no presente estudo), e principalmente, com a duração do treinamento, uma vez que períodos mais longos resultaram em maiores benefícios (HEROLD *et al.*, 2019). Ainda que o conjunto de evidências sobre o efeito do TCR na cognição, mais especificamente na função executiva, seja limitado pelo pequeno número de estudos, Herold *et al.* (2019) sugerem que esta é uma estratégia promissora e pode induzir a alterações funcionais no cérebro, resultando em melhora no desempenho comportamental.

Com relação à variabilidade intraindividual do tempo de reação (VITR), cabe lembrar que esta medida foi baseada no coeficiente de variação do teste Stroop nas três situações: estímulo congruente (CV1), incongruente (CV2) e incongruente sob pressão (CV3). Apesar de não apresentar alterações significativas nas análises de variância, observou-se redução dos valores médios da variabilidade intraindividual no CV1 para o grupo TCR, com tamanho de efeito considerado relevante. Mais estudos são necessários para investigação desses resultados e sobre os mecanismos que poderiam explicar esse efeito. A VITR é uma medida pouco

explorada pelos pesquisadores, embora já tenha sido associada à aptidão aeróbia em adultos e idosos (BAUERMEISTER, BUNCE, 2016) e, parece ser sensível às intervenções no estilo de vida (MELLA *et al.*, 2017). A redução dos valores de VITR indicaria maior estabilidade temporal do comportamento durante o desempenho da tarefa (MACDONALD; LI; BACKMAN, 2009), sugerindo que, apesar não ser verificado efeito no teste de velocidade de processamento, houve um padrão comportamental mais eficiente em resposta à demanda cognitiva. A importância dessa medida se dá pelo fato de estudos realizados previamente terem mostrado que valores elevados de VITR foram associados à redução na integridade da substância branca (MAZEROLLE *et al.*, 2013) e ao dano neurológico (PHILLIPS *et al.*, 2013).

5.2 EQUILÍBRIO E ESTABILIDADE POSTURAL

De acordo com os resultados, houve melhora no equilíbrio funcional/agilidade (8-TUG) após as 13 semanas de exercício físico somente para o grupo *exergame*, assim como verificado em estudos prévios que também utilizaram o console Xbox360 Kinect nas intervenções (GRIGOROVA-PETROVA *et al.*, 2015; HSIEH *et al.*, 2014; KARAHAN *et al.*, 2015; GARCIA *et al.* 2016). As atividades desenvolvidas no grupo EXE incluíram ampla movimentação de membros inferiores, troca de peso do corpo e apoios com apenas um pé, por exemplo. Além disso, uma das principais características dos jogos foi a necessidade de resposta rápida de acordo com os estímulos de cada atividade. Do ponto de vista do modelo teórico para controle postural, os jogos comerciais do Xbox360 Kinect encorajam movimentos do corpo todo e a realização de passos fora na base de suporte. Não obstante, fatores importantes para o controle postural, como o recebimento de informações sensoriais variadas (audição e propriocepção) e a perturbação física (visando a recuperação do equilíbrio), ainda não são possíveis com os consoles atuais (TAHMOSYBAYAT *et al.*, 2018). De acordo com a literatura, a melhora no teste TUG pode estar relacionada à melhora em outras funções físicas (BENAVENT-CABALLER *et al.*, 2016; COELHO-JUNIOR *et al.*, 2018) e cognitivas (LEE *et al.*, 2018), que contribuem para a prolongar a autonomia e independência dos idosos. Destaca-se que o 8-TUG é composto de subtarefas, como: sentar e levantar, caminhada em linha reta e volta/giro (MIRELMAN *et al.*, 2014), avaliando o desempenho em um contínuo da tarefa (por tempo) (BENAVENT-CABALLER *et al.*, 2016).

A hipótese de que os treinamentos poderiam resultar em efeitos positivos na estabilidade postural foi rejeitada. Estudos prévios verificaram o efeito positivo de intervenções com Xbox Kinect na estabilidade e controle postural de atletas lesionados (VERNADAKIS *et*

al., 2013), pessoas com a doença de Parkinson (SHIH *et al.*, 2016) e adultos jovens saudáveis (BARRY *et al.*, 2016). No entanto, Jorgensen *et al.* (2013) verificaram que não houve melhora na estabilidade postural (COP – *velocity moment*) após 10 semanas de intervenção com Nintendo Wii. Gschwind *et al.* (2015) também não observaram alterações significativas na oscilação postural após 16 semanas de treinamento não supervisionado com dois diferentes tipos de *exergames*. Os autores sugerem que o aumento da intensidade e/ou duração das intervenções, bem como, o uso de testes mais complexos (para evitar o efeito-teto) poderiam contribuir para a obtenção de melhores resultados (GSCHWIND *et al.*, 2015; JORGENSEN *et al.*, 2013). Também é possível que os ganhos no equilíbrio não tenham sido transferidos para a estabilidade postural (MIRANDA *et al.*, 2019).

Os efeitos do TCR no equilíbrio e controle postural ainda são conflitantes (LOW; WALSH; ARKENSTEIJN, 2017). No presente estudo, o grupo TCR não apresentou melhora nas avaliações do teste 8-TUG nem nos parâmetros do COP, assim como no estudo de Coetsee e Terblanche (2017). Ainda que alguns estudos (BENAVENT-CABALLER *et al.*, 2016; COELHO-JUNIOR *et al.*, 2018; MARQUES *et al.*, 2017) tenham mostrado a correlação entre alterações na força muscular de membros inferiores e alterações no equilíbrio, Muehlbauer, Gollhofer e Granacher (2015) explicam que o aumento da força muscular pode não ser transferido efetivamente para a melhora do equilíbrio ou das atividades funcionais.

Além dos fatores acima mencionados, é provável que a baixa aderência aos programas de exercício, no presente estudo, seja o principal motivo para falta de efeitos positivos nos testes de equilíbrio e estabilidade postural. Isso pode ser observado nas análises de sensibilidade, onde os indivíduos que tiveram participação inferior que 75% das sessões, apresentaram diminuição nos valores de estabilidade postural em duas variáveis. Por outro lado, os participantes que atenderam as recomendações de aderência tiveram melhores resultados pós-intervenção. Assim, acredita-se que a participação regular (2-3x/sem) nos programas de exercício físico com *exergames* ou TCR seja necessária para obtenção de benefícios na estabilidade postural.

5.3 TEMPO DE RESPOSTA DA PASSADA

No presente estudo foi observado o desempenho de adultos mais velhos em um teste de passada, antes e após 13 semanas de TCR ou EXE. Sabe-se que a resposta rápida na passada tem papel importante na prevenção de quedas, e seus indicadores permitem discriminar os indivíduos que já caíram, bem como aquelas com maior risco (MELZER *et al.*, 2007;

SCHOENE *et al.*, 2011; PIJNAPPELS *et al.*, 2010; EJUPI *et al.*, 2014), contribuindo para a implementação de estratégias para prevenção de quedas.

O teste da passada não mostrou alterações dos indicadores após as 13 semanas de treinamento com EXE nem com TCR, e, esse resultado foi independente da aderência aos programas. A melhora do tempo nos testes de passada após um programa de exercícios parece estar atrelada ao tipo de treinamento desenvolvido. Alterações positivas foram observadas após treinamento de *stepping* (ROGERS *et al.*, 2003; SCHOENE *et al.*, 2013; OKUBO; SCHOENE; LORD 2017) e intervenção mista (treinamento de força, equilíbrio e *exergame* com *stepping dance*: PICHIERRI *et al.*, 2012). Dessa forma, acredita-se que as intervenções realizadas no presente estudo, não foram suficientes para gerar alterações significativas.

Diferentes testes para avaliar tempo de resposta da passada são reportados na literatura, apresentando outros dispositivos para essa avaliação (SCHOENE *et al.*, 2011, EJUPI *et al.*, 2014; SCHOENE *et al.*, 2014; NISHIGUCHI *et al.*, 2013). Apesar disso, a plataforma de força é um instrumento bastante utilizado na avaliação da estabilidade postural (LOW, WALSH, ARKESTEIJN 2017), e o teste de tempo de resposta da passada poderia ser incorporado à coleta de dados. O teste desenvolvido no presente estudo, mostrou-se de fácil entendimento, e relativamente rápido de ser administrado, por isso, pode ser uma opção para esse tipo de avaliação.

5.4 PONTOS FORTES E LIMITAÇÕES DO ESTUDO

O presente estudo apresenta diversos pontos fortes: trata-se de um ensaio controlado e randomizado, que seguiu protocolos a fim de garantir a qualidade das evidências (MOHER *et al.*, 2012); foi utilizada a análise de dados por intenção de tratar, recomendada por fornecer uma estimativa imparcial do efeito do tratamento, preservando o tamanho da amostra e poder de teste (WERTZ, 1995); utilizou-se medidas e instrumentos confiáveis, validados e amplamente utilizados na literatura; houve também a proposição de um novo teste (tempo de resposta no teste de passada); a amostra foi heterogênea, conferindo maior validade externa para o estudo, além disso, a utilização de intervenções comerciais e disponibilização das planilhas de exercícios e periodização, possibilitam a replicação dos exercícios em academias, centros de saúde e espaços para a prática de atividade física.

Apesar dos pontos fortes, algumas limitações devem ser consideradas. Primeiramente, o tamanho amostral foi relativamente pequeno, não permitindo apontar as alterações de menor magnitude ($d < 0,5$) como significativas, ou seja, se o número de participantes fosse maior, mais

resultados poderiam ser considerados como estatisticamente significativos e clinicamente relevantes. Em segundo lugar, apesar da utilização da técnica de imputação múltipla, as desistências ao longo do período de intervenção e ausências nas avaliações finais podem ter comprometido a precisão dos resultados. Além disso, os testes e desfechos escolhidos podem não ter sido suficientemente sensíveis aos efeitos dos programas de treinamento e, dessa forma, comprometido a verificação dos potenciais benefícios das intervenções (BIERYLA 2016; JOSHUA *et al.*, 2014; LACROIX *et al.*, 2016; LUSTIG *et al.*, 2009; MARQUES *et al.*, 2017). Outra limitação refere-se à versão do teste de Stroop utilizada, esta apresenta vantagens sobre a versão de papel-e-lápis, no entanto, recomenda-se a aplicação do teste utilizando *tablets*, dispositivos sensíveis ao toque ou usando o teclado do computador (ARMSTRONG *et al.*, 2019), visto que a falta de familiaridade com o uso do computador e, principalmente, com o *mouse* pode comprometer os resultados das avaliações.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

O presente estudo delimitou-se a investigar o efeito de duas intervenções com exercício físico no tempo de reação em tarefas simples e complexa, na variabilidade intraindividual no tempo de reação, em medidas de equilíbrio estático e funcional e nos tempos de reação, de movimento e de resposta no teste de passada, em pessoas com 50 anos ou mais. O treinamento baseado em *exergames* apresentou efeitos positivos, após 13 semanas de intervenção, os participantes melhoraram o tempo de reação na tarefa complexa congruente e o equilíbrio funcional. No entanto, este treinamento não foi superior ao treinamento contra resistência em nenhum dos testes realizados.

A partir dos resultados encontrados, recomenda-se aos pesquisadores que nos próximos estudos estratégias para motivação dos participantes durante a prática de exercícios sejam adotadas e investigadas, a fim de aumentar a aderência aos programas de intervenção; amostras maiores sejam selecionadas e, maior variedade de testes sejam aplicados para o mesmo desfecho, com o intuito de verificar, até mesmo, as pequenas alterações que resultam em efeitos positivos. Observou-se, também, a falta de estudos que avaliam os mecanismos fisiológicos e estruturais que explicam os efeitos dos videogames ativos nas funções cognitiva e motora. Recomenda-se que mais estudos sejam feitos com o teste de passada para verificar a confiabilidade e validade dessa medida, bem como, sua relação com indicadores de saúde e de desempenho físico.

Recomenda-se aos profissionais de educação física e entidades de promoção a saúde que considerem a utilização de videogames ativos como uma alternativa para o aumento do nível de atividade física de adultos e idosos, visto que esta pode resultar em benefícios na função cognitiva e motora. Os *exergames* são ferramentas versáteis, podem ser praticados em diversos contextos (domiciliar, centro de atividade físicas, etc.), com disponibilidade de diversas opções de jogos e níveis de dificuldade. Quanto ao treinamento contra resistência tradicional, recomenda-se que este seja complementado com exercícios que desafiem a tomada de decisão, agilidade e o equilíbrio dos participantes, a fim de melhorar aspectos relacionados à velocidade de processamento e à estabilidade postural de seus praticantes.

REFERÊNCIAS

- AINSLIE, Philip N. *et al.* Elevation in cerebral blood flow velocity with aerobic fitness throughout healthy human ageing. **The Journal of Physiology**, London, v. 586, n. 16, p. 4005-4010, ago. 2008.
- ANDERSON-HANLEY, Cay *et al.* Exergaming and older adult cognition: a cluster randomized clinical trial. **American Journal of Preventive Medicine**, Washington, v. 42, n.2, p.109-119, ago. 2012.
- ANDO, Soichi; KIDA, Noriyuki; ODA, Shingo. Retention of practice effects on simple reaction time for peripheral and central visual fields. **Perceptual and Motor Skills**, Missoula, v. 98, n. 3, p. 897-900, jun. 2004.
- ANGUERA, Joaquin A. *et al.* Video game training enhances cognitive control in older adults. **Nature**, London, v. 501, n. 7465, p. 97, set. 2013.
- ANSTEY, Kaarin *et al.* Corpus callosum size, reaction time speed and variability in mild cognitive disorders and in a normative sample. **Neuropsychologia**, Oxford, v. 45, n. 8, p. 1911-1920, abril, 2007.
- ARMSTRONG, Nicole *et al.* The association of a novel cognitive frailty index and physical functioning in older at-risk adults. **Aging & Mental Health**, Abingdon, v. 24, n. 1, p. 129-136, jan. 2020.
- ASHOR, Ammar *et al.* Exercise modalities and endothelial function: a systematic review and dose–response meta-analysis of randomized controlled trials. **Sports Medicine**, Auckland, v. 45, n. 2, p. 279-296, fev. 2015.
- ASTEASU, Mikel López Sáez *et al.* Role of physical exercise on cognitive function in healthy older adults: A systematic review of randomized clinical trials. **Ageing Research Reviews**, Oxford, v. 37, p. 117-134, ago. 2017.
- BACHA, Jéssica Maria Ribeiro *et al.* Effects of Kinect Adventures games versus conventional physical therapy on postural control in elderly people: A randomized controlled trial. **Games for Health Journal**, New Rochelle, v. 7, n. 1, p. 24-36, fev. 2018.
- BAKAR, Yeşim *et al.* Comparison of a 12-week whole-body exergaming program on young adults: Differentiation in flexibility, muscle strength, reaction time, and walking speed between sexes. **Clinical Nursing Research**, p. 1054773818797881, sep. 2018. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30188176>. Acesso em 12 fev. 2020.
- BAKER, Laura D. *et al.* Effects of aerobic exercise on mild cognitive impairment: a controlled trial. **Archives of Neurology**, Chicago, v. 67, n. 1, p. 71-79, jan. 2010.
- BANGSBO, Jens *et al.* Copenhagen Consensus statement 2019: physical activity and ageing. **British Journal of Sports Medicine**, Loughborough, v. 53, n. 14, p. 856-858, jul. 2019.

BARRY, Emma *et al.* Is the Timed Up and Go test a useful predictor of risk of falls in community dwelling older adults: A systematic review and meta-analysis. **BMC Geriatrics**, London, v. 14, n. 1, p. 14, fev. 2014.

BARRY, Gillian *et al.* Exergaming (XBOX Kinect™) versus traditional gym-based exercise for postural control, flow and technology acceptance in healthy adults: A randomised controlled trial. **BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation**, London, v. 8, n. 1, p. 25, ago. 2016.

BARTZOKIS, George *et al.* Age-related changes in frontal and temporal lobe volumes in men: a magnetic resonance imaging study. **Archives of General Psychiatry**, Chicago, v. 58, n. 5, p. 461-465, maio, 2001.

BARTZOKIS, George *et al.* White matter structural integrity in healthy aging adults and patients with Alzheimer disease: A magnetic resonance imaging study. **Archives of Neurology**, Chicago, v. 60, n. 3, p. 393-398, mar. 2003.

BARTZOKIS, George *et al.* Lifespan trajectory of myelin integrity and maximum motor speed. **Neurobiology of Aging**, New York, v. 31, n. 9, p. 1554-1562, set. 2010.

BATTERHAM, Philip J. *et al.* Intra-individual reaction time variability and all-cause mortality over 17 years: A community-based cohort study. **Age and Ageing**, London, v. 43, n. 1, p. 84-90, jan. 2014.

BAUERMEISTER, Sarah; BUNCE, David. Aerobic fitness and intraindividual reaction time variability in middle and old age. **Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences**, Washington, v. 71, n. 3, p. 431-438, maio, 2016.

BAUMAN, Adrian *et al.* Updating the evidence for physical activity: summative reviews of the epidemiological evidence, prevalence, and interventions to promote “Active Aging”. **The Gerontologist**, Cary, v. 56, n. Suppl_2, p. S268-S280, abril, 2016.

BENAVENT-CABALLER, Vicent *et al.* Physical factors underlying the Timed “Up and Go” test in older adults. **Geriatric Nursing**, New York, v. 37, n. 2, p. 122-127, mar/abril, 2016.

BERCHTOLD, Nicole C. *et al.* Estrogen and exercise interact to regulate brain-derived neurotrophic factor mRNA and protein expression in the hippocampus. **European Journal of Neuroscience**, Oxford, v. 14, n. 12, p. 1992-2002, dez. 2001.

BERTSCH, Katja *et al.* Resting cerebral blood flow, attention, and aging. **Brain Research**, Amsterdam v. 1267, p. 77-88, abril, 2009.

BEST, John Riley *et al.* Long-term effects of resistance exercise training on cognition and brain volume in older women: results from a randomized controlled trial. **Journal of the International Neuropsychological Society**, Cambridge, v. 21, n. 10, p. 745-756, nov. 2015.

BIELAK, Allison AM; BRYDGES, Christopher R. Can intraindividual variability in cognitive speed be reduced by physical exercise? Results from the LIFE Study. **Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences**, Washington, v. 74, n. 8, p. 1335-1344, out. 2019.

- BIERYLA, Kathleen A. Xbox Kinect training to improve clinical measures of balance in older adults: a pilot study. **Aging Clinical and Experimental Research**, Milano, v. 28, n. 3, p. 451-457, jun. 2016.
- BIJLSMA, Astrid Y. *et al.* Diagnostic criteria for sarcopenia and physical performance. **Age**, Dordrecht, v. 36, n. 1, p. 275-285, fev. 2014.
- BIRD, Marie-Louise *et al.* Age-related changes in physical fall risk factors: results from a 3-year follow-up of community dwelling older adults in Tasmania, Australia. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, Basel, v. 10, n. 11, p. 5989-5997, nov. 2013.
- BLAKE, Janelle Guirguis *et al.* Interventions to prevent falls in older adults: updated evidence report and systematic review for the US Preventive Services Task Force. **JAMA**, Chicago, v. 319, n. 16, p.1705-1716, abril, 2018.
- BLEAKLEY, Chris M. *et al.* Gaming for health: A systematic review of the physical and cognitive effects of interactive computer games in older adults. **Journal of Applied Gerontology**, Tampa, v. 34, n. 3, p. NP166-NP189, abril, 2015.
- BLONDELL, Sarah J.; HAMMERSLEY-MATHER, Rachel; VEERMAN, Lennert. Does physical activity prevent cognitive decline and dementia?: A systematic review and meta-analysis of longitudinal studies. **BMC Public Health**, London, v. 14, n. 1, p. 510, maio, 2014.
- BOCK, Beth C. *et al.* Exercise videogames, physical activity, and health: Wii Heart Fitness: A randomized clinical trial. **American Journal of Preventive Medicine**, Washington, v. 56, n. 4, p. 501-511, abril, 2019.
- BOISGONTIER, Matthieu P. *et al.* Whole-brain grey matter density predicts balance stability irrespective of age and protects older adults from falling. **Gait & Posture**, Oxford, v. 45, p. 143-150, mar. 2016.
- BOKSEM, Maarten AS; MEIJMAN, Theo F.; LORIST, Monique M. Effects of mental fatigue on attention: an ERP study. **Cognitive Brain Research**, Amsterdam, v. 25, n. 1, p. 107-116, set. 2005.
- BOOTH, Frank; ROBERTS, Christian; LAYE, Matthew. Lack of exercise is a major cause of chronic diseases. **Comprehensive Physiology**, Bethesda, v. 2, n. 2, p. 1143-211, abril, 2012.
- BORG, Gunnar. Ratings of perceived exertion and heart rates during short-term cycle exercise and their use in a new cycling strength test. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 3, n. 03, p. 153-158, 1982.
- BOUGARD, Clément *et al.* The effects of sleep deprivation and time of day on cognitive performance. **Biological Rhythm Research**, Abingdon, v. 47, n. 3, p. 401-415, fev. 2016.
- BOUTRON, Isabelle *et al.* Extending the CONSORT statement to randomized trials of nonpharmacologic treatment: explanation and elaboration. **Annals of Internal Medicine**, Philadelphia, v. 148, n. 4, p. 295-309, fev. 2008.

BRYDGES, Christopher R.; BIELAK, Allison AM. The impact of a sustained cognitive engagement intervention on cognitive variability: The Synapse Project. **Journal of Cognitive Enhancement**, [S. l.], v. 3, n. 4, p. 365-375, jun. 2019.

BRYDGES, Christopher R. *et al.* Using Cognitive Intraindividual Variability to Measure Intervention Effectiveness: Results from the Baltimore Experience Corps Trial. **Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences**, Washington, p. gbaa009, jan., 2020. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31950167>. Acesso em 12 fev. 2020.

BUFORD, Thomas *et al.* Effects of age and sedentary lifestyle on skeletal muscle NF- κ B signaling in men. **Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, Washington, v. 65, n. 5, p. 532-537, maio, 2010.

BULLITT, Elizabeth *et al.* The effect of exercise on the cerebral vasculature of healthy aged subjects as visualized by MR angiography. **American Journal of Neuroradiology**, Baltimore, v. 30, n. 10, p. 1857-1863, nov. 2009.

BUNCE, David *et al.* Cognitive deficits are associated with frontal and temporal lobe white matter lesions in middle-aged adults living in the community. **PloS ONE**, San Francisco, v. 5, n. 10, p. e13567, out. 2010.

BURZYNSKA, Agnieszka Zofia *et al.* Physical activity and cardiorespiratory fitness are beneficial for white matter in low-fit older adults. **PloS ONE**, San Francisco, v. 9, n. 9, p. e107413, set. 2014.

BURZYNSKA, Agnieszka Zofia *et al.* White matter integrity declined over 6-months, but dance intervention improved integrity of the fornix of older adults. **Frontiers in Aging Neuroscience**, Lausanne, v. 9, p. 59, mar. 2017.

BUUREN, S. van; GROOTHUIS-OUDSHOORN, Karin. mice: Multivariate imputation by chained equations in R. **Journal of Statistical Software**, California, p. 1-68, 2010.

CABEZA, Roberto; NYBERG, Lars. Imaging cognition II: An empirical review of 275 PET and fMRI studies. **Journal of Cognitive Neuroscience**, Cambridge, v. 12, n. 1, p. 1-47, jan. 2000.

CARRO, Eva *et al.* Circulating insulin-like growth factor I mediates the protective effects of physical exercise against brain insults of different etiology and anatomy. **Journal of Neuroscience**, Baltimore, v. 21, n. 15, p. 5678-5684, ago. 2001.

CASSILHAS, Ricardo C. *et al.* The impact of resistance exercise on the cognitive function of the elderly. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 39, n. 8, p. 1401-1407, ago. 2007.

CEPEDA, Nicholas J.; BLACKWELL, Katharine A.; MUNAKATA, Yuko. Speed isn't everything: Complex processing speed measures mask individual differences and developmental changes in executive control. **Developmental Science**, Oxford, v. 16, n. 2, p. 269-286, mar. 2013.

CHAN, Christopher LF *et al.* Effect of the adapted virtual reality cognitive training program among Chinese older adults with chronic schizophrenia: A pilot study. **International Journal of Geriatric Psychiatry**, Chichester, v. 25, n. 6, p. 643-649, jun. 2010.

CHANG, Vicky C.; DO, Minh T. Risk factors for falls among seniors: Implications of gender. **American Journal of Epidemiology**, Baltimore, v. 181, n. 7, p. 521-531, abril, 2015.

CHAPMAN, Sandra B. *et al.* Shorter term aerobic exercise improves brain, cognition, and cardiovascular fitness in aging. **Frontiers in Aging Neuroscience**, Lausanne, v. 5, p. 75, nov. 2013.

CHEN, Tuo Yu; PERONTO, Carol L.; EDWARDS, Jerri D. Cognitive function as a prospective predictor of falls. **Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences**, Washington, v. 67, n. 6, p. 720-728, nov. 2012.

CHOI, Sang D. *et al.* Exergame technology and interactive interventions for elderly fall prevention: A systematic literature review. **Applied Ergonomics**, Oxford, v. 65, p. 570-581, nov. 2017.

CHOU, Chih-Hsuan; HWANG, Chueh-Lung; WU, Ying-Tai. Effect of exercise on physical function, daily living activities, and quality of life in the frail older adults: a meta-analysis. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, Chicago, v. 93, n. 2, p. 237-244, fev. 2012.

CHRISTOFOROU, Zoi; KARLAFTIS, Matthew G.; YANNIS, George. Reaction times of young alcohol-impaired drivers. **Accident Analysis & Prevention**, New York, v. 61, p. 54-62, dez. 2013.

COELHO, Fernanda Matos *et al.* Physical therapy intervention (PTI) increases plasma brain-derived neurotrophic factor (BDNF) levels in non-frail and pre-frail elderly women. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, Amsterdam, v. 54, n. 3, p. 415-420, maio/jun. 2012.

COELHO-JUNIOR, Hélio José *et al.* The physical capabilities underlying timed "Up and Go" test are time-dependent in community-dwelling older women. **Experimental Gerontology**, Oxford, v. 104, p. 138-146, abril, 2018.

COETSEE, Carla; TERBLANCHE, Elmarie. The effect of three different exercise training modalities on cognitive and physical function in a healthy older population. **European Review of Aging and Physical Activity**, London, v. 14, n. 1, p. 13, ago. 2017.

COHEN, Jacob. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. Hillsdale, NJ: Lawrence Earlbaum Associates. 2º ed. 1988.

COLCOMBE, Stanley; KRAMER, Arthur F. Fitness effects on the cognitive function of older adults: A meta-analytic study. **Psychological Science**, New York, v. 14, n. 2, p. 125-130, mar. 2003.

COOPER, Leroy L. *et al.* Cerebrovascular damage mediates relations between aortic stiffness and memory novelty and significance. **Hypertension**, Dallas, v. 67, n. 1, p. 176-182, jan. 2016.

COTMAN, Carl W.; BERCHTOLD, Nicole C. Exercise: A behavioral intervention to enhance brain health and plasticity. **Trends in Neurosciences**, Cambridge, v. 25, n. 6, p. 295-301, jun. 2002.

COTMAN, Carl W.; BERCHTOLD, Nicole C.; CHRISTIE, Lori-Ann. Exercise builds brain health: key roles of growth factor cascades and inflammation. **Trends in Neurosciences**, Cambridge, v. 30, n. 9, p. 464-472, set. 2007.

DALSGAARD, Mads *et al.* Cerebral metabolism during upper and lower body exercise. **Journal of Applied Physiology**, Washington, v. 97, n. 5, p. 1733-1739, nov. 2004.

DAVENPORT, Margie H. *et al.* Cerebrovascular reserve: The link between fitness and cognitive function?. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, New York, v. 40, n. 3, p. 153-158, jul. 2012.

DAVIS, Jennifer C. *et al.* An economic evaluation of resistance training and aerobic training versus balance and toning exercises in older adults with mild cognitive impairment. **PLoS ONE**, San Francisco, v. 8, n. 5, p. e63031, maio, 2013.

DEARY, Ian; DER, Geoff. Reaction time, age, and cognitive ability: Longitudinal findings from age 16 to 63 years in representative population samples. **Aging, Neuropsychology, and Cognition**, New York, v. 12, n. 2, p. 187-215, jun. 2005a.

DEARY, Ian; DER, Geoff. Reaction time explains IQ's association with death. **Psychological Science**, New York, v. 16, n. 1, p. 64-69, jan. 2005b.

DEARY, Ian *et al.* White matter integrity and cognition in childhood and old age. **Neurology**, New York, v. 66, n. 4, p. 505-512, fev. 2006.

DEBETTE, Stéphanie; MARKUS, Hugh. The clinical importance of white matter hyperintensities on brain magnetic resonance imaging: Systematic review and meta-analysis. **BMJ**, London, v. 341, p. c3666, jul. 2010.

DEBETTE, Stéphanie *et al.* Midlife vascular risk factor exposure accelerates structural brain aging and cognitive decline. **Neurology**, New York, v. 77, n. 5, p. 461-468, ago. 2011.

DER, Geoff; DEARY, Ian. Age and sex differences in reaction time in adulthood: results from the United Kingdom Health and Lifestyle Survey. **Psychology and Aging**, Arlington, v. 21, n. 1, p. 62, mar. 2006.

DESCHAMPS, Thibault *et al.* Postural control and cognitive decline in older adults: Position versus velocity implicit motor strategy. **Gait & Posture**, Oxford, v. 39, n. 1, p. 628-630, jan. 2014.

DHAMOON, Mandip *et al.* Cerebral white matter disease and functional decline in older adults from the Northern Manhattan Study: A longitudinal cohort study. **PLoS Medicine**, San Francisco, v. 15, n. 3, p. e1002529, mar. 2018.

DIAS, Caroline Pieta *et al.* Effects of eccentric-focused and conventional resistance training on strength and functional capacity of older adults. **Age**, Dordrecht, v. 37, n. 5, p. 99, out. 2015.

DICKIE, David Alexander *et al.* Vascular risk factors and progression of white matter hyperintensities in the Lothian Birth Cohort 1936. **Neurobiology of Aging**, New York, v. 42, p. 116-123, jun. 2016.

DILL, Karen. **The Oxford handbook of media psychology**. Oxford University Press. 2013. Disponível em: <http://books.google.com.br/books?id=NB7YNxOVRjgC&printsec=frontcover&hl=pt-BR#v=onepage&q&f=false>. Acesso em 22 mar. 2018.

DONATH, Lars; RÖSSLER, Roland; FAUDE, Oliver. Effects of virtual reality training (exergaming) compared to alternative exercise training and passive control on standing balance and functional mobility in healthy community-dwelling seniors: a meta-analytical review. **Sports Medicine**, Auckland, v. 46, n. 9, p. 1293-1309, set. 2016.

DONOGHUE, Orna A. *et al.* Association between timed Up-and-Go and memory, executive function, and processing speed. **Journal of the American Geriatrics Society**, New York, v. 60, n. 9, p. 1681-1686, set. 2012.

DUARTE, Marcos; FREITAS, Sandra MSF. Revision of posturography based on force plate for balance evaluation. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, São Carlos, v. 14, n. 3, p. 183-192, maio/jun. 2010.

DYKIERT, Dominika *et al.* Age differences in intra-individual variability in simple and choice reaction time: systematic review and meta-analysis. **PLoS ONE**, San Francisco, v. 7, n. 10, p. e45759, out. 2012.

ECKNER, James T. *et al.* A novel clinical test of recognition reaction time in healthy adults. **Psychological Assessment**, Arlington, v. 24, n. 1, p. 249-54, mar. 2012.

EGGENBERGER, Patrick *et al.* Exergame and balance training modulate prefrontal brain activity during walking and enhance executive function in older adults. **Frontiers in Aging Neuroscience**, Lausanne, v. 8, p. 66, abril, 2016.

EJUPI, Andreas *et al.* Choice stepping reaction time test using exergame technology for fall risk assessment in older people. In: **Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)**, 2014 36th Annual International Conference of the IEEE. IEEE, 2014. p. 6957-6960.

ELLIOTT, Digby *et al.* Goal-directed aiming: two components but multiple processes. **Psychological Bulletin**, Washington, v. 136, n. 6, p. 1023, nov. 2010.

ENDRES, Matthias *et al.* Mechanisms of stroke protection by physical activity. **Annals of Neurology**, Boston, v. 54, n. 5, p. 582-590, set. 2003.

ENDRES, Matthias *et al.* Targeting eNOS for stroke protection. **Trends in Neurosciences**, Cambridge, v. 27, n. 5, p. 283-289, maio, 2004.

ERA, Pertti *et al.* Psychomotor speed in a random sample of 7979 subjects aged 30 years and over. **Aging Clinical and Experimental Research**, Milano, v. 23, n. 2, p. 135-144, abril, 2011.

ERVATTI, Leila Regina; BORGES, Gabriel Mendes; JARDIM, Antonio de Ponte (Ed.). Mudança Demográfica no Brasil no início do século XXI. **Subsídios para as projeções da população. IBGE**. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv93322.pdf>. Acesso 14 fev. 2015.

FAUL, Franz *et al.* G* Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. **Behavior Research Methods**, Austin, v. 39, n. 2, p. 175-191, maio, 2007.

FETER, N. *et al.* Effects of physical exercise on myelin sheath regeneration: A systematic review and meta-analysis. **Science & Sports**, Paris, v.33, n.1, p. 8-21, fev. 2017.

FINKEL, Deborah; MCGUE, Matt. Genetic and environmental influences on intraindividual variability in reaction time. **Experimental Aging Research**, Bar Harbor, v. 33, n. 1, p. 13-35, jan/mar. 2007.

FINKEL, Deborah; PEDERSEN, Nancy L. Genetic and environmental contributions to the associations between intraindividual variability in reaction time and cognitive function. **Aging, Neuropsychology and Cognition**, New York, v. 21, n. 6, p. 746-764, jan. 2014.

FOZARD, James L. *et al.* Age differences and changes in reaction time: the Baltimore Longitudinal Study of Aging. **Journal of Gerontology**, Washington, v. 49, n. 4, p. P179-P189, 1994.

FRAGALA, Maren *et al.* Resistance exercise may improve spatial awareness and visual reaction in older adults. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, Philadelphia, v. 28, n. 8, p. 2079-2087, ago, 2014.

FREDERIKSEN, Kristian Steen *et al.* Physical activity in the elderly is associated with improved executive function and processing speed: The LADIS Study. **International Journal of Geriatric Psychiatry**, Chichester, v. 30, n. 7, p. 744-750, jul. 2015.

FRIAS, Cindy M.; DIXON, Roger A.; CAMICIOLI, Richard. Neurocognitive speed and inconsistency in Parkinson's disease with and without incipient dementia: an 18-month prospective cohort study. **Journal of the International Neuropsychological Society**, Cambridge, v. 18, n. 4, p. 764-772, jul. 2012.

FRISANCHO, Roberto. New standards of weight and body composition by frame size and height for assessment of nutritional status of adults and the elderly. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 40, n. 4, p. 808-819, out. 1984.

GALE, Catharine; COOPER, Cyrus; SAYER, Avan Aihie. Prevalence and risk factors for falls in older men and women: The English Longitudinal Study of Ageing. **Age and Ageing**, London, v. 45, n. 6, p. 789-794, nov. 2016.

GALTON, Francis. Exhibition of instruments (1) for testing perception of differences of tint, and (2) for determining reaction-time. **The Journal of the Anthropological Institute of Great Britain and Ireland**, New York, v. 19, p. 27-29, 1890.

GAO, Zan *et al.* A meta-analysis of active video games on health outcomes among children and adolescents. **Obesity Reviews**, Oxford, v. 16, n. 9, p. 783-794, maio, 2015.

GARCIA, Jaime *et al.* A bespoke kinect stepping exergame for improving physical and cognitive function in older people: a pilot study. **Games for Health Journal**, v. 5, n. 6, p. 382-388, dez. 2016.

GARRETT, Douglas D.; MACDONALD, Stuart WS; CRAIK, Fergus IM. Intraindividual reaction time variability is malleable: feedback-and education-related reductions in variability with age. **Frontiers in Human Neuroscience**, Lausanne, v. 6, p. 101, maio, 2012.

GATICA-ROJAS, Valeska; MÉNDEZ-REBOLLEDO, Guillermo. Virtual reality interface devices in the reorganization of neural networks in the brain of patients with neurological diseases. **Neural Regeneration Research**, Mumbai, v. 9, n. 8, p. 888, abril, 2014.

GENOVA, Helen *et al.* Cognition in multiple sclerosis: a review of neuropsychological and fMRI research. **Frontiers in Bioscience (Landmark Ed)**, Irvine, v. 14, p. 1730-1744, jan. 2009.

GENOVA, Helen *et al.* The relationship between executive functioning, processing speed, and white matter integrity in multiple sclerosis. **Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology**, London, v. 35, n. 6, p. 631-641, jun. 2013.

GERTZ, Karen *et al.* Physical activity improves long-term stroke outcome via endothelial nitric oxide synthase-dependent augmentation of neovascularization and cerebral blood flow. **Circulation Research**, Baltimore, v. 99, n. 10, p. 1132-1140, nov. 2006.

GINÉ-GARRIGA, Maria *et al.* Physical exercise interventions for improving performance-based measures of physical function in community-dwelling, frail older adults: a systematic review and meta-analysis. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, Chicago, n.95, v.4, p.753-769, abril, 2014.

GIORGIO, Antonio *et al.* Longitudinal changes in grey and white matter during adolescence. **Neuroimage**, Orlando, v. 49, n. 1, p. 94-103, jan. 2010.

GLEN, Kate *et al.* Exergaming: Feels good despite working harder. **PloS ONE**, San Francisco, v. 12, n. 10, p. e0186526, out. 2017.

GOBBI, Sebastião *et al.* Physical inactivity and related barriers: a study in a community dwelling of older Brazilians. **Journal of Aging Research**, New York, v. 2012, p. 1-8, nov. 2012.

GONZALEZ, Adam *et al.* Resistance training improves single leg stance performance in older adults. **Aging Clinical and Experimental Research**, Milano, v. 26, n. 1, p. 89-92, fev. 2014.

GOTTSDANKER, Robert. Age and simple reaction time. **Journal of Gerontology**, Washington, v. 37, n. 3, p. 342-348, maio, 1982.

GRAVESON, Jack *et al.* Intraindividual reaction time variability, falls, and gait in old age: a systematic review. **Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences**, Washington, v. 71, n. 5, p. 857-864, set, 2016.

GRIGOROVA-PETROVA, Kristin *et al.* Feasibility of interactive video games for influence on balance in institutionalized elderly people. **Journal of Physical Education and Sport**, v. 15, n. 31, p. 429-432, set. 2015.

GSCHWIND, Yves *et al.* The effect of sensor-based exercise at home on functional performance associated with fall risk in older people – A comparison of two exergame interventions. **European Review of Aging and Physical Activity**, London, v. 12, n. 1, p. 11, nov. 2015.

GUIMARÃES, Alexsander Vieira; BARBOSA, Aline Rodrigues; MENEGHINI, Vandrize. Active videogame-based physical activity vs. aerobic exercise and cognitive performance in older adults: a randomized controlled trial. **Journal of Physical Education and Sport**, Arges, v.18, n.1, p. 203-209, mar. 2018.

HAIER, Richard J. *et al.* Structural brain variation, age, and response time. **Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience**, New York, v. 5, n. 2, p. 246-251, jun. 2005.

HARDY, Charles J.; REJESKI, W. Jack. Not what, but how one feels: the measurement of affect during exercise. **Journal of Sport and Exercise Psychology**, Champaign, v. 11, n. 3, p. 304-317, 1989.

HAYNES, Becky I.; BAUERMEISTER, Sarah; BUNCE, David. A systematic review of longitudinal associations between reaction time intraindividual variability and age-related cognitive decline or impairment, dementia, and mortality. **Journal of the International Neuropsychological Society**, Cambridge, v. 23, n. 5, p. 431-445, maio, 2017.

HENDRICK, Joy L.; SWITZER, Jamie R. Hands-free versus hand-held cell phone conversation on a braking response by young drivers. **Perceptual and Motor Skills**, Missoula, v. 105, n. 2, p. 514-522, out. 2007.

HERNÁNDEZ, Oscar H.; VOGEL-SPROTT, Muriel; KE-AZNAR, Vanessa I. Alcohol impairs the cognitive component of reaction time to an omitted stimulus: a replication and an extension. **Journal of Studies on Alcohol and Drugs**, Piscataway, NJ, v. 68, n. 2, p. 276-281, mar. 2007.

HERNÁNDEZ, Oscar H.; VOGEL-SPROTT, Muriel. Alcohol slows the brain potential associated with cognitive reaction time to an omitted stimulus. **Journal of Studies on Alcohol and Drugs**, Piscataway, NJ, v. 71, n. 2, p. 268-277, mar. 2010.

HEROLD, Fabian *et al.* Functional and/or structural brain changes in response to resistance exercises and resistance training lead to cognitive improvements – a systematic review. **European Review of Aging and Physical Activity**, London, v. 16, n. 1, p. 10, jul. 2019.

HÖCHSMANN, Christoph; SCHÜPBACH, Michael; SCHMIDT-TRUCKSÄSS, Arno. Effects of exergaming on physical activity in overweight individuals. **Sports Medicine**, Auckland, v. 46, n. 6, p. 845-860, jun. 2016.

HORAK, Fay B. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls?. **Age and Ageing**, London, v. 35, n. suppl_2, p. ii7-ii11, set. 2006.

HOWES, Sarah C. *et al.* Gaming for health: Systematic review and meta-analysis of the physical and cognitive effects of active computer gaming in older adults. **Physical Therapy**, New York, v. 97, n. 12, p. 1122-1137, dez. 2017.

HSIEH, W.-M. *et al.* Virtual reality system based on Kinect for the elderly in fall prevention. **Technology and Health Care**, v. 22, n. 1, p. 27-36, 2014.

HUANG, Wen-Ni Wennie *et al.* Performance measures predict onset of activity of daily living difficulty in community-dwelling older adults. **Journal of the American Geriatrics Society**, New York, v. 58, n. 5, p. 844-852, maio, 2010.

IULIANO, Enzo *et al.* Effects of different types of physical activity on the cognitive functions and attention in older people: A randomized controlled study. **Experimental Gerontology**, Oxford, v. 70, p. 105-110, out, 2015.

JADCZAK, Agathe D. *et al.* Effectiveness of exercise interventions on physical function in community-dwelling frail older people: An umbrella review of systematic reviews. **JBIC Database of Systematic Reviews and Implementation Reports**, Sydney, v. 16, n. 3, p. 752-775, jan. 2018.

JAIN, Aditya *et al.* A comparative study of visual and auditory reaction times on the basis of gender and physical activity levels of medical first year students. **International Journal of Applied and Basic Medical Research**, Mumbai, v. 5, n. 2, p. 124, maio/ago. 2015.

JANSEN, Sofie *et al.* The association of cardiovascular disorders and falls: a systematic review. **Journal of the American Medical Directors Association**, New York, v. 17, n. 3, p. 193-199, mar. 2016.

JOHANSSON, Jonas *et al.* Increased postural sway during quiet stance as a risk factor for prospective falls in community-dwelling elderly individuals. **Age and Ageing**, London, v. 46, n. 6, p. 964-970, nov. 2017.

JOHNSON, Ronald C. *et al.* Galton's data a century later. **The American Psychologist**, Washington, v. 40, n. 8, p. 875, 1985.

JORGENSEN, Martin G. *et al.* Time-of-day influences postural balance in older adults. **Gait & Posture**, Oxford, v. 35, n. 4, p. 653-657, abril, 2012.

JOSHUA, Abraham M. *et al.* Effectiveness of progressive resistance strength training versus traditional balance exercise in improving balance among the elderly-a randomised controlled trial. **Journal of Clinical and Diagnostic Research: JCDR**, India, v. 8, n. 3, p. 98, 2014.

KARAHAN, Ali Yavuz *et al.* Effects of *exergames* on balance, functional mobility, and quality of life of geriatrics versus home exercise programme: randomized controlled study. **Central European Journal of Public Health**, Prague, v. 23, p. S14-18, nov. 2015.

KARI, Tuomas. Can exergaming promote physical fitness and physical activity?: A systematic review of systematic reviews. **International Journal of Gaming and Computer-Mediated Simulations**, Hershey, PA, v. 6, n. 4, p. 59-77, out/dez. 2014.

KARINKANTA, S. *et al.* A multi-component exercise regimen to prevent functional decline and bone fragility in home-dwelling elderly women: randomized, controlled trial. **Osteoporosis International**, London, v. 18, n. 4, p. 453-462, abril, 2007.

KEMPF, Kerstin; MARTIN, Stephan. Autonomous exercise game use improves metabolic control and quality of life in type 2 diabetes patients-a randomized controlled trial. **BMC Endocrine Disorders**, London, v. 13, n. 1, p. 57, dez. 2013.

KENNEDY, Kristen M.; RAZ, Naftali. Aging white matter and cognition: Differential effects of regional variations in diffusion properties on memory, executive functions, and speed. **Neuropsychologia**, Oxford, v. 47, n. 3, p. 916-927, fev. 2009.

KERCHNER, Geoffrey A. *et al.* Cognitive processing speed in older adults: relationship with white matter integrity. **PloS One**, San Francisco, v. 7, n. 11, p. e50425, nov. 2012.

KIM, Geon Ha *et al.* Higher physical activity is associated with increased attentional network connectivity in the healthy elderly. **Frontiers in Aging Neuroscience**, Lausanne, v. 8, p. 198, ago. 2016.

KLOMPSTRA, Leonie Verheijden; JAARSMA, Tiny; STRÖMBERG, Anna. Exergaming in older adults: A scoping review and implementation potential for patients with heart failure. **European Journal of Cardiovascular Nursing**, London, v. 13, n. 5, p. 388-398, out. 2014.

KOCHUNOV, Peter *et al.* Association of white matter with core cognitive deficits in patients with schizophrenia. **JAMA Psychiatry**, Chicago, v. 74, n. 9, p. 958-966, set. 2017.

KOGA, Y.; MORANT, G. M. On the degree of association between reaction times in the case of different senses. **Biometrika**, London, v. 15, n. 3/4, p. 346-372, 1923.

KOJIMA, Gotaro *et al.* Does the timed up and go test predict future falls among British community-dwelling older people? Prospective cohort study nested within a randomised controlled trial. **BMC Geriatrics**, London, v. 15, n. 1, p. 38, abril, 2015.

KOOIMAN, Brian J.; SHEEHAN, Dwayne P. Intergenerational remote exergaming with family and friends for health and leisure. **Journal of Intergenerational Relationships**, Binghamton, v. 12, n. 4, p. 413-424, dez. 2014.

KONG, Sung Hye *et al.* Insulin resistance is associated with cognitive decline among older Koreans with normal baseline cognitive function: a prospective community-based cohort study. **Scientific Reports**, London, v. 8, n. 1, p. 650, jan. 2018.

LACROIX, André *et al.* Effects of a supervised versus an unsupervised combined balance and strength training program on balance and muscle power in healthy older adults: a randomized controlled trial. **Gerontology**, Basel, v. 62, n. 3, p. 275-288, abril, 2016.

LAI, Chien-Hung *et al.* Effects of interactive video-game based system exercise on the balance of the elderly. **Gait & Posture**, Oxford, v. 37, n. 4, p. 511-515, abril, 2013.

LARA, Jose *et al.* A proposed panel of biomarkers of healthy ageing. **BMC Medicine**, London, v. 13, n. 1, p. 222, set. 2015.

LARSEN, Lisbeth *et al.* The physical effect of *exergames* in healthy elderly: a systematic review. **Games for Health Journal**, New Rochelle, v. 2, n. 4, p. 205-212, ago, 2013.

LAVI, Shahar *et al.* Impaired cerebral CO₂ vasoreactivity: Association with endothelial dysfunction. **American Journal of Physiology: Heart and Circulatory Physiology**, Bethesda, v. 291, n. 4, p. H1856-H1861, out. 2006.

LEANDRI, Massimo *et al.* Relationship between balance and cognitive performance in older people. **Journal of Alzheimer's Disease**, Amsterdam, v. 45, n. 3, p. 705-707, mar. 2015.

LEE, James J.; CHABRIS, Christopher F. General cognitive ability and the psychological refractory period: Individual differences in the mind's bottleneck. **Psychological Science**, New York, v. 24, n. 7, p. 1226-1233, jul. 2013.

LEE, Ji Eun *et al.* Association between Timed Up and Go test and future dementia onset. **Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, Washington, v. 73, n. 9, p. 1238-1243, ago. 2018.

LENT, Roberto. **Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais de neurociência**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2010. 765 p.

LEVIN, Oron; NETZ, Yael; ZIV, Gal. The beneficial effects of different types of exercise interventions on motor and cognitive functions in older age: A systematic review. **European Review of Aging and Physical Activity**, London, v. 14, n. 1, p. 20, dez. 2017.

LI, Zhen *et al.* Reliability and validity of center of pressure measures for balance assessment in older adults. **Journal of Physical Therapy Science**, Moroyama, v. 28, n. 4, p. 1364-1367, abril, 2016.

LIEBERMAN, Debra *et al.* The Power of Play: Innovations in Getting Active Summit 2011: A science panel proceedings report from the American Heart Association. **Circulation**, Dallas, v. 123, p. 2507-2516, maio, 2011.

LIGUORI, Anthony; ROBINSON, John H. Caffeine antagonism of alcohol-induced driving impairment. **Drug & Alcohol Dependence**, Limerick, v. 63, n. 2, p. 123-129, jul. 2001.

LIU, Sicong; LEBEAU, Jean-Charles; TENENBAUM, Gershon. Does exercise improve cognitive performance? A conservative message from Lord's paradox. **Frontiers in Psychology**, Lausanne, v. 7, p. 1092, jul. 2016.

LIU, Yung-Ching; HO, Chin Heng. Effects of different blood alcohol concentrations and post-alcohol impairment on driving behavior and task performance. **Traffic Injury Prevention**, Philadelphia, v. 11, n. 4, p. 334-341, ago. 2010.

LIU-AMBROSE, Teresa *et al.* Resistance training and executive functions: A 12-month randomized controlled trial. **Archives of Internal Medicine**, Chicago, v. 170, n. 2, p. 170-178, jan. 2010.

LIU-AMBROSE, Teresa *et al.* Resistance training and functional plasticity of the aging brain: A 12-month randomized controlled trial. **Neurobiology of Aging**, New York, v. 33, n. 8, p. 1690-1698, ago. 2012.

LOVDEN, Martin *et al.* Within-person trial-to-trial variability precedes and predicts cognitive decline in old and very old age: Longitudinal data from the Berlin Aging Study. **Neuropsychologia**, Oxford, v. 45, n. 12, p. 2827-2838, set. 2007.

LÖVDÉN, Martin *et al.* Does variability in cognitive performance correlate with frontal brain volume?. **Neuroimage**, Orlando, v. 64, p. 209-215, jan. 2013.

LOW, Daniel C.; WALSH, Gregory S.; ARKESTEIJN, Marco. Effectiveness of exercise interventions to improve postural control in older adults: a systematic review and meta-analyses of centre of pressure measurements. **Sports Medicine**, Auckland, v. 47, n. 1, p. 101-112, jan. 2017.

LU, Po H. *et al.* Age-related slowing in cognitive processing speed is associated with myelin integrity in a very healthy elderly sample. **Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology**, London, v. 33, n. 10, p. 1059-1068, dez. 2011.

LUSTIG, Cindy *et al.* Aging, training, and the brain: a review and future directions. **Neuropsychology Review**, New York, v. 19, n. 4, p. 504-522, dez. 2009.

LUSTOSA, Lygia P. *et al.* Impact of resistance exercise program on functional capacity and muscular strength of knee extensor in pre-frail community-dwelling older women: a randomized crossover trial. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v. 15, n. 4, p. 318-324, ago. 2011.

LUTSKI, Miri *et al.* Insulin resistance and future cognitive performance and cognitive decline in elderly patients with cardiovascular disease. **Journal of Alzheimer's Disease**, Amsterdam, v. 57, n. 2, p. 633-643, mar. 2017.

MACDONALD, Stuart; LI, Shu-Chen; BÄCKMAN, Lars. Neural underpinnings of within-person variability in cognitive functioning. **Psychology and Aging**, Arlington, v. 24, n. 4, p. 792, dez. 2009.

MACHADO, Álvaro *et al.* Efeitos da manipulação da sensibilidade plantar sobre o controle da postura ereta em adultos jovens e idosos. **Revista Brasileira de Reumatologia**, Campinas, v. 57, n. 1, p. 30-36, jan/fev. 2017.

MADDEN, David J. *et al.* Cerebral white matter integrity mediates adult age differences in cognitive performance. **Journal of Cognitive Neuroscience**, Cambridge, v. 21, n. 2, p. 289-302, fev. 2009.

MAGILL, Richard. **Aprendizagem motora conceitos e aplicações**. 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.

MAILLOT, Pauline; PERROT, Alexandra; HARTLEY, Alan. Effects of interactive physical-activity video-game training on physical and cognitive function in older adults. **Psychology and Aging**, Arlington, v. 27, n. 3, p. 589–600, set. 2012.

MARQUES, Elisa A. *et al.* Are resistance and aerobic exercise training equally effective at improving knee muscle strength and balance in older women?. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, Amsterdam, v. 68, p. 106-112, jan/fev. 2017.

MATALLAOUI, Amir *et al.* How effective is “Exergamification”? A systematic review on the effectiveness of gamification features in *exergames*. In: **Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences**. 2017.

MAZEROLLE, Erin L. *et al.* Intra-individual variability in information processing speed reflects white matter microstructure in multiple sclerosis. **NeuroImage: Clinical**, Amsterdam, v. 2, p. 894-902, jun. 2013.

MELLA, Nathalie *et al.* Leisure activities and change in cognitive stability: a multivariate approach. **Brain Sciences**, Basel, v. 7, n. 3, p. 27, mar. 2017.

MELZER, Itshak *et al.* Application of the voluntary step execution test to identify elderly fallers. **Age and Ageing**, London, v. 36, n. 5, p. 532-537, set. 2007.

MEMÓRIA, Cláudia *et al.* Brief screening for mild cognitive impairment: validation of the Brazilian version of the Montreal cognitive assessment. **International Journal of Geriatric Psychiatry**, Chichester, v. 28, n. 1, p. 34-40, jan. 2013.

MENEGHINI, Vandriz *et al.* Percepção de adultos mais velhos quanto à participação em programa de exercício físico com *exergames*: estudo qualitativo. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 4, p. 1033-1041, abril, 2016.

MIRANDA, Camila Souza *et al.* Balance training in virtual reality promotes performance improvement but not transfer to postural control in people with chronic stroke. **Games for Health Journal**, New Rochelle, v. 8, n. 4, p. 294-300, ago. 2019.

MIRELMAN, Anat *et al.* Addition of a non-immersive virtual reality component to treadmill training to reduce fall risk in older adults (V-TIME): A randomised controlled trial. **The Lancet**, New York, v. 388, n. 10050, p. 1170-1182, set. 2016.

MIRELMAN, Anat *et al.* Association between performance on Timed Up and Go subtasks and mild cognitive impairment: further insights into the links between cognitive and motor function. **Journal of the American Geriatrics Society**, New York, v. 62, n. 4, p. 673-678, abril, 2014.

MIRELMAN, Anat *et al.* Executive function and falls in older adults: New findings from a five-year prospective study link fall risk to cognition. **PLoS ONE**, San Francisco, v. 7, n. 6, p. e40297, jun. 2012.

MIYAKE, Akira *et al.* The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. **Cognitive Psychology**, Amsterdam, v. 41, n. 1, p. 49-100, ago. 2000.

MOGHADAM, Mojgan *et al.* Reliability of center of pressure measures of postural stability in healthy older adults: effects of postural task difficulty and cognitive load. **Gait & Posture**, Oxford, v. 33, n. 4, p. 651-655, abril, 2011.

MOHER, David *et al.* CONSORT 2010 statement: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. **BMJ** (Clinical Research ed.), London, v. 340, p. c332, mar. 2010.

MOHER, David *et al.* CONSORT 2010 explanation and elaboration: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. **International Journal of Surgery**, v. 10, n. 1, p. 28-55, 2012.

MOLINA, Karina Iglesia *et al.* Virtual reality using games for improving physical functioning in older adults: a systematic review. **Journal of Neuroengineering and Rehabilitation**, London, v. 11, n. 1, p. 156, nov. 2014.

MONTEIRO-JUNIOR, Renato Sobral *et al.* Exergames: Neuroplastic hypothesis about cognitive improvement and biological effects on physical function of institutionalized older persons. **Neural Regeneration Research**, Mumbai, v. 11, n. 2, p. 201, fev. 2016.

MORRISON, Steven *et al.* Supervised balance training and Wii Fit–based exercises lower falls risk in older adults with type 2 diabetes. **Journal of the American Medical Directors Association**, New York, v. 19, n. 2, p. 185. e7-185. e13, fev. 2018.

MUEHLBAUER, Thomas; GOLLHOFER, Albert; GRANACHER, Urs. Associations between measures of balance and lower-extremity muscle strength/power in healthy individuals across the lifespan: a systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**, Auckland, v. 45, n. 12, p. 1671-1692, dez. 2015.

NAGAMATSU, Lindsay *et al.* Resistance training promotes cognitive and functional brain plasticity in seniors with probable mild cognitive impairment. **Archives of Internal Medicine**, Chicago, v. 172, n. 8, p. 666-668, abril, 2012.

NASCIMENTO, Carla Manuela Crispim *et al.* Physical exercise in MCI elderly promotes reduction of pro-inflammatory cytokines and improvements on cognition and BDNF peripheral levels. **Current Alzheimer Research**, San Francisco, v. 11, n. 8, p. 799-805, 2014.

NASREDDINE, Ziad *et al.* The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: A brief screening tool for mild cognitive impairment. **Journal of the American Geriatrics Society**, New York, v. 53, n. 4, p. 695-699, abril, 2005.

NAUGLE, Keith E.; WIKSTROM, Erik A. Active gaming: Is it a helpful tool for fitness and conditioning?. **Strength & Conditioning Journal**, Lawrence, KS, v. 36, n. 2, p. 39-44, abril, 2014.

NELSON, Miriam *et al.* Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 39, n. 8, p. 1435–1445, ago. 2007.

NGUYEN, Thi Thanh Hai *et al.* Impact of serious games on health and well-being of elderly: a systematic review. In: **Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences**. 2017.

NISHIGUCHI, Shu *et al.* A novel infrared laser device that measures multilateral parameters of stepping performance for assessment of all risk in elderly individuals. **Aging Clinical and Experimental Research**, Milano, v. 25, n. 3, p. 311-316, jun. 2013.

NITZ, J. C.; STOCK, L.; KHAN, A. Health-related predictors of falls and fractures in women over 40. **Osteoporosis International**, London, v. 24, n. 2, p. 613-621, fev. 2013.

NUNNALLY, Jum. **Psychometric theory**. New York: McGraw-Hill, 1978.

OGAWA, Elisa F.; YOU, Tongjian; LEVEILLE, Suzanne G. Potential benefits of exergaming for cognition and dual-task function in older adults: a systematic review. **Journal of Aging and Physical Activity**, Champaign, v. 24, n. 2, p. 332-336, abril, 2016.

OGOHO, Shigehiko; AINSLIE, Philip N. Cerebral blood flow during exercise: mechanisms of regulation. **Journal of Applied Physiology**, Washington, v. 107, n. 5, p. 1370-1380, nov. 2009.

OKUBO, Yoshiro; SCHOENE, Daniel; LORD, Stephen R. Step training improves reaction time, gait and balance and reduces falls in older people: a systematic review and meta-analysis. **British Journal of Sports Medicine**, Loughborough, v. 51, n. 7, p. 586-593, abril, 2017.

OLESEN, Pernille J. *et al.* Combined analysis of DTI and fMRI data reveals a joint maturation of white and grey matter in a fronto-parietal network. **Cognitive Brain Research**, Amsterdam, v. 18, n. 1, p. 48-57, dez. 2003.

ORANGE, Samuel T. *et al.* The short-term training and detraining effects of supervised versus unsupervised resistance exercise in aging adults. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Philadelphia, v. 33, n. 10, p. 2733-2742, out. 2019

ORDNUNG, Madeleine *et al.* No overt effects of a 6-week *exergame* training on sensorimotor and cognitive function in older adults. A preliminary investigation. **Frontiers in Human Neuroscience**, Lausanne, v. 11, p. 160, abril, 2017.

ORR, Rhonda; RAYMOND, Jacqui; SINGH, Maria Fiatarone. Efficacy of progressive resistance training on balance performance in older adults. **Sports Medicine**, Auckland, v. 38, n. 4, p. 317-343, 2008.

PACHANA, Nancy A. *et al.* California older adult Stroop test (COAST) development of a Stroop test adapted for geriatric populations. **Clinical Gerontologist**, Binghamton, v. 27, n. 3, p. 3-22, 2004.

PAILLARD, Thierry. Relationship between muscle function, muscle typology and postural performance according to different postural conditions in young and older adults. **Frontiers in Physiology**, Lausanne, v. 8, p. 585, ago. 2017.

PAKKENBERG, Bente; GUNDERSEN, Hans Jørgen G. Neocortical neuron number in humans: effect of sex and age. **Journal of Comparative Neurology**, New York, v. 384, n. 2, p. 312-320, 1997.

PEETERS, Geeske *et al.* Long-term consequences of noninjurious and injurious falls on well-being in older women. **Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, Washington, v. 70, n. 12, p. 1519-1525, dez. 2015.

PELVIG, D. P. *et al.* Neocortical glial cell numbers in human brains. **Neurobiology of Aging**, New York, v. 29, n. 11, p. 1754-1762, nov. 2008.

PETERSON, Mark D.; SEN, Ananda; GORDON, Paul M. Influence of resistance exercise on lean body mass in aging adults: a meta-analysis. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 43, n. 2, p. 249, fev. 2011.

PHILLIPS, Michelle *et al.* Intra-individual reaction time variability in mild cognitive impairment and Alzheimer's disease: Gender, processing load and speed factors. **PLoS ONE**, San Francisco, v. 8, n. 6, p. e65712, jun. 2013.

PIIRTOLA, Maarit; ERA, Pertti. Force platform measurements as predictors of falls among older people: a review. **Gerontology**, Basel, v. 52, n. 1, p. 1-16, jan. 2006.

PIJNAPPELS, Mirjam *et al.* The association between choice stepping reaction time and falls in older adults—a path analysis model. **Age and Ageing**, London, v. 39, n. 1, p. 99-104, jan. 2010.

POELS, Mariëlle MF *et al.* Total cerebral blood flow in relation to cognitive function: the Rotterdam Scan Study. **Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism**, New York, v. 28, n. 10, p. 1652-1655, out. 2008.

POWELL, Kenneth; PALUCH, Amanda; BLAIR, Steven. Physical activity for health: What kind? How much? How intense? On top of what? **Annual Review of Public Health**, Palo Alto, v. 32, p. 349–65, 2011.

PROA. **ProA**: Sistema de monitoramento neuropsicológico computadorizado. Propriedades psicométricas da bateria ProA. 2010. Disponível em: <https://bioscada.com.br/proa/languages/br/arquivos/Propriedades%20Psicometricas%20ProA.pdf>. Acesso em 24 abril 2018.

PROSPERINI, Luca *et al.* Multiple sclerosis: changes in microarchitecture of white matter tracts after training with a video game balance board. **Radiology**, Easton, v. 273, n. 2, p. 529-538, nov. 2014.

QUEIROZ, Bruno Morbeck *et al.* Exergame vs. aerobic exercise and functional fitness of older adults: A randomized controlled trial. **Journal of Physical Education and Sport**, Arges, v. 17, n. 2, p. 740, jun. 2017.

RAMCHURN, Anusha *et al.* Intraindividual reaction time variability affects P300 amplitude rather than latency. **Frontiers in Human Neuroscience**, Lausanne, v. 8, p. 557, jul. 2014.

RAYMAKERS, Janthony; SAMSON, Monique; VERHAAR, Harald. The assessment of body sway and the choice of the stability parameter (s). **Gait & Posture**, Oxford, v. 21, n. 1, p. 48-58, jan. 2005.

RESNICK, Nitzan *et al.* Fluid shear stress and the vascular endothelium: For better and for worse. **Progress in Biophysics and Molecular Biology**, Oxford, v. 81, n. 3, p. 177-199, abril, 2003.

RICA, Roberta L. *et al.* Effects of a Kinect-based physical training program on body composition, functional fitness and depression in institutionalized older adults. **Geriatrics & Gerontology International**, Tokyo, v. 20, n. 3, p. 195-200, mar. 2020.

RIKLI, Roberta E.; JONES, C. Jessie. Development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults. **Journal of Aging and Physical Activity**, Champaign, v. 7, n. 2, p. 129-161, 1999.

RINHOLM, Johanne E. *et al.* Regulation of oligodendrocyte development and myelination by glucose and lactate. **Journal of Neuroscience**, Baltimore, v. 31, n. 2, p. 538-548, jan. 2011.

ROGERS, Mark W. *et al.* Step training improves the speed of voluntary step initiation in aging. **Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, Washington, v. 58, n. 1, p. M46-M51, jan. 2003.

ROSANO, Caterina *et al.* Psychomotor speed and functional brain MRI 2 years after completing a physical activity treatment. **Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, Washington, v. 65, n. 6, p. 639-647, jun. 2010.

RUBIN, Donald B. **Multiple imputation for nonresponse in surveys**. John Wiley & Sons, 2004.

RUHE, Alexander; FEJER, René; WALKER, Bruce. The test-retest reliability of centre of pressure measures in bipedal static task conditions—a systematic review of the literature. **Gait & Posture**, Oxford, v. 32, n. 4, p. 436-445, out. 2010.

SALTHOUSE, Timothy. Aging and measures of processing speed. **Biological Psychology**, Amsterdam, v. 54, n. 1-3, p. 35-54, out. 2000.

- SALTHOUSE, Timothy. The processing-speed theory of adult age differences in cognition. **Psychological Review**, Washington, v. 103, n. 3, p. 403, jul. 1996.
- SALTHOUSE, Timothy. When does age-related cognitive decline begin?. **Neurobiology of Aging**, New York, v. 30, n. 4, p. 507-514, abril, 2009.
- SALTHOUSE, Timothy. Within-cohort age-related differences in cognitive functioning. **Psychological Science**, New York, v. 24, n. 2, p. 123-130, fev. 2013.
- SCARPINA, Federica; TAGINI, Sofia. The stroop color and word test. **Frontiers in Psychology**, Pully, v. 8, p. 557, abril, 2017.
- SCHMIDT, Richard A.; WRISBERG, Craig A. **Aprendizagem e performance motora: uma abordagem da aprendizagem baseada na situação**. 4ª edição. Artmed. 2010.
- SCHOENE, Daniel *et al.* A novel video game–based device for measuring stepping performance and fall risk in older people. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, Chicago, v. 92, n. 6, p. 947-953, jun. 2011.
- SCHOENE, Daniel *et al.* A randomized controlled pilot study of home-based step training in older people using videogame technology. **PloS ONE**, San Francisco, v. 8, n. 3, p. e57734, mar. 2013.
- SCHOENE, Daniel *et al.* A Stroop Stepping Test (SST) using low-cost computer game technology discriminates between older fallers and non-fallers. **Age and Ageing**, London, v. 43, n. 2, p. 285-289, mar. 2014.
- SEXTON, Claire *et al.* Accelerated changes in white matter microstructure during aging: A longitudinal diffusion tensor imaging study. **Journal of Neuroscience**, Baltimore, v. 34, n. 46, p. 15425-15436, nov. 2014.
- SEXTON, Claire *et al.* A systematic review of MRI studies examining the relationship between physical fitness and activity and the white matter of the ageing brain. **Neuroimage**, Orlando, v. 131, p. 81-90, maio, 2016.
- SHELTON, Jose; KUMAR, Gideon Praveen. Comparison between auditory and visual simple reaction times. **Neuroscience & Medicine**, Irvine, v. 1, n. 1, p. 30-32, 2010.
- SHIH, Meng-Che *et al.* Effects of a balance-based exergaming intervention using the Kinect sensor on posture stability in individuals with Parkinson's disease: a single-blinded randomized controlled trial. **Journal of Neuroengineering and Rehabilitation**, London, v. 13, n. 1, p. 78, ago. 2016.
- SHIPLEY, Beverly *et al.* Cognition and all-cause mortality across the entire adult age range: Health and lifestyle survey. **Psychosomatic Medicine**, New York, v. 68, n. 1, p. 17-24, jan/fev. 2006.
- SMITH, Patrick *et al.* Aerobic exercise and neurocognitive performance: A meta-analytic review of randomized controlled trials. **Psychosomatic Medicine**, New York, v. 72, n. 3, p. 239, abril, 2010.

SOFI, Francesco *et al.* Physical activity and risk of cognitive decline: a meta-analysis of prospective studies. **Journal of Internal Medicine**, Oxford, v. 269, n. 1, p. 107-117, jan. 2011.

SOUISSI, Makram *et al.* Effects of time-of-day and caffeine ingestion on mood states, simple reaction time, and short-term maximal performance in elite judoists. **Biological Rhythm Research**, Abingdon, v. 44, n. 6, p. 897-907, abril, 2013.

SPIRDUSO, Waneen Wyrick. Reaction and movement time as a function of age and physical activity level. **Journal of Gerontology**, Washington, v. 30, n. 4, p. 435-440, 1975.

STANMORE, Emma *et al.* The effect of active video games on cognitive functioning in clinical and non-clinical populations: A meta-analysis of randomized controlled trials. **Neuroscience & Biobehavioral Reviews**, New York, v. 78, p. 34-43, jul. 2017.

STARR, John *et al.* Brain white matter lesions detected by magnetic resonance imaging are associated with balance and gait speed. **Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry**, London, v. 74, n. 1, p. 94-98, jan. 2003.

STRAND, Kara *et al.* community-based exergaming program increases physical activity and perceived wellness in older adults. **Journal of Aging and Physical Activity**, Champaign, v.22, n.3, p. 364-371, jul. 2014.

STRAYER, David; DREW, Frak. Profiles in driver distraction: Effects of cell phone conversations on younger and older drivers. **Human Factors**, New York, v. 46, n. 4, p. 640-649, 2004.

STROOP, J. Ridley. Studies of interference in serial verbal reactions. **Journal of Experimental Psychology**, Washington, v. 18, n. 6, p. 643, 1935.

STUBBS, Brendon; BREFKA, Simone; DENKINGER, Michael D. What works to prevent falls in community-dwelling older adults? Umbrella review of meta-analyses of randomized controlled trials. **Physical Therapy**, New York, v. 95, n. 8, p. 1095-1110, ago. 2015.

SUO, Chao *et al.* Therapeutically relevant structural and functional mechanisms triggered by physical and cognitive exercise. **Molecular Psychiatry**, Houndmills, UK, v. 21, n. 11, p. 1633-1642, nov. 2016.

SVOBODA, Karel; LI, Nuo. Neural mechanisms of movement planning: Motor cortex and beyond. **Current Opinion in Neurobiology**, London, v. 49, p. 33-41, abril, 2018.

SWIFT, C. G.; TIPLADY, B. The effects of age on the response to caffeine. **Psychopharmacology**, Berlin, v. 94, n. 1, p. 29-31, 1988.

TAHMOSYBAYAT, Robin *et al.* Movements of older adults during exergaming interventions that are associated with the Systems Framework for Postural Control: A systematic review. **Maturitas**, Limerick, v. 111, p. 90-99, maio, 2018.

TAKIMOTO, Masaki; HAMADA, Taku. Acute exercise increases brain region-specific expression of MCT1, MCT2, MCT4, GLUT1, and COX IV proteins. **Journal of Applied Physiology**, Washington, v. 116, n. 9, p. 1238-1250, maio, 2014.

TANAKA, Kazumoto *et al.* A comparison of exergaming interfaces for use in rehabilitation programs and research. **Loading... The Journal of the Canadian Game Studies Association**, Toronto, v. 6, n. 9, p. 69-81, 2012.

TANGEN, Gro Gujord *et al.* Relationships between balance and cognition in patients with subjective cognitive impairment, mild cognitive impairment, and Alzheimer disease. **Physical Therapy**, New York, v. 94, n. 8, p. 1123-1134, ago. 2014.

TAYLOR, Lynne *et al.* Active video games for improving physical performance measures in older people: A meta-analysis. **Journal of Geriatric Physical Therapy**, La Crosse, v. 41, n. 2, p. 108-123, abril/jun. 2018.

THIBAUD, Marie *et al.* Impact of physical activity and sedentary behaviour on fall risks in older people: A systematic review and meta-analysis of observational studies. **European Review of Aging and Physical Activity**, London, v. 9, n. 1, p. 5-15, abril, 2012.

TOLEDO, Diana R.; BARELA, José A. Sensory and motor differences between young and older adults: somatosensory contribution to postural control. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, São Carlos, v. 14, n. 3, p. 267-275, maio/jun. 2010.

TOMBAUGH, Tom N. Trail Making Test A and B: Normative data stratified by age and education. **Archives of Clinical Neuropsychology**, Oxford, v. 19, n. 2, p. 203-214, 2004.

TRABAL, Joan *et al.* Effects of free leucine supplementation and resistance training on muscle strength and functional status in older adults: A randomized controlled trial. **Clinical Interventions in Aging**, Auckland, v. 10, p. 713, abril, 2015.

TRIGIANI, Lianne; HAMEL, Edith. An endothelial link between the benefits of physical exercise in dementia. **Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism**, New York, v. 37, n. 8, p. 2649-2664, ago. 2017.

TRIMMEL, Michael; POELZL, Gerhard. Impact of background noise on reaction time and brain DC potential changes of VDT-based spatial attention. **Ergonomics**, London, v. 49, n. 2, p. 202-208, fev. 2006.

TROMBETTA, Mateus *et al.* Motion Rehab AVE 3D: A VR-based *exergame* for post-stroke rehabilitation. **Computer Methods and Programs in Biomedicine**, Limerick, v. 151, p. 15-20, nov. 2017.

TSAI, Chia-Liang *et al.* The effects of long-term resistance exercise on the relationship between neurocognitive performance and GH, IGF-1, and homocysteine levels in the elderly. **Frontiers in Behavioral Neuroscience**, Lausanne, v. 9, p. 23, fev. 2015.

TURKEN, U. *et al.* Cognitive processing speed and the structure of white matter pathways: convergent evidence from normal variation and lesion studies. **Neuroimage**, Orlando, v. 42, n. 2, p. 1032-1044, ago. 2008.

ULRICH, Rolf; RINKENAUER, Gerhard; MILLER, Jeff. Effects of stimulus duration and intensity on simple reaction time and response force. **Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance**, Washington, v. 24, n. 3, p. 915, jun. 1998.

UNITED NATIONS. **World population prospects: The 2017 revision**. 2017. Disponível em: <http://esa.un.org/unpd/wpp/>. Acesso em 20 de março de 2018.

VAGETTI, Gislaine Cristina *et al.* The prevalence and correlates of meeting the current physical activity for health guidelines in older people: A cross-sectional study in Brazilian women. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, Amsterdam, v. 56, n. 3, p. 492–500, mai. 2013.

VAN DEN BERG, Johannes; NEELY, Gregory. Performance on a simple reaction time task while sleep deprived. **Perceptual and Motor Skills**, Missoula, v. 102, n. 2, p. 589-599, abril, 2006.

VAN DIEST, M. *et al.* *Exergames* for unsupervised balance training at home: A pilot study in healthy older adults. **Gait & Posture**, Oxford, v. 44, p. 161-167, fev. 2016.

VAN DIJK, Ewoud J. *et al.* The association between blood pressure, hypertension, and cerebral white matter lesions: Cardiovascular determinants of dementia study. **Hypertension**, Dallas, v. 44, n. 5, p. 625-630, nov. 2004.

VAN GINKEL, Joost; KROONENBERG, Pieter. Analysis of variance of multiply imputed data. **Multivariate Behavioral Research**, Fort Worth, v. 49, n. 1, p. 78-91, fev. 2014.

VAN GINKEL, Joost. **SPSS syntax for applying rules for combining multivariate estimates in multiple imputation**. Disponível em: <https://www.universiteitleiden.nl/en/staffmembers/joost-van-ginkel#tab-1>. Acesso em 08 de julho de 2019.

VERHAEGHEN, Paul; MEERSMAN, Lieve De. Aging and the Stroop effect: A meta-analysis. **Psychology and Aging**, Arlington, v. 13, n. 1, p. 120, 1998.

VERNADAKIS, Nikolaos *et al.* The effect of Xbox Kinect intervention on balance ability for previously injured young competitive male athletes: a preliminary study. **Physical Therapy in Sport**, Edinburgh, v. 15, n. 3, p. 148-155, ago. 2014.

VIGITEL. **Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico 2012**. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância de Doenças e Agravos não Transmissíveis e Promoção de Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, 2013.

VISSER, Ingmar; RAIJMAKERS, Maartje; MOLENAAR, Peter. Characterizing sequence knowledge using online measures and hidden Markov models. **Memory & Cognition**, Austin, v. 35, n. 6, p. 1502-1517, set. 2007.

VISSER, Jasper E. *et al.* The clinical utility of posturography. **Clinical Neurophysiology**, Limerick, v. 119, n. 11, p. 2424-2436, nov. 2008.

VOLKERS, Karin Mariëlle *et al.* Lower limb muscle strength (LLMS): Why sedentary life should never start? A review. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, Amsterdam, v. 54, n. 3, p. 399-414, maio/jun. 2012.

VOSS, Michelle W. *et al.* The influence of aerobic fitness on cerebral white matter integrity and cognitive function in older adults: Results of an one-year exercise intervention. **Human Brain Mapping**, New York, v. 34, n. 11, p. 2972-2985, nov. 2013.

VUORINEN, Miika *et al.* Changes in vascular risk factors from midlife to late life and white matter lesions: A 20-year follow-up study. **Dementia and Geriatric Cognitive Disorders**, Basel, v. 31, n. 2, p. 119-125, 2011.

WAGNER, Karl-Heinz *et al.* Biomarkers of aging: From function to molecular biology. **Nutrients**, Basel, v. 8, n. 6, p. 338, jun. 2016.

WALHOVD, Kristine B. *et al.* Effects of age on volumes of cortex, white matter and subcortical structures. **Neurobiology of Aging**, New York, v. 26, n. 9, p. 1261-1270, 2005.

WATSON, Nora L. *et al.* Arterial stiffness and cognitive decline in well-functioning older adults. **Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, Washington, v. 66, n. 12, p. 1336-1342, dez. 2011.

WELMER, Anna-Karin *et al.* Cognitive and physical function in relation to the risk of injurious falls in older adults: A population-based study. **Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, Washington, v. 72, n. 5, p. 669-675, maio, 2016.

WERTZ, Robert. Intention to treat: Once randomized, always analyzed. **Clinical Aphasiology**, Austin, v. 23, p. 57-64, 1995.

WESNES, Keith A.; MCNAMARA, Cynthia; ANNAS, Peter. Norms for healthy adults aged 18–87 years for the Cognitive Drug Research System: An automated set of tests of attention, information processing and memory for use in clinical trials. **Journal of Psychopharmacology**, Oxford, v. 30, n. 3, p. 263-272, mar. 2016.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Ageing; Life Course Unit. **WHO global report on falls prevention in older age**. World Health Organization, 2007.

WILKINSON, Robert T.; ALLISON, Sue. Age and simple reaction time: Decade differences for 5,325 subjects. **Journal of Gerontology**, Washington, v. 44, n. 2, p. P29-P35, mar. 1989.

WILLIAMS, Jennifer Stewart *et al.* Prevalence, risk factors and disability associated with fall-related injury in older adults in low-and middle-income countries: results from the WHO Study on global AGEing and adult health (SAGE). **BMC Medicine**, Londres, v. 13, n. 1, p. 147, jun. 2015.

WOLLERSHEIM, Dennis *et al.* Physical and psychosocial effects of Wii video game use among older women. **International Journal of Emerging Technologies and Society**, Hawthorn, v. 8, n. 2, p. 85 – 98, 2010.

WOODS, David *et al.* Age-related slowing of response selection and production in a visual choice reaction time task. **Frontiers in Human Neuroscience**, Lausanne, v. 9, p. 193, abril, 2015.

WU, Shanshan *et al.* Exergaming improves executive functions in patients with metabolic syndrome: Randomized controlled trial. **JMIR Serious Games**. Toronto, v. 7, n. 3, p.e13575, 2019

XIA, Xian *et al.* Molecular and phenotypic biomarkers of aging. **F1000Research**, London, v. 6, jun. 2017.

YEH, Ting-Ting *et al.* Age-related changes in postural control to the demands of a precision task. **Human Movement Science**, Amsterdam, v. 44, p. 134-142, dez. 2015.

ZHOU, Junhong *et al.* The complexity of standing postural sway associates with future falls in community-dwelling older adults: the MOBILIZE Boston Study. **Scientific Reports**, London, v. 7, n. 1, p. 2924, jun. 2017.

APÊNDICE A – Parecer do Comitê de Ética

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA CATARINA - UFSC



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: Jogos eletrônicos ativos e exercícios contra resistência em adultos mais velhos

Pesquisador: Aline Rodrigues Barbosa

Área Temática:

Versão: 4

CAAE: 64415516.8.0000.0121

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.143.724

Apresentação do Projeto:

O presente projeto foi previamente aprovado pelo CEP/SH/UFSC, conforme Parecer Consubstanciado n. 2.083.296. A pesquisa inicialmente, pretendia apenas investigar acerca dos efeitos do exercício com exergame (jogos eletrônicos ativos), do exercício aeróbio e do exercício contra resistência (ECR) no tempo de reação, na aptidão funcional, na composição corporal e na qualidade de vida de adultos mais velhos, assim como investigar a percepção dos participantes quanto às intervenções. Serão recrutados 100 pessoas com idade de 55 anos ou mais que participarão de várias modalidades de atividades físicas de acordo com os grupos determinados pela pesquisa, e posteriormente, participarão de entrevistas e de um grupo focal conforme contido no formulário de tramitação da Plataforma Brasil. A emenda adicionada ao projeto, requer a inclusão de um protocolo de pesquisa que segundo a pesquisadora responsável, tem em vista "responder a novos objetivos propostos, que fundamentarão uma das teses de doutorado vinculadas a este projeto." Assim, os objetivos adicionados ao projeto (além daqueles já constantes no protocolo previamente aprovados), incluem: a) avaliar a pressão arterial (sistólica, diastólica e média) e seus determinantes (resistência vascular periférica, débito cardíaco, volume sistólico) de repouso antes, após 09 e 18 semanas de intervenção (efeito crônico); b) analisar o comportamento da pressão arterial e seus determinantes antes e após uma sessão de exergame (efeito subagudo); c) analisar o efeito crônico do treinamento com exergame

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401

Bairro: Trindade

CEP: 88.040-400

UF: SC

Município: FLORIANOPOLIS

Telefone: (48)3721-6094

E-mail: cep.propesq@contato.ufsc.br

Continuação do Parecer: 2.143.724

no comportamento subagudo (após uma única sessão de exergame) da pressão arterial e de seus determinantes. Segundo a pesquisadora, "tais objetivos se justificam em função de ainda não existir clareza se a prática regular de exercícios físicos com exergame promove os mesmos benefícios que outros programas de exercícios físicos parecem promover em termos de sistema cardiovascular, tanto de forma subaguda quanto de forma crônica."

Objetivo da Pesquisa:

- avaliar a pressão arterial (sistólica, diastólica e média) e seus determinantes (resistência vascular periférica, débito cardíaco, volume sistólico) de repouso antes, após 09 e 18 semanas de intervenção (efeito crônico);
- analisar o comportamento da pressão arterial e seus determinantes antes e após uma sessão de exergame (efeito subagudo);
- analisar o efeito crônico do treinamento com exergame no comportamento subagudo (após uma única sessão de exergame) da pressão arterial e de seus determinantes.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos e benefícios foram adequadamente previstos e especificados no TCLE.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A metodologia referente aos objetivos adicionados foi adequadamente incluída no projeto.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Apresentou todos os Termos que contemplam todos os itens que atendem à Resolução 466/12.

Recomendações:

Favor, a fim de atender à Resolução 466/12, o TCLE deverá conter além do contato telefônico (que já consta), o endereço completo do pesquisador responsável, ou outro por ele delegado.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

A inclusão da emenda está aprovada pelo CEP/UFSC.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

| Tipo Documento | Arquivo | Postagem | Autor | Situação |
|---------------------------------|-------------------------------------|------------------------|-----------------------|----------|
| Informações Básicas do Projeto | PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_934191E1.pdf | 31/05/2017 14:53:06 | | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / | TCLERatualizado.pdf | 31/05/2017 14:50:26 | VANDRIZE MENEZHINI | Aceito |

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401
 Bairro: Trindade CEP: 88.040-400
 UF: SC Município: FLORIANOPOLIS
 Telefone: (48)3721-6094 E-mail: cep.propesq@contato.ufsc.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA CATARINA - UFSC



Continuação do Parecer: 2.143.724

| | | | | |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------|----------------------------|--------|
| Justificativa de Ausência | TCLEatualizado.pdf | 31/05/2017 14:50:26 | VANDRIZE MENEHINI | Aceito |
| Outros | Emenda.pdf | 31/05/2017 14:50:04 | VANDRIZE MENEHINI | Aceito |
| Projeto Detalhado / Brochura Investigador | Pjt2017atualizado.pdf | 31/05/2017 14:48:11 | VANDRIZE MENEHINI | Aceito |
| Outros | Respostaparecer.pdf | 10/05/2017 10:00:36 | VANDRIZE MENEHINI | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | TCLE.pdf | 10/05/2017 09:59:45 | VANDRIZE MENEHINI | Aceito |
| Declaração de Instituição e Infraestrutura | declaracaoinstituicao.pdf | 02/02/2017 17:45:22 | VANDRIZE MENEHINI | Aceito |
| Projeto Detalhado / Brochura Investigador | Pjt2017comiteetica.pdf | 31/01/2017 16:20:01 | VANDRIZE MENEHINI | Aceito |
| Folha de Rosto | folhaderostoassinada.pdf | 21/10/2016 18:23:58 | Aline Rodrigues Barbosa | Aceito |

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

FLORIANOPOLIS, 28 de Junho de 2017

Assinado por:
Ylmar Correa Neto
(Coordenador)

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vítor Lima, nº 222, sala 401
Bairro: Trindade **CEP:** 88.040-400
UF: SC **Município:** FLORIANOPOLIS
Telefone: (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE DESPORTOS DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA

TERMO DE CONSENTIMENTO

Título do trabalho: “**Jogos eletrônicos ativos e exercícios contra resistência em adultos mais velhos.**”

Pesquisadora: Doutoranda Vandrize Meneghini

Coordenadora: Profa. Dra. Aline Rodrigues Barbosa

Você está sendo convidado a participar de um projeto de pesquisa. Antes de você decidir participar é importante que você entenda porque a pesquisa está sendo feita e o que ela envolve. Por favor, perca um pouco do seu tempo e leia com atenção as informações e pergunte se você tiver dúvidas.

1- Qual o objetivo do estudo?

O objetivo será analisar e comparar os efeitos entre programa de exercícios com jogos eletrônicos esportivos, exercícios aeróbios (caminhada) e de exercícios de musculação em variáveis cardiovasculares, no desempenho físico, memória, tempo de reação e qualidade de vida em adultos mais velhos.

2 - Por que eu fui escolhido?

Serão convidados a participar deste estudo indivíduos com 50 anos e mais, que queiram participar.

3 - Eu sou obrigado(a) a participar?

Você é que decide se quer participar ou não. Você pode decidir participar e desistir a qualquer momento, sem explicar o motivo e sem nenhum problema ou prejuízo para você.

4 - O que eu tenho de fazer? O que irá acontecer se eu decidir participar?

Você será solicitado a responder a um questionário sobre informações pessoais e de saúde, estilo e qualidade de vida (aproximadamente 20 minutos). Você também será submetido a uma avaliação da atenção, memória e tempo de reação (aproximadamente 15 minutos). Serão realizados testes para verificar a força muscular, e o equilíbrio (aproximadamente 20 minutos), medidas antropométricas (estatura e massa corporal), composição corporal (aproximadamente 10 minutos) e variáveis cardiovasculares (pressão arterial, frequência cardíaca, volume sistólico, resistência vascular periférica e débito cardíaco) (aproximadamente 20 minutos).

Você poderá participar de um dos 3 programas de exercícios oferecidos (jogos eletrônicos ativos, caminhada e esteira e musculação). A escolha do programa de exercícios se dará por sorteio. Os programas de exercícios terão duração de 24 semanas e serão realizados 2 ou 3 vezes na semana (50 minutos cada), dependendo do grupo no qual você será sorteado para participar. Se você participar do grupo envolvendo os jogos eletrônicos, você poderá ser convidado a permanecer no laboratório após algumas sessões de exercícios, por aproximadamente

60 minutos, para que possamos analisar o comportamento da pressão arterial após essa prática de exercícios. Neste caso, você também poderá ser convidado para uma sessão de monitoramento da pressão arterial sem a realização do exercício físico (sessão controle).

Caso concorde em participar do programa, aceito ser submetido a avaliação física e cognitiva. Caso não queira participar de nenhuma atividade você poderá ser apenas submetido às avaliações.

5- Quais são as possíveis desvantagens e benefícios em participar?

Durante a realização das avaliações físicas e dos exercícios físicos você poderá se sentir momentaneamente cansado ou indisposto. Caso isso aconteça, as atividades poderão ser interrompidas a qualquer momento e retomadas quando você se sentir melhor. No geral, você pode sentir um ligeiro incômodo durante as medidas de pressão arterial no braço. Se por ventura você apresentar algum sintoma/desconforto anormal durante algum teste ou no decorrer do programa, a equipe envolvida no estudo dará todo o suporte necessário. O risco de você sofrer alguma lesão física é mínimo. Todo o esforço será feito para diminuir esses riscos pela análise dos dados relacionados às informações fornecidas antes da execução dos exercícios, relacionadas com seu estado de saúde e seu nível de condicionamento físico, além da monitoração de sinais e sintomas durante a execução dos mesmos. As atividades sempre serão desenvolvidas com a presença de pessoal treinado (profissional de Educação Física).

Você poderá se sentir um pouco incomodado em responder a perguntas pessoais ou sobre sua saúde. Mas é importante frisar que as informações são sigilosas e você não será identificado em momento algum, apenas será usado um número de identificação.

Você também será convidado a participar de uma entrevista em grupo para expor suas ideias e opiniões sobre as atividades desenvolvidas. Se você se sentir desconfortável em participar, você não precisa responder às perguntas e poderá deixar o local da entrevista a qualquer momento. O pesquisador estará disposto a discutir quaisquer perguntas que você possa ter sobre esses desconfortos.

Você poderá melhorar sua capacidade física, atenção e memória. Além disso, as informações obtidas com esse estudo poderão ser úteis cientificamente e de ajuda para outras pessoas.

6 – A minha participação será mantida em sigilo?

O que será feito como os resultados da pesquisa? A identificação dos participantes será mantida em sigilo, sendo que os resultados do presente estudo poderão ser divulgados em congressos e publicados em revistas científicas, mas seu nome e dados de identificação não serão divulgados. Todos os participantes serão identificados por um número (participante 1,..2,..3).

7 – Eu irei receber algum dinheiro ou terei de pagar por minha participação?

Você não receberá qualquer valor em dinheiro para participar da pesquisa. Porém, as despesas comprovadamente vinculadas ao estudo serão ressarcidas. Em caso de eventuais danos, comprovadamente vinculados ao estudo, você terá assistência gratuita e será indenizado.

8 - Aspectos éticos da pesquisa.

Esta pesquisa segue as recomendações específicas da Resolução 466/12, do Conselho Nacional de Saúde (CNS), e suas complementares, que tratam sobre as questões éticas para realização de pesquisas com seres humanos no Brasil. Para garantia de seus direitos, como participante voluntário da pesquisa, uma cópia deste documento, assinada pelas pesquisadoras do estudo, ficará com você.

9 – Informações e dúvidas

No caso de qualquer dúvida ou se você desejar outras informações sobre o projeto, por favor, entre em contato com a Profa. Dra. Aline Rodrigues Barbosa (pesquisadora responsável), tel. 37212378, e-mail: jogosnaufsc@gmail.com, endereço profissional: Dep. Antônio Edu Vieira - Pantanal, Florianópolis - SC, 88036-020 - Prédio Administrativo CDS, sala 307. Ou com a Profa. Vandrizze Meneghini (pesquisadora principal), tel. 99905-7105, e-mail: vandrizze@gmail.com.

Para informar ocorrências irregulares ou danosas a sua participação, você deverá contatar o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, Universidade Federal de Santa Catarina (Prédio Reitoria II, 4º andar, sala 401, localizado na Rua Desembargador Vitor Lima, nº 222, Trindade, Florianópolis), telefone: 3721-6094.

Florianópolis, ___/___/___

Assinatura do participante _____

Doutoranda Vandrizze Meneghini _____

APÊNDICE C – Questionário

QUESTIONÁRIO N° _____ DATA ____/____/____

QUESTIONÁRIO 1 – Critérios de Elegibilidade

Nome: _____

Telefone: _____

Endereço: _____

- 1) Data nascimento: ____/____/____
- 2) Idade: _____ anos
- 3) Sexo: 1() Feminino 2() Masculino
- 4) O(a) Sr.(a) sabe ler e escrever um recado? (1) Sim (2) Não (9) NR
- 5) O Sr(a) pratica algum exercício físico atualmente?
1() Não 2() Sim: _____
- 6) O(a) Sr.(a) já praticou exercícios com videogames ativos, por exemplo: Xbox com Kinect, Nintendo Wii?
1() Não 2() Sim.
- 7) 9.a) Qual? _____
9.b) Com que frequência? _____
- 8) O Sr.(a) é capaz de caminhar 10 minutos, sem parar para descansar e sem auxílio?
- 9) 1() Não 2() Sim.
- 10) O Sr.(a) dirige carro? 1() Sim 2() Não
 - 10a) Dirige há quanto tempo? _____ anos
 - 10b) Dirige com que frequência? _____ dias/semana; _____ minutos/dia
- 11) Algum médico lhe disse, alguma vez que o Sr(a) tem:
 - a. Hipertensão 1() sim, está tratando 2() sim, não está tratando 3() não, 9() não sabe
 - b. Problema cardíaco 1() sim, está tratando 2() sim, não está tratando 3() não, 9() não sabe
 - c. Problemas de colesterol 1() sim, está tratando 2() sim, não está tratando 3() não, 9() não sabe
 - d. Diabetes 1() sim, está tratando 2() sim, não está tratando 3() não, 9() não sabe
 - e. Problemas de coluna 1() sim, está tratando 2() sim, não está tratando 3() não, 9() não sabe
 - f. Osteoporose/osteopenia 1() sim, está tratando 2() sim, não está tratando 3() não, 9() não sabe
 - g. Artrite/Artrose 1() sim, está tratando 2() sim, não está tratando 3() não, 9() não sabe
 - h. Dificuldade auditiva 1() sim, está tratando 2() sim, não está tratando 3() não, 9() não sabe
 - i. Depressão 1() sim, está tratando 2() sim, não está tratando 3() não, 9() não sabe
 - j. Problema Cognitivo 1() sim, está tratando 2() sim, não está tratando 3() não, 9() não sabe
- 12) outra doença _____
- 13) O Sr(a) têm alguma lesão ortopédica que possa impedir ou dificultar a realização de movimentos?
1() Não 2() Sim _____
- 14) O Sr(a) têm alguma dificuldade ou problema de visão que possa impedir ou dificultar a visualização de cores e imagens da tela de TV ou computador (mesmo utilizando óculos)?
1() Não 2() Sim
- 15) O Sr(a) faz uso de algum medicamento? 1() Sim. Quais? 2() Não
 - 15.a) Nome _____ Para _____ uso _____
 - 15.b) Nome _____ Para _____ uso _____
 - 15.c) Nome _____ Para _____ uso _____
 - 15.d) Nome _____ Para _____ uso _____
 - 15.e) Nome _____ Para _____ uso _____
 - 15.f) Nome _____ Para _____ uso _____

16) Qual a última série, de qual grau, na escola, o Sr.(a) concluiu com aprovação? (Anotar a série do último grau aprovado e registre só a opção que corresponda a esse grau)

- (01)Primeiro grau (ou primário + ginásio)
 (02)Segundo grau (antigo clássico e científico)
 (03)Primeiro grau + auxiliar técnico
 (04)Técnico de nível médio (técnico em contabilidade, laboratório)
 (05)Magistério - segundo grau (antigo normal)
 (06)Graduação (nível superior)
 (07)Pós-graduação

16. a) Anos de estudo? _____

17) Atualmente o(a) Sr(a) vive sozinho ou acompanhado?

(1) Sozinho(2) Acompanhado (8) NS (9) NR

18) Qual é, atualmente, a situação conjugal ou civil do Sr(a)?

1() Casado(a) / mora com companheiro(a)

2() Solteiro(a) /sem companheiro(a)

3() Separado(a)

4() Viúvo(a)

19) Qual a sua renda, em salários mínimos (R\$ 937), considerando todas as suas fontes de renda?

(1) Até um salário (2) Um a dois salários (3) Dois a cinco salários

(4) Cinco a 10 salários (5) Mais do que 10 salários(98) NS (99) NR

20) O Sr(a) tem experiência com **uso/manuseio de computadores**, como e-mail e internet?

(1) Não (2) Sim. Quantos dias por semana? _____

Estado de Saúde

Agora eu farei algumas perguntas sobre o seu estado de saúde

21) O estado de saúde do Sr(a) é:

1() muito bom 2() bom 3() regular 4() ruim 5() péssimo 9() NS/NR

22) Quantas **horas** diárias o Sr(a) dorme, normalmente, à noite? _____

23) Quantos **minutos** diários o Sr(a) dorme, normalmente, durante o dia (soneca)? _____

24) Nos últimos 12 meses, quantas vezes o Sr.(a) caiu? _____ (0) Nenhuma

TESTES FÍSICOS

30. Massa corporal (kg): _____

31. Estatura (cm): _____

32. Mão dominante: _____

Dinamometria:

33. Braço direito: 1° 33.a) _____ 2° 33.b) _____

34. Braço esquerdo: 1° 34.a) _____ 2° 34.b) _____

35. Time Up and Go: 1ª (35a) _____ 2ª (35b) _____

36. Teste de Caminhada de 6 minutos: 36. a) Distância _____ 36. b) Horário: _____

Teste de Tempo de Reação:

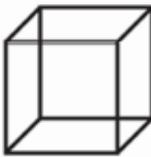
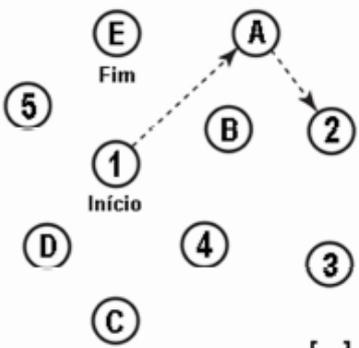
37. Média: _____

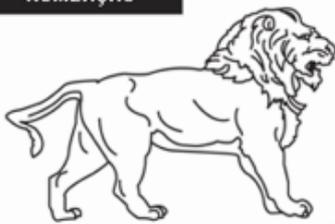
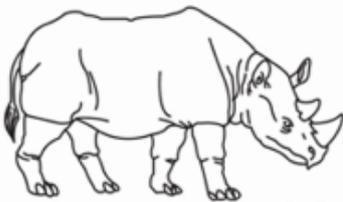
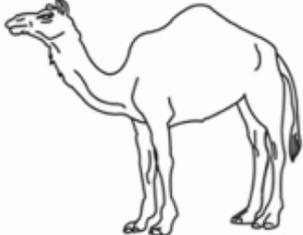
38. Melhor medida: _____

1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____ 5. _____

MONTREAL COGNITIVE ASSESSMENT (MOCA)
Versão Experimental Brasileira

Nome: _____ Data de nascimento: ____/____/____
 Escolaridade: _____ Data de avaliação: ____/____/____
 Sexo: _____ Idade: _____

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| VISUOESPACIAL / EXECUTIVA |  Copiar o cubo | Desenhar um RELÓGIO (onze horas e dez minutos) (3 pontos) | Pontos |
|  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> Contorno <input type="checkbox"/> Números <input type="checkbox"/> Ponteiros | <input type="checkbox"/> |

| | | | | |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| NOMEAÇÃO |  |  |  | Pontos |
| | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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

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

(UNIFESP-SP 2007)

TOTAL
 Adicionar 1 pt se ≤ 12 anos de escolaridade

APÊNDICE D – Exercícios de aquecimento e volta a calma

Aquecimento Articular:

- 1º rotação de ombros (cotovelo estendido): 10 pra trás e 10 pra frente
- 2º rotação de punho: 10 pra direita e 10 pra esquerda
- 3º rotação de quadril (cabeça e pés estáticos): 10 pra direita e 10 pra esquerda
- 4º flexão/extensão de joelho (agachamento curto): 20 repetições
- 5º rotação de tornozelo: 10 pra direita e 10 pra esquerda

Volta a calma (deitado) – 20 segundos em cada posição:

- abraçar os joelhos
- jogar as pernas para um lado e para o outro
- abraçar um joelho de cada vez
- estender pernas e braços
- realizar 10 respirações profundas.

APÊNDICE E – Planilha de treinamento dos jogos eletrônicos ativos

| Sessões | Jogo 1 | Jogo 2 | Jogo 3 | Jogo 4 |
|---------|----------------|-------------------|----------------|-------------------|
| 1 | Super defesa | Corrida de pinos | Futebol | Tênis de mesa |
| 2 | Dardo | Chute a gol | Esqui | Tênis |
| 3 | Vazamentos | Corredeiras | Boliche | Boxe |
| 4 | Body Ball | Contagem de ralis | Vôlei de praia | Cume dos reflexos |
| 5 | Bolha espacial | Disco | Futebol | Tênis de mesa |
| 6 | LIVRE | | | |
| 8 | Super defesa | Corrida de pinos | Esqui | Tênis |
| 9 | Dardo | Chute a gol | Boliche | Boxe |
| 10 | Vazamentos | Corredeiras | Vôlei de praia | Cume dos reflexos |
| 11 | Body Ball | Contagem de ralis | Futebol | Tênis de mesa |
| 12 | Bolha espacial | Disco | Esqui | Tênis |
| 14 | LIVRE | | | |
| 15 | Super defesa | Corrida de pinos | Boliche | Boxe |
| 16 | Dardo | Chute a gol | Vôlei de praia | Cume dos reflexos |
| 17 | Vazamentos | Corredeiras | Futebol | Tênis de mesa |
| 18 | Body Ball | Contagem de ralis | Esqui | Tênis |
| 19 | Bolha espacial | Disco | Boliche | Boxe |
| 20 | LIVRE | | | |
| 21 | Super defesa | Corrida de pinos | Vôlei de praia | Cume dos reflexos |
| 22 | Dardo | Chute a gol | Futebol | Tênis de mesa |
| 23 | Vazamentos | Corredeiras | Esqui | Tênis |
| 24 | Body Ball | Contagem de ralis | Boliche | Boxe |
| 25 | Bolha espacial | Disco | Vôlei de praia | Cume dos reflexos |
| 26 | LIVRE | | | |
| 27 | Super defesa | Corrida de pinos | Futebol | Tênis de mesa |
| 28 | Dardo | Chute a gol | Esqui | Tênis |
| 29 | Vazamentos | Corredeiras | Boliche | Boxe |
| 30 | Body Ball | Contagem de ralis | Vôlei de praia | Cume dos reflexos |
| 31 | Bolha espacial | Disco | Futebol | Tênis de mesa |
| 32 | LIVRE | | | |
| 33 | Super defesa | Corrida de pinos | Esqui | Tênis |
| 34 | Dardo | Chute a gol | Boliche | Boxe |
| 35 | Vazamentos | Corredeiras | Vôlei de praia | Cume dos reflexos |
| 36 | Body Ball | Contagem de ralis | Futebol | Tênis de mesa |
| 37 | Bolha espacial | Disco | Esqui | Tênis |
| 38 | LIVRE | | | |
| 39 | Super defesa | Corrida de pinos | Boliche | Boxe |

APÊNDICE F – Exercícios e periodização do treinamento contra resistência

| EXERCÍCIOS |
|----------------------------------------------|
| Leg Press sentado |
| Remada baixa máquina |
| Flexão de joelho sentado |
| Crucifixo na máquina |
| Extensão de joelho sentado |
| Panturrilha sentado |
| Flexão de cotovelo em pé (halter e barra) |
| Extensão de tríceps (máquina e polia) |
| Abdominal supra |
| Extensão de tronco |

Periodização:

| Semana | Séries | Repetições máximas | Descanso |
|---------------|---------------|---------------------------|-----------------|
| 1 | 3 | 15-17 | 1' |
| 2 | 3 | 15-17 | 1' |
| 3 | 3 | 15-17 | 1' |
| 4 | 3 | 15-17 | 1' |
| 5 | 3 | 15-17 | 1' |
| 6 | 3 | 15-17 | 1' |
| 7 | 3 | 12-14 | 1'30" |
| 8 | 3 | 12-14 | 1'30" |
| 9 | 3 | 12-14 | 1'30" |
| 10 | 3 | 10-12 | 1'30" |
| 11 | 3 | 10-12 | 1'30" |
| 12 | 3 | 10-12 | 1'30" |
| 13 | 4 | 8-10 | 2' |

APÊNDICE G – Correlação intraclasse dos parâmetros do COP

Tabela 9 – Correlação intraclasse (ICC) e intervalo de confiança (95% IC) da única e da média das medidas e alpha de Cronbach dos parâmetros do COP, de acordo com o teste aplicado.

| | Olhos abertos (n=36) | | Olhos fechados (n=36) | | Um pé (n=23) | |
|-------------------------|----------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------|-------------|
| | ICC | 95% IC | ICC | 95% IC | ICC | 95% IC |
| Área da elipse | | | | | | |
| <i>Single Measures</i> | 0,741 | 0,600-0,847 | 0,809 | 0,697-0,890 | 0,289 | 0,034-0,563 |
| <i>Average Measures</i> | 0,895 | 0,818-0,943 | 0,927 | 0,873-0,960 | 0,549 | 0,097-0,795 |
| <i>Cronbach's Alpha</i> | 0,894 | | 0,926 | | 0,546 | |
| RMS AP | | | | | | |
| <i>Single Measures</i> | 0,560 | 0,370-0,724 | 0,751 | 0,614-0,854 | 0,355 | 0,097-0,617 |
| <i>Average Measures</i> | 0,792 | 0,638-0,887 | 0,900 | 0,827-0,946 | 0,623 | 0,243-0,828 |
| <i>Cronbach's Alpha</i> | 0,789 | | 0,898 | | 0,618 | |
| RMS ML | | | | | | |
| <i>Single Measures</i> | 0,744 | 0,605-0,849 | 0,682 | 0,523-0,808 | 0,353 | 0,104-0,611 |
| <i>Average Measures</i> | 0,897 | 0,821-0,944 | 0,865 | 0,767-0,927 | 0,621 | 0,259-0,825 |
| <i>Cronbach's Alpha</i> | 0,895 | | 0,869 | | 0,632 | |
| Velocidade média | | | | | | |
| AP | | | | | | |
| <i>Single Measures</i> | 0,665 | 0,500-0,797 | 0,863 | 0,777-0,922 | 0,464 | 0,212-0,696 |
| <i>Average Measures</i> | 0,856 | 0,750-0,922 | 0,950 | 0,913-0,973 | 0,722 | 0,447-0,873 |
| <i>Cronbach's Alpha</i> | 0,854 | | 0,949 | | 0,722 | |
| Velocidade média | | | | | | |
| ML | | | | | | |
| <i>Single Measures</i> | 0,782 | 0,657-0,873 | 0,748 | 0,612-0,852 | 0,681 | 0,477-0,835 |
| <i>Average Measures</i> | 0,915 | 0,852-0,954 | 0,899 | 0,825-0,945 | 0,865 | 0,732-0,938 |
| <i>Cronbach's Alpha</i> | 0,918 | | 0,901 | | 0,871 | |

Two-way mixed effects model;

Type A intraclass correlation coefficients using an absolute agreement definition

APÊNDICE H – Modelo para imputação

| Variáveis utilizadas para previsão de valores imputados em outras variáveis | Variáveis com dados ausentes que foram imputados e foram usados para previsão de valores imputados em outras variáveis | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------------------|
| | Variáveis numéricas contínuas | Limite mínimo | Limite máximo | Número de dados faltantes |
| Período (binária) | StroopTR1pre | 1000,00 | 4000,00 | 3 |
| Grupo (binária) | StroopTR2pre | 1000,00 | 4000,00 | 3 |
| Presença (binária) | StroopTR3pre | 1000,00 | 4000,00 | 3 |
| Sexo (binária) | StroopCV1pre | 0,05 | 0,75 | 3 |
| Escolaridade (ordinal) | StroopCV2pre | 0,05 | 0,75 | 3 |
| Idade (numérica contínua) | StroopCV3pre | 0,05 | 0,75 | 3 |
| Trmediapre | StroopGeral2pre | 1,00 | 15,00 | 3 |
| Mocapre | Trmediapos | 150,00 | 900,00 | 9 |
| Pesopre | Mocapos | 12,00 | 31,00 | 9 |
| Estaturapre | StroopTR1pos | 1000,00 | 4000,00 | 12 |
| Caminhada | StroopTR2pos | 1000,00 | 4000,00 | 12 |
| 8-TUGmediapre | StroopTR3pos | 1000,00 | 4000,00 | 12 |
| 8-TUGmelhorpre | StroopCV1pos | 0,05 | 0,75 | 12 |
| FPMmediadirpre | StroopCV2pos | 0,05 | 0,75 | 12 |
| FPMmediaesqpre | StroopCV3pos | 0,05 | 0,75 | 12 |
| areaOAp | StroopGeral2pos | 1,00 | 15,00 | 12 |
| areaOFpre | Caminhada | 400,00 | 800,00 | 9 |
| rmsAPOAp | 8-TUGmediapos | 2,50 | 9,00 | 9 |
| rmsMLOAp | 8-TUGmelhorpos | 2,50 | 9,00 | 11 |
| rmsAPOFpre | FPMmediadirpos | 15,00 | 50,00 | 10 |
| rmsMLOFpre | FPMmediaesqpos | 15,00 | 50,00 | 10 |
| amplitudeAPOAp | areaOApos | 50,00 | 1055,00 | 9 |
| amplitudeMLOAp | areaOFpos | 50,00 | 1055,00 | 9 |
| amplitudeAPOFpre | rmsAPOApos | 1,30 | 12,00 | 10 |
| amplitudeMLOFpre | rmsMLOApos | 1,30 | 12,00 | 10 |
| velocidadeAPOAp | rmsAPOFpos | 1,30 | 12,00 | 10 |
| velocidadeMLOAp | rmsMLOFpos | 1,30 | 12,00 | 10 |
| velocidadeAPOFpre | amplitudeAPOApos | 4,00 | 65,00 | 10 |
| velocidadeMLOFpre | amplitudeMLOApos | 4,00 | 65,00 | 10 |
| areaUPpre | amplitudeAPOFpos | 4,00 | 65,00 | 10 |
| rmsAPUPpre | amplitudeMLOFpos | 4,00 | 65,00 | 10 |
| rmsMLUPpre | velocidadeAPOApos | 3,00 | 25,00 | 10 |
| amplitudeAPUPpre | velocidadeMLOApos | 3,00 | 25,00 | 10 |
| amplitudeMLUPpre | velocidadeAPOFpos | 3,00 | 25,00 | 10 |
| velocidadeAPUPpre | velocidadeMLOFpos | 3,00 | 25,00 | 10 |
| velocidadeMLUPpre | areaUPpos | 200,00 | 2200,00 | 10 |
| temporeacaomenorpre | rmsAPUPpos | 2,00 | 15,00 | 10 |
| temporespretamenorpre | rmsMLUPpos | 2,00 | 15,00 | 11 |

Continua...

...continuação

| | | | | |
|------------------------|----------------------|--------|---------|----|
| tempomovimentomenorpre | amplitudeAPUPpos | 10,00 | 75,00 | 11 |
| temporeacaopre | amplitudeMLUPpos | 10,00 | 75,00 | 11 |
| temporespretapre | velocidadeAPUPpos | 10,00 | 100,00 | 11 |
| tempomovimentopre | velocidadeMLUPpos | 10,00 | 100,00 | 11 |
| tempoparcialmenorpre | temporeacaopos | 100,00 | 600,00 | 11 |
| tempoparcialpre | temporespostapos | 100,00 | 600,00 | 11 |
| tempototalmenorpre | tempomovimentopos | 100,00 | 600,00 | 10 |
| tempototalpre | temporeacaopos | 100,00 | 600,00 | 10 |
| | temporespostapos | 100,00 | 600,00 | 10 |
| | tempomovimentopos | 100,00 | 600,00 | 10 |
| | tempoparcialmenorpos | 200,00 | 900,00 | 10 |
| | tempoparcialpos | 200,00 | 900,00 | 10 |
| | tempototalmenorpos | 500,00 | 1200,00 | 10 |
| | tempototalpos | 500,00 | 1200,00 | 10 |

APÊNDICE I – Testes de função cognitiva

Tabela 10 – Valores médios, desvio padrão e tamanho de efeito dos desfechos de cognição, para os grupos de exercício baseado em *exergame* (EXE) e treinamento contra resistência (TCR).

| | Pré-intervenção | | | Pós-intervenção (dados observados) | | | Pós-intervenção (dados estimados) | | Tamanho de efeito |
|------------------------|-----------------|-------|-------|---------------------------------------|-------|-------|--------------------------------------|-------|----------------------|
| | n | Média | DP | n | Média | DP | Média | DP | |
| TR simples (ms) | | | | | | | | | |
| TCR | 19 | 315 | 60 | 15 | 287 | 30 | 290 | 43 | 0,48 |
| EXE | 17 | 339 | 129 | 12 | 294 | 41 | 298 | 53 | 0,42 |
| Stroop TR1 (ms) | | | | | | | | | |
| TCR | 19 | 1505 | 397 | 13 | 1312 | 249 | 1378 | 367 | 0,33 |
| EXE | 17 | 1854 | 732 | 11 | 1514 | 351 | 1530 | 521 | 0,51 |
| Stroop TR2 (ms) | | | | | | | | | |
| TCR | 19 | 1866 | 653 | 13 | 1996 | 865 | 2220 | 1150 | 0,38 |
| EXE | 17 | 2444 | 938 | 11 | 2079 | 705 | 2221 | 1047 | 0,22 |
| Stroop TR3 (ms) | | | | | | | | | |
| TCR | 19 | 1594 | 556 | 13 | 1641 | 766 | 1803 | 1036 | 0,25 |
| EXE | 17 | 2046 | 815 | 11 | 1817 | 809 | 1982 | 1259 | 0,06 |
| Stroop CV1 | | | | | | | | | |
| TCR | 19 | 0,265 | 0,154 | 13 | 0,185 | 0,091 | 0,195 | 0,124 | 0,50 |
| EXE | 17 | 0,216 | 0,110 | 11 | 0,190 | 0,076 | 0,215 | 0,106 | 0,01 |
| Stroop CV2 | | | | | | | | | |
| TCR | 19 | 0,237 | 0,161 | 13 | 0,266 | 0,177 | 0,285 | 0,241 | 0,23 |
| EXE | 17 | 0,356 | 0,216 | 11 | 0,263 | 0,095 | 0,284 | 0,239 | 0,32 |
| Stroop CV3 | | | | | | | | | |
| TCR | 19 | 0,212 | 0,101 | 13 | 0,230 | 0,159 | 0,263 | 0,205 | 0,32 |
| EXE | 17 | 0,263 | 0,168 | 11 | 0,240 | 0,150 | 0,263 | 0,277 | 0,00 |

Legenda: TR: tempo de resposta; CV: coeficiente de variação; DP: desvio-padrão. Os tamanhos de efeito estatisticamente significativos foram destacados.

APÊNDICE J – Testes de equilíbrio

Tabela 11 – Valores médios, desvio padrão e tamanho de efeito dos desfechos de equilíbrio, para os grupos de exercício baseado em *exergame* (EXE) e treinamento contra resistência (TCR).

| | Pré-intervenção | | | Pós-intervenção (dados observados) | | | Pós-intervenção (dados estimados) | | Tamanho de efeito |
|--------------------------------------------|-----------------|-------|------|---------------------------------------|-------|------|--------------------------------------|------|----------------------|
| | n | Média | DP | n | Média | DP | Média | DP | |
| 8-TUG (seg) | | | | | | | | | |
| TCR | 19 | 4,82 | 0,82 | 15 | 4,58 | 0,49 | 4,69 | 0,77 | 0,16 |
| EXE | 17 | 5,02 | 0,82 | 11 | 4,47 | 0,90 | 4,54 | 1,06 | 0,51 |
| OLHOS ABERTOS | | | | | | | | | |
| Área da elipse (mm²) | | | | | | | | | |
| TCR | 19 | 233 | 123 | 15 | 227 | 158 | 239 | 236 | 0,03 |
| EXE | 17 | 333 | 193 | 11 | 381 | 260 | 355 | 343 | 0,08 |
| RMS AP (mm) | | | | | | | | | |
| TCR | 19 | 4,15 | 1,19 | 15 | 4,03 | 1,59 | 4,22 | 2,23 | 0,04 |
| EXE | 17 | 4,63 | 1,52 | 11 | 5,37 | 1,90 | 5,41 | 2,71 | 0,36 |
| RMS ML (mm) | | | | | | | | | |
| TCR | 19 | 2,98 | 1,07 | 15 | 2,78 | 1,02 | 2,81 | 1,44 | 0,13 |
| EXE | 17 | 3,70 | 1,34 | 11 | 3,63 | 1,00 | 3,40 | 1,54 | 0,21 |
| Velocidade AP (mm/s) | | | | | | | | | |
| TCR | 19 | 9,57 | 1,00 | 15 | 10,03 | 1,70 | 10,20 | 2,37 | 0,35 |
| EXE | 17 | 10,38 | 1,80 | 11 | 11,00 | 1,53 | 11,24 | 2,11 | 0,44 |
| Velocidade ML (mm/s) | | | | | | | | | |
| TCR | 19 | 6,87 | 1,58 | 15 | 6,88 | 1,88 | 7,36 | 2,21 | 0,26 |
| EXE | 17 | 7,85 | 1,68 | 11 | 8,04 | 1,30 | 8,30 | 1,78 | 0,26 |
| OLHOS FECHADOS | | | | | | | | | |
| Área da elipse (mm²) | | | | | | | | | |
| TCR | 19 | 229 | 141 | 15 | 260 | 205 | 271 | 271 | 0,19 |
| EXE | 17 | 305 | 227 | 11 | 283 | 169 | 305 | 307 | <0,01 |
| RMS AP (mm) | | | | | | | | | |
| TCR | 19 | 4,06 | 1,13 | 15 | 4,18 | 1,77 | 4,28 | 2,25 | 0,12 |
| EXE | 17 | 4,61 | 1,89 | 11 | 4,50 | 1,04 | 4,46 | 1,86 | 0,08 |
| RMS ML (mm) | | | | | | | | | |
| TCR | 19 | 2,93 | 1,16 | 15 | 3,01 | 1,14 | 3,03 | 1,45 | 0,08 |
| EXE | 17 | 3,24 | 1,10 | 11 | 3,19 | 1,14 | 3,26 | 1,67 | 0,01 |
| Velocidade AP (mm/s) | | | | | | | | | |
| TCR | 19 | 11,15 | 2,54 | 15 | 11,99 | 3,23 | 12,24 | 4,05 | 0,32 |
| EXE | 17 | 12,06 | 2,65 | 11 | 12,71 | 2,65 | 13,17 | 3,73 | 0,34 |
| Velocidade ML (mm/s) | | | | | | | | | |
| TCR | 19 | 7,56 | 1,99 | 15 | 7,84 | 2,82 | 8,34 | 3,30 | 0,29 |
| EXE | 17 | 8,33 | 1,91 | 11 | 8,40 | 1,80 | 8,86 | 2,67 | 0,23 |

Continua...

... continuação

| UM PÉ | | | | | | | | | |
|----------------------------------------|----|-------|-------|----|-------|-------|-------|-------|------|
| Área da elipse (mm²) | | | | | | | | | |
| TCR | 19 | 643 | 335 | 15 | 609 | 420 | 685 | 632 | 0,08 |
| EXE | 17 | 914 | 403 | 11 | 964 | 547 | 964 | 742 | 0,08 |
| RMS AP (mm) | | | | | | | | | |
| TCR | 19 | 5,74 | 1,95 | 15 | 5,27 | 1,75 | 5,59 | 2,52 | 0,07 |
| EXE | 17 | 6,98 | 2,06 | 11 | 6,63 | 2,15 | 6,56 | 3,45 | 0,15 |
| RMS ML (mm) | | | | | | | | | |
| TCR | 19 | 5,57 | 1,35 | 15 | 5,65 | 1,34 | 5,82 | 2,06 | 0,14 |
| EXE | 17 | 6,75 | 1,53 | 11 | 7,11 | 1,38 | 7,08 | 2,70 | 0,15 |
| Velocidade AP (mm/s) | | | | | | | | | |
| TCR | 19 | 33,57 | 12,21 | 15 | 34,40 | 17,51 | 34,86 | 23,94 | 0,07 |
| EXE | 17 | 38,93 | 13,40 | 11 | 41,92 | 25,69 | 43,75 | 30,98 | 0,20 |
| Velocidade ML (mm/s) | | | | | | | | | |
| TCR | 19 | 35,68 | 10,58 | 15 | 39,47 | 12,68 | 41,76 | 16,74 | 0,43 |
| EXE | 17 | 46,08 | 13,37 | 11 | 45,93 | 13,94 | 47,40 | 20,10 | 0,08 |

Legenda: 8-TUG: teste *timed up and go*; RMS: raiz quadrática média; AP: anteroposterior; ML: mediolateral; DP: desvio-padrão. Os tamanhos de efeito significativos foram destacados.

APÊNDICE K – Tempo de resposta da passada

Tabela 12 – Valores médios, desvio padrão e tamanho de efeito dos desfechos para os grupos de exercício baseado em *exergame* (EXE) e treinamento contra resistência (TCR).

| | Pré-intervenção | | | Pós-intervenção (Dados observados) | | | Pós-intervenção (Médias estimadas) | | Tamanho de efeito |
|--------------------------------|-----------------|-------|-----|---------------------------------------|-------|----|---------------------------------------|-----|----------------------|
| | n | Média | DP | n | Média | DP | Média | DP | |
| Tempo de reação (ms) | | | | | | | | | |
| TCR | 19 | 163 | 27 | 15 | 167 | 20 | 170 | 28 | 0,25 |
| EXE | 17 | 189 | 54 | 11 | 185 | 20 | 185 | 35 | 0,09 |
| Tempo de movimento (ms) | | | | | | | | | |
| TCR | 19 | 703 | 76 | 15 | 683 | 87 | 692 | 143 | 0,10 |
| EXE | 17 | 701 | 96 | 11 | 697 | 70 | 708 | 171 | 0,05 |
| Tempo de resposta (ms) | | | | | | | | | |
| TCR | 19 | 863 | 80 | 15 | 846 | 86 | 850 | 118 | 0,13 |
| EXE | 17 | 890 | 129 | 11 | 882 | 82 | 884 | 138 | 0,04 |

Legenda: DP: desvio-padrão. Os tamanhos de efeito significativos foram destacados.

APÊNDICE L – Comparação das variáveis na linha de base

Tabela 13 – Comparação das características contínuas, na linha de base, entre aqueles que completaram a intervenção (*completers*) e os desistentes (*non-completers*).

| | <i>Completers</i> (n=27) | | <i>Non-completers</i> (n=9) | | p- valor ¹ |
|------------------------------|--------------------------|-------------|-----------------------------|-------------|--------------------------|
| | Média | DP | Média | DP | |
| Idade | 61,3 | 6,4 | 63,7 | 9,3 | 0,389 |
| IMC | 27,5 | 3,1 | 25,9 | 3,8 | 0,191 |
| Número de doenças* | 2,11 | 1,6 | 2,33 | 2,0 | 0,852 |
| TR simples* | 335 | 111 | 302 | 36 | 0,729 |
| MoCA | 25,0 | 2,8 | 23,4 | 4,4 | 0,219 |
| Stroop TR1* | 1582 | 470 | 1837 | 821 | 0,419 |
| Stroop TR2* | 2042 | 730 | 2235 | 856 | 0,455 |
| Stroop TR3* | 1714 | 631 | 1939 | 732 | 0,130 |
| Stroop CV1* | 0,213 | 0,103 | 0,308 | 0,134 | 0,097 |
| Stroop CV2* | 0,249 | 0,094 | 0,376 | 0,247 | 0,312 |
| Stroop CV3* | 0,215 | 0,112 | 0,266 | 0,151 | 0,218 |
| 8-TUG* | 4,82 | 0,84 | 5,20 | 0,67 | 0,039 |
| Área da elipse OA* | 295 | 179 | 235 | 111 | 0,523 |
| RMS AP OA* | 4,45 | 1,44 | 4,15 | 1,11 | 0,499 |
| RMS ML OA* | 3,44 | 1,34 | 2,96 | 0,86 | 0,476 |
| Velocidade AP OA* | 10,02 | 1,62 | 9,74 | 0,94 | 0,841 |
| Velocidade ML OA | 7,51 | 1,87 | 6,80 | 0,71 | 0,112 |
| Área da elipse OF* | 282 | 209 | 214 | 95 | 0,476 |
| RMS AP OF* | 4,38 | 1,67 | 4,17 | 1,10 | 0,784 |
| RMS ML OF* | 3,19 | 1,23 | 2,72 | 0,69 | 0,221 |
| Velocidade AP OF | 11,84 | 2,87 | 10,81 | 1,34 | 0,157 |
| Velocidade ML OF* | 8,09 | 2,11 | 7,43 | 1,46 | 0,476 |
| Área UP | 646 | 292 | 1146 | 414 | <0,001 |
| RMS AP UP | 5,66 | 1,58 | 8,32 | 2,17 | <0,001 |
| RMS ML UP | 5,72 | 1,27 | 7,36 | 1,69 | 0,004 |
| Velocidade AP UP | 33,1 | 11,1 | 45,0 | 14,6 | 0,014 |
| Velocidade ML UP | 38,0 | 10,8 | 48,4 | 16,2 | 0,101 |
| Tempo de reação (passada)* | 170 | 24 | 190 | 78 | 0,488 |
| Tempo de movimento (passada) | 695 | 87 | 723 | 79 | 0,410 |
| Tempo total (passada) | 864 | 90 | 913 | 142 | 0,236 |

Legenda: ¹teste t de Student; *Teste U de Mann Whitney.

Tabela 14 – Comparação das variáveis categóricas, na linha de base, entre aqueles que completaram a intervenção (*completers*) e os desistentes (*non-completers*).

| | <i>Completers</i> (n=27) | <i>Non-completers</i> (n=9) | |
|-------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| | n | n | p-valor¹ |
| Sexo (n) # | | | 0,438 |
| Feminino | 16 | 7 | |
| Masculino | 11 | 2 | |
| Estado civil (n) | | | 0,969 |
| Casado / mora com companheiro | 16 | 5 | |
| Solteiro / sem companheiro | 5 | 2 | |
| Separado / viúvo | 6 | 2 | |
| Anos de estudo (n) # | | | 0,126 |
| <12 anos | 7 | 5 | |
| ≥12 anos | 20 | 4 | |
| Estado de saúde (n, %) | | | 0,686 |
| Bom / Muito bom | 20 | 6 | |
| Regular / Ruim | 7 | 3 | |

Legenda: ¹teste qui-quadrado; #Teste exato de Fisher

ANEXO A – Percepção subjetiva de esforço

ESCALA DE PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO MODIFICADA

| | |
|------------|-----------------------------|
| 0 | REPOUSO |
| 0,5 | MUITO, MUITO LEVE |
| 1 | MUITO LEVE |
| 2 | LEVE |
| 3 | MODERADO |
| 4 | POUCO INTENSO |
| 5 | INTENSO |
| 6 | |
| 7 | MUITO INTENSO |
| 8 | |
| 9 | |
| 10 | MUITO, MUITO INTENSO |
| . | MÁXIMO |

Fonte: Adaptada de Borg (1982).