

Alexsander Vieira Guimarães

**EFEITOS DO TREINAMENTO COM *EXERGAMES* E DO
EXERCÍCIO FÍSICO AERÓBIO NO DESEMPENHO
COGNITIVO E NA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA
CARDÍACA DE IDOSOS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Educação Física, na área de concentração “Atividade Física Relacionada à Saúde”.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Aline Rodrigues Barbosa

Florianópolis, 2015

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

Guimarães, Alexsander Vieira
EFEITOS DO TREINAMENTO COM EXERGAMES E DO EXERCÍCIO
FÍSICO AERÓBIO NO DESEMPENHO COGNITIVO E NA VARIABILIDADE
DA FREQUÊNCIA CARDÍACA DE IDOSOS / Alexsander Vieira
Guimarães ; orientador, Aline Rodrigues Barbosa -
Florianópolis, SC, 2015.
167 p.

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

Inclui referências

1. Educação Física. 2. Cognição. 3. Video Games. 4.
Sistema Cardiovascular. 5. Exercício Físico. I. Barbosa,
Aline Rodrigues. II. Universidade Federal de Santa
Catarina. Programa de Pós-Graduação em Educação Física. III.
Titulo.

Alexsander Vieira Guimarães

Efeitos do treinamento com *exergames* e do exercício físico aeróbio no desempenho cognitivo e na variabilidade da frequência cardíaca de idosos

Esta tese foi julgada adequada para obtenção do Título de “Doutor em Educação Física”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 28 de Maio de 2015.

Prof. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo, Dr.
Coordenador do Curso

BANCA EXAMINADORA:

Prof^ª. Aline Rodrigues Barbosa, Dra. - Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^º. André Junqueira Xavier, Dr.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Prof^º. Marcos Henrique Fernandes, Dr.
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof^º. Emilio Takase, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^ª. Maria de Fátima da Silva Duarte, Dra.
Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

A minha família, por todo apoio, confiança, respeito, carinho e atenção em todos os momentos.

Quero deixar claro meu agradecimento e gratidão a prof^a Dr^a Aline Rodrigues Barbosa, pelas oportunidades e orientações nesta etapa, colaborando diretamente na realização deste trabalho. Além dos ensinamentos e responsabilidades necessárias na formação de pesquisador.

Agradeço ao prof^o. Dr. André Junqueira Xavier, ao prof. Marcos Henrique Fernandes, ao prof. Dr. Emilio Takase e a prof^a. Dr^a Maria de Fátima da Silva Duarte, por aceitarem participar como membros da banca examinadora e, pelas importantes colaborações para a execução e conclusão desta tese. A todos os professores do programa de Pós-graduação em Educação Física da UFSC, que de alguma maneira, contribuíram para minha formação. E também aos membros da Direção do CDS, em especial ao prof. Luciano, Renato e Deni, que foram sempre prestativos e auxiliaram na organização dos locais das atividades.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo auxílio financeiro, permitindo a dedicação integral ao programa de doutorado. Possibilitando ainda a realização do estágio de doutorado no exterior, por meio do Programa de Doutorado Sanduíche no Exterior (PDSE).

A todas as pessoas que participaram, tanto do estudo piloto quanto das intervenções, por dedicarem seu tempo e colaborar com a realização do projeto. Bem como aos integrantes da equipe de trabalho

(Moane, Tiago, Lucas, João, Bruno, Júlia, Markus, Vandrize, Andree, Rafaela) com a contribuição no recrutamento, entrevistas, orientações nos programas de treinamento, coleta e tabulação dos dados.

Aos amigos e colegas da UFSC, em especial do Núcleo de Pesquisa em Atividade Física e Saúde (NuPAF), ao qual estive vinculado durante todo o período do doutorado, e do Núcleo de Pesquisa em Cineantropometria e Desempenho Humano (NuCiDH) pelos momentos e bastidores vivenciados.

E ainda a todas as pessoas especiais que de alguma forma estiveram sempre presentes nestes quatro anos, mesmo depois de longos períodos de ausência.

Meu carinho e muito obrigado a todos.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi investigar os efeitos do treinamento com *exergames* e exercícios físicos aeróbios no desempenho cognitivo e na variabilidade da frequência cardíaca. Trinta e seis indivíduos com idade igual e superior a 55 anos, sem comprometimento cognitivo ou cardiovascular, foram randomizados e divididos em dois grupos de intervenção: a) programa de treinamento com *exergames*, utilizando jogos que simulam atividades esportivas (*Kinect Sports Ultimate Collection*), por meio do Xbox 360 Kinect™; b) programa de treinamento com exercícios aeróbios, realizado em ciclo ergômetros e esteiras, com intensidade moderada (40-60% da frequência cardíaca de reserva). O desempenho cognitivo (função executiva, função psicomotora, atenção visual, memória de curto prazo, memória de trabalho e memória tardia) foi verificado por meio de uma bateria de avaliação cognitiva computadorizada: "bateria Cogstate" e pela avaliação cognitiva global (Mini Exame do Estado Mental). Os indicadores (RR, SDNN, RMSSD, LF, HF e LF/HF) da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) foram coletados em repouso e durante execução dos testes cognitivos. Após 12 semanas de treinamento, os participantes do grupo *exergames* apresentaram diferença na função executiva e na memória tardia, e os participantes do grupo aeróbio, diferenças na função executiva, memória de curto prazo, memória tardia e na cognição global. O grupo *exergames* apresentou variação nos indicadores LF, HF e LF/HF durante a execução nos testes de função psicomotora e memória de curto prazo, e no LF/HF e memória de trabalho, em relação ao repouso na avaliação inicial. E no indicador LF/HF durante a realização do teste de atenção visual na avaliação final.

No grupo aeróbio houve diferença em relação ao repouso nos indicadores LF e HF durante o desempenho do teste de atenção e no indicador LF/HF no teste de memória de trabalho, na avaliação inicial. Na avaliação final entre os indicadores LF e HF no desempenho do teste de memória tardia e do LF/HF na função executiva. O grupo aeróbio mostrou aumento no indicador LF/HF durante o teste de memória de trabalho após o treinamento. Tais resultados podem contribuir para ampliação de informações sobre a influência da prática de *exergames* e exercício aeróbio no desempenho cognitivo e na VFC.

Palavras-chave: Idoso, atividade motora, cognição, vídeo games, sistema cardiovascular.

ABSTRACT

Effects of *exergames* and aerobic exercise training on cognitive performance and heart rate variability in older adults

The purpose of the present study was to investigate the effects of the training program with *exergames* and aerobic exercises on cognitive performance and heart rate variability. Twenty-seven individuals aged 55 years or older, without cognitive or cardiovascular impairment, completed 12 weeks of training. For the training program with *exergames*, were used games that simulate sports activities through the Xbox 360 Kinect™ (*Kinect Sports Ultimate Collection*). In the aerobic training program, cycle ergometers and treadmills, with moderate intensity (40-60% of heart rate reserve) exercise were used. The cognitive performance (executive function, psychomotor function, visual attention, short-term memory, working memory and delayed recall) was verified through a battery of computerized cognitive assessment: "Cogstate battery" and the global cognitive assessment (Mini-Mental State Examination). Indicators (RR, SDNN, RMSSD, LF, HF and LF/HF) of heart rate variability (HRV) were collected at rest and during execution of cognitive tests. After 12 weeks of training, the participants of *exergames* group showed differences in executive function and delayed recall, and the participants in the aerobic group showed differences on the executive function, short-term memory, delayed recall and global cognition. The *exergames* group showed differences in indicators LF, HF and LF/HF while running in psychomotor function tests and short-term memory, and LF/HF and

working memory, in relation to rest at baseline. And in LF/HF index during the performance of visual attention test in the final assessment. In the aerobic group there was difference in relation to rest in LF and HF indicators for the performance of attention test and LF/HF index on the working memory test at baseline. And in the final assessment between the LF and HF indicators on the performance of the delayed recall test and LF/HF in executive function. The aerobic group showed an increase in LF/HF index during working memory test after training. These results can contribute to the expansion of information on the influence of practice *exergames* and aerobic exercise on cognitive performance and HRV.

Keywords: Cognition, older adults, video games, exercise, cardiovascular system.

LISTA DE FIGURAS E ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Diagrama das etapas do estudo	31
Figura 2. Fluxograma das etapas (duração e fases do desenvolvimento) do estudo.....	32
Figura 3. Correlação entre os indicadores SDNN e RMSSD e velocidade de execução no teste de função psicomotora (DET). Valores da avaliação inicial no grupo aeróbio	68
Figura 4. Correlação entre os intervalos RR e acurácia no teste de função psicomotora (DET). Valores pós-treinamento, nos grupos <i>exergames</i> e aeróbio	71
Figura 5. Correlação entre os indicadores LF e HF e velocidade de execução, no teste de atenção visual (IDN). Valores da avaliação inicial no grupos <i>exergames</i>	74
Figura 6. Correlação entre os indicadores LF, HF e LF/HF e acurácia no teste de memória de curto prazo (OCL). Valores pós-treinamento no grupo aeróbio	81
Figura 7. Correlação entre o indicador SDNN e velocidade de execução no teste de memória de trabalho (ONB). Valores pós-treinamento, no grupo aeróbio.	84
Figura 8. Correlação entre os indicadores SDNN e RMSSD com a acurácia no teste de memória de trabalho (ONB). Valores pós-treinamento, no grupo aeróbio	86
Figura 9. Correlação entre os indicadores LF, HF e LF/HF com o numero de erros no teste de memória de tardia (GMR). Valores pós-treinamento, no grupo aeróbio	89

Quadro 1. Descrição dos domínios cognitivos e classificação dos testes utilizados no estudo	37
Quadro 2. Descrição dos indicadores da variabilidade da frequência cardíaca (VFC).....	39
Quadro 3 Planilha de treinamento das sessões de <i>exergames</i>	43
Quadro 4. Planilha de treinamento das sessões de exercícios aeróbios ...	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Distribuição dos indivíduos de acordo com sexo, arranjo familiar, estado civil, hábito de leitura e uso computador, na avaliação inicial (Florianópolis, 2014).....	41
Tabela 2. Média e desvio padrão das variáveis: idade, escolaridade, massa corporal, estatura, índice de massa corporal, horas de sono, frequência cardíaca de repouso, pressão arterial sistólica e diastólica, na avaliação inicial. (Florianópolis, 2014).	49
Tabela 3. Média, desvio padrão e tamanho de efeito (r) entre avaliação inicial e após 12 semanas de treinamento, nos domínios cognitivos, comparação por grupos	51
Tabela 4. Média e desvio padrão da diferença entre avaliação inicial e após 12 semanas de treinamento (pós - pré) nos domínios cognitivos, comparação entre grupos.....	53
Tabela 5. Média e desvio padrão da frequência e dos indicadores da VFC durante o repouso, antes e após 12 semanas de treinamento, por grupo.....	54
Tabela 6. Indicadores da VFC durante a execução da bateria <i>Cogstate</i> , antes e após 12 semanas de treinamento, por grupo.....	55
Tabela 7. Média e desvio padrão do indicador SDNN, em repouso e durante execução dos testes cognitivos (bateria <i>Cogstate</i>)	56
Tabela 8. Média e desvio padrão do indicador RMSSD, em repouso e durante execução dos testes cognitivos (bateria <i>Cogstate</i>).	57
Tabela 9. Média e desvio padrão do indicador LF (low frequency) em repouso e durante execução dos testes cognitivos (bateria <i>Cogstate</i>)..	59
Tabela 10. Média e desvio padrão do indicador HF (high frequency) em repouso e durante a execução dos testes cognitivos (bateria <i>Cogstate</i>).	60
Tabela 11. Média e desvio padrão do indicador LF/HF em repouso e durante a execução dos testes cognitivos (bateria <i>Cogstate</i>)	62
Tabela 12. Correlação entre indicadores da VFC e número de erros no teste <i>Groton Maze Learning Test</i> (GMLT).	64
Tabela 13. Correlação entre indicadores da VFC e movimentos por segundos no teste <i>GrotonMmaze Learning Test</i> (GMLT).	65
Tabela 14. Correlação entre indicadores da VFC e velocidade execução no teste <i>Detection</i> (DET).	67

Tabela 15. Correlação entre indicadores da VFC e acurácia no teste <i>Detection (DET)</i>	70
Tabela 16. Correlação entre indicadores da VFC e velocidade execução no teste <i>Identification (IDN)</i>	73
Tabela 17. Correlação entre indicadores da VFC e acurácia no teste <i>Identification (IDN)</i>	76
Tabela 18. Correlação entre indicadores da VFC e velocidade execução no teste <i>One Card Learning (OCL)</i>	78
Tabela 19. Correlação entre indicadores da VFC e acurácia no teste <i>One Card Learning (OCL)</i>	80
Tabela 20. Correlação entre indicadores da VFC e velocidade execução no teste <i>One Back Memory (ONB)</i>	83
Tabela 21. Correlação entre indicadores da VFC e acurácia no teste <i>One Back Memory (ONB)</i>	85
Tabela 22. Correlação entre indicadores da VFC e número de erros no teste <i>Groton Maze Learning Test Recall (GMR)</i>	88
Tabela 23. Correlação entre indicadores da VFC e movimentos por segundo no teste <i>Groton Maze Learning Test Recall (GMR)</i>	91

LISTA DE SIGLAS

VFC - Variabilidade da frequência cardíaca

RR - Intervalo dos batimentos cardíacos.

SDNN - Desvio padrão da média dos intervalos RR de batimentos normais consecutivos.

RMSSD - Raiz quadrada da média dos quadrados das diferenças entre intervalos RR normais sucessivos.

LF - Low Frequency: relacionado ao nível de ativação simpática.

HF - High Frequency: relacionado ao nível de ativação parassimpática.

LF/HF - Razão das medidas LF e HF.

GMLT - Groton Maze Learning test: teste que avalia a função executiva.

DET - Detection test: teste que verifica a função psicomotora.

IDN - Identification test: teste que avalia a atenção visual.

OCL - One card learning test: teste que verifica a memória de curto prazo.

ONB - One back memory test: teste que avalia a memória de trabalho.

GMR - Groton Maze Learning test recall: teste que verifica a memória tardia.

MEEM - Mini exame do estado mental: avalia a função cognitiva global.

FC - Frequência cardíaca.

FCR - Frequência cardíaca de reserva.

UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina

CDS - Centro de Desportos

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 HIPÓTESES	4
2. OBJETIVOS	5
2.1 GERAL	5
2.2 ESPECÍFICOS	5
3. REVISÃO DA LITERATURA	7
3.1 ENVELHECIMENTO E DESEMPENHO COGNITIVO	7
3.2 JOGOS ELETRÔNICOS E DESEMPENHO COGNITIVO	10
3.3. EXERCÍCIO FÍSICO E DESEMPENHO COGNITIVO	16
3.4 VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA E EXERCÍCIO FÍSICO	20
4. MÉTODOS	27
4.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO	27
4.2 PARTICIPANTES	28
4.3 VARIÁVEIS	33
4.4 INTERVENÇÕES	40
4.5 PROCEDIMENTO ESTATÍSTICO	45
5. RESULTADOS	47
5.1 DESEMPENHO COGNITIVO	50
5.2 VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA	54
5.3 CORRELAÇÕES ENTRE INDICADORES DA VFC E DESEMPENHO COGNITIVO	63
6. DISCUSSÃO	93
6.1 DESEMPENHO COGNITIVO	93
6.2 VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA	97
6.3 ASPECTOS POSITIVOS E LIMITAÇÕES	102

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	103
8. RECOMENDAÇÕES	105
REFERÊNCIAS.....	105
APÊNDICES	121
ANEXOS.....	137

1. INTRODUÇÃO

O processo de envelhecimento humano é caracterizado como um processo universal, progressivo e multicausal, que acontece em diferentes ritmos nos sistemas biológicos e não obedece a mesma idade cronológica. Sendo resultado da interação de fatores que ocorrem na vida dos indivíduos^{1,2}.

Algumas modificações estruturais e fisiológicas associadas a esse processo, tais como redução da massa muscular e capacidade aeróbia³, e diminuição do volume e da plasticidade neural⁴ podem gerar declínio do desempenho físico e cognitivo⁵.

O desempenho cognitivo depende de processos neurológicos, que podem sofrer alterações com o avanço da idade. E alterações nas funções cognitivas (ex: memória, atenção, percepção, linguagem e função executiva) podem comprometer a autonomia e independência, especialmente em idosos⁶. Contudo, modificações nestas funções não ocorrem ao mesmo tempo e com a mesma intensidade em relação a todas as habilidades cognitivas⁷.

Entre as possibilidades para preservar e melhorar o desempenho cognitivo, o uso de jogos eletrônicos⁸⁻¹² e a prática de exercícios físicos¹³⁻¹⁵ têm se destacado e recebido interesse científico, especialmente na última década.

Já se passaram mais de 40 anos desde que o primeiro console de videogame disponível comercialmente foi lançado, em 1972. Desde então, têm despertado interesse de pesquisadores, como alternativa para melhorar as funções cognitivas. Alguns estudos apontam que o treinamento com videogames, por meio de consoles

convencionais/sedentários, pode ter efeitos positivos no desempenho cognitivo^{9-12,16,17}.

Paralelamente ao avanço tecnológico, os videogames também evoluíram e passaram por novas gerações de consoles e jogos. Alguns produtos têm sido recentemente desenvolvidos e comercializados, combinando jogos de videogames e atividade física, denominados de “*exergames*”, como Nintendo Wiitm, Playstation Movetm e Microsoft Kinecttm. Os *exergames* são jogos de videogames ativos, que necessitam do movimento corporal para sua execução, com opções que simulam práticas esportivas, elevando as exigências físicas e cognitivas¹⁸⁻²⁰.

Algumas pesquisas com *exergames* têm sido realizadas com indivíduos idosos, apontando efeitos positivos em parâmetros fisiológicos^{18,21}, em tarefas de equilíbrio e mobilidade^{22,23}. Contudo, estudos com intervenção de *exergames* investigando a relação com a cognição ainda são escassos.

Maillot et al.²⁰ realizaram 12 semanas de treinamento com *exergames* utilizando jogos esportivos por meio do Nintendo Wiitm em idosos, sem comprometimento cognitivo, e apontaram efeito positivo no desempenho físico e cognitivo. Contudo, não houve comparação com grupo submetido à intervenção com outro tipo de exercício físico.

A prática regular de exercícios físicos pode contribuir para preservar e melhorar habilidades físicas e cognitivas¹⁴, uma vez que sua prática pode repercutir em inúmeros benefícios à saúde, em qualquer idade. Estão bem documentados na literatura seus efeitos na capacidade física²⁴⁻²⁶. Os exercícios também ocasionam adaptações no sistema cardiovascular, que podem ser mensuradas por índices da frequência cardíaca em repouso e da variabilidade da frequência cardíaca^{27,28}.

O estudo de Albinet et al.²⁸ mostrou que a prática de exercícios aeróbios com intensidade moderada, realizada três vezes por semana, durante 40 minutos, repercutiu em melhora do desempenho cognitivo e da variabilidade da frequência cardíaca em idosos, após 12 semanas. Destaca-se que a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) tem sido utilizada como indicativo do funcionamento autônomo, em que maiores valores estão associados a melhores condições de saúde e cognição preservada²⁹.

Em relação à cognição, as evidências mostram que a prática de exercícios físicos pode melhorar o desempenho cognitivo em indivíduos idosos¹⁴, reduzir o risco de comprometimento da função cognitiva³⁰, além de contribuir para a preservação das funções mentais, mesmo em indivíduos com doenças neurodegenerativas³¹.

Desse modo, faz-se necessário verificar se a prática de *exergames* pode ser capaz de proporcionar modificações cognitivas e cardiovasculares, bem como se é possível considerá-la como forma de exercício físico regular. E ainda, ressaltar a importância de pesquisas para ampliação de informações sobre a influência da prática de exercício físico no desempenho cognitivo, e a carência de estudos com *exergames* esportivos em indivíduos com idade igual e superior a 55 anos.

A expectativa é que a realização deste estudo possa contribuir para a discussão sobre a recomendação da prática de *exergames* como alternativa e/ou complemento de exercícios direcionados a indivíduos idosos.

1.1 HIPÓTESES

- ⇒ Os participantes de treinamento com *exergames* e exercícios físicos aeróbios podem apresentar melhoras no desempenho cognitivo.

- ⇒ O treinamento com *exergames* pode influenciar positivamente a variabilidade da frequência cardíaca.

2. OBJETIVOS

2.1 GERAL

Investigar o desempenho cognitivo e a variabilidade da frequência cardíaca em indivíduos com idade igual e superior a 55 anos, submetidos a treinamento com *exergames* e exercício físico aeróbio.

2.2 ESPECÍFICOS

- ⇒ Verificar o efeito do treinamento com *exergames* e um programa de exercícios aeróbios no desempenho cognitivo.
- ⇒ Analisar indicadores de tempo e frequência da variabilidade da frequência cardíaca, em repouso e durante a execução de testes cognitivos computadorizados, antes e após 12 semanas de treinamento.
- ⇒ Avaliar as correlações dos indicadores da variabilidade da frequência cardíaca com o desempenho nos testes cognitivos (bateria *Cogstate*), antes e após as 12 semanas de treinamento.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1 ENVELHECIMENTO E DESEMPENHO COGNITIVO

No Brasil, assim como nos demais países da América Latina, o envelhecimento populacional vem ocorrendo de forma acentuada. Este ritmo acelerado de transição demográfica influencia o desenvolvimento e o funcionamento das sociedades, exigindo dos países uma preparação especial para gestores, pesquisadores e sistemas de saúde, para atender às demandas da população^{32,33}.

O processo de envelhecimento humano é caracterizado como um processo universal, progressivo e multicausal, que acontece em diferentes ritmos nos sistemas biológicos. Fatores como idade, dieta, hereditariedade, tipo de ocupação, meio ambiente e estilo de vida influenciam tal processo. Além desses, existem outros fatores relacionados ao contexto social, que também afetam as condições de vida e saúde dos indivíduos^{1,2}.

Nesse processo ocorrem modificações estruturais e fisiológicas, tais como alterações no sistema neuromuscular, cardiovascular e na capacidade aeróbia, que acometem todo o organismo^{3,34}, podendo refletir na capacidade física e comprometer a independência e autonomia dos indivíduos.

Outra característica do envelhecimento está relacionada às alterações morfológicas no cérebro, como diminuição do volume e da plasticidade cerebral^{4,35}. Diferentes regiões do cérebro são responsáveis por processos cognitivos específicos³⁶, como o córtex pré-frontal (planejamento), córtex pré-motor (organização de sequência) e córtex motor (envio de informações para realização de movimentos). As

modificações de tais processos afetam as funções cognitivas e podem aumentar o risco de quedas³⁷, bem como preceder o declínio funcional^{38,39}.

O declínio no desempenho cognitivo é considerado uma característica normal do envelhecimento⁴⁰. Contudo, não ocorre ao mesmo tempo e intensidade em relação a todas as habilidades cognitivas e, depende de processos neurológicos alterados com o avanço da idade^{41,42}.

A manutenção das funções cognitivas, como memória, função executiva, atenção, percepção e linguagem, é uma condição fundamental para autonomia e realização de atividades da vida diária. Desse modo, realizar a avaliação de tais funções torna-se importante, pois podem influenciar a capacidade de viver independente e com segurança, como dirigir, gerir finanças e realizar tarefas de autocuidado^{6,43}.

A avaliação do desempenho cognitivo pode ser utilizada para avaliar alterações cognitivas ao longo do tempo, além de diferenciar o envelhecimento normal do envelhecimento patológico^{43,44}. Existem testes simples e curtos com propósito de realizar o rastreio cognitivo, verificar a função cognitiva global e possíveis indícios de déficits cognitivos^{45,46}, onde a diminuição nos escores também pode preceder declínios de desempenho físico⁴⁷.

Existem diferentes testes que avaliam o desempenho cognitivo e seus diferentes domínios, como o uso de baterias e testes computadorizados. Avaliações cognitivas computadorizadas são potencialmente úteis para verificar mudanças e monitoramento das funções cognitivas ao longo do tempo^{48,49}.

A bateria de avaliação cognitiva computadorizada “*Cogstate Battery*” (www.cogstate.com) tem sido recomendada por apresentar testes rápidos, confiáveis, validados e sensíveis para investigar o desempenho cognitivo em indivíduos idosos, com e sem comprometimento cognitivo. E está disponível em vários idiomas e sem limitações à escolaridade dos avaliados⁴⁸⁻⁵³.

Esta bateria é composta por diferentes testes que avaliam diferentes domínios cognitivos, como: **função executiva** (planejamento, organização de uma sequência de ações a fim de atingir um objetivo definido), **função psicomotora** (velocidade de processamento de informações para responder a um estímulo em atividades cognitivas e motoras), **atenção visual** (identificação e seleção de informações relevantes na área do campo visual), **memória de curto prazo** (processa e armazena informações durante curto período), **memória de trabalho** (capacidade de processar e manter informações e, simultaneamente, de resolver problemas), e **memória tardia** (capacidade de manter e evocar informações gravadas por longos períodos de tempo).

Dentre os meios possíveis e indicados para preservar as habilidades cognitivas, relacionam-se com o uso de tecnologias digitais, como o acesso à internet⁵⁴ e a utilização de jogos eletrônicos^{8-12,,55}. Isso tem demonstrado uma relação positiva, especialmente com a diminuição do declínio das funções cognitivas com o avanço da idade e redução na incidência de demência⁵⁶.

A prática de exercícios físicos também tem se destacado e recebido interesse científico, especialmente na última década, com a preservação e as melhoras das funções cognitivas¹³⁻¹⁵. Evidências mostram que exercícios físicos podem melhorar o desempenho

cognitivo em indivíduos idosos¹⁴, reduzir o risco de comprometimento cognitivo³⁰, além de contribuir para a preservação das funções cognitivas, mesmo em indivíduos com doenças neurodegenerativas³¹.

Portanto, torna-se necessário a investigação de métodos para prevenir e retardar o declínio das funções físicas e cognitivas, manter e/ou melhorar as condições de saúde dos indivíduos, considerando os efeitos associados ao envelhecimento e custos elevados decorrentes dos cuidados associados à saúde mental.

3.2 JOGOS ELETRÔNICOS E DESEMPENHO COGNITIVO

Já se passaram mais de 40 anos desde que o primeiro console de videogame disponível comercialmente foi lançado, em 1972¹². Desde então, o treinamento com videogames tem despertado o interesse de pesquisadores, especialmente na última década, como alternativa para melhorar as funções cognitivas.

3.2.1 Breve histórico dos jogos eletrônicos

A origem dos jogos eletrônicos e a evolução dos consoles (aparelhos que reproduzem os jogos) parecem estar associadas ao contexto econômico e social das civilizações. Sua origem está relacionada aos sistemas tecnológicos de defesa militar⁵⁷, e a evolução dos jogos e consoles, com o desenvolvimento da indústria tecnológica de entretenimento⁵⁸. Atualmente, os consoles, mais do que um meio de entretenimento, podem ser um método contra o comportamento sedentário, associado ao risco de comprometimento cognitivo⁵⁹.

O físico Willian Higinbothan é visto como o pioneiro na criação do que se considera um jogo eletrônico. Ele apresentou em 1958, no “*Lab’s annual visitors*” do *Brookhaven National Laboratory*, em Nova Iorque - EUA, o “*Tennis for two*”. Era executado na tela de um osciloscópio, com apenas duas linhas monocromáticas e um ponto móvel que formavam a quadra de tênis e uma bola, que representavam um jogo de tênis (www.bnl.gov/about/history/firstvideo.php).

Em 1961, um grupo de estudantes do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) em Cambridge - EUA, liderados por Steve Russel, foram os primeiros a idealizar um jogo de computador realmente voltado ao entretenimento, chamado de “*SpaceWar*”. Ele foi apresentado em 1962, com intuito de demonstrar a capacidade de um grande e caro computador analógico chamado de PDP-1 (Programmable Data Processor-1), e consistia em uma batalha espacial entre duas naves, simulada na tela preta e branca de um monitor (<http://museum.mit.edu/150/25>).

Ralph Baer, em 1966, apresenta o desenho de um protótipo, com a primeira concepção de um console que poderia se conectar a uma televisão. E, em 1968, finaliza a construção do sistema de jogo “*Brow Box*”, que simulava partidas de hóquei, futebol e também com uma pistola que poderia atirar em alvos na tela do televisor⁶⁰.

No entanto, somente em 1972, foi lançado o primeiro console de videogame doméstico comercialmente disponível da história, o “*Magnavox Odyssey*”, baseado no sistema desenvolvido por Ralph Baer, o qual teve os direitos comprados pela empresa Magnavox. Foi neste mesmo ano que Nolan Bushnell, com a parceria de Ted Dabney,

modificou a concepção de se jogar videogame e seu acesso ao público, com a fundação da empresa Atari⁶¹.

Nolan Bushnell, juntamente do engenheiro Al Alcorn, criou o “*Pong*”, considerado o jogo responsável por influenciar e ser o primeiro mais lucrativo da indústria mundial dos videogames. O jogo simulava uma partida de tênis de mesa, em que duas linhas brancas se moviam verticalmente nas laterais da tela (representando as raquetes) com objetivo de rebater uma esfera, que representava a bola. A bola aumentava a velocidade ao atingir determinados números de repetições⁶¹.

Paralelamente ao avanço tecnológico, os consoles e jogos também evoluíram ao longo do tempo. As transformações e inovações tornaram os videogames um dos meios de entretenimento mais populares e atualmente lucrativos⁶². Os jogos de videogames ficaram graficamente mais realistas, com cenários tridimensionais, e suas criações podem envolver produções e roteiros mais complexos que às de filmes cinematográficos, possibilitando a interação direta dos jogadores⁵⁸.

3.2.2 Videogames e idosos

Os videogames passaram a ser considerados mais do que um simples meio de entretenimento, e também têm despertado interesse de pesquisadores. Alguns estudos apontam que o treinamento com videogames convencionais/sedentários pode ser uma alternativa para melhorar as funções cognitivas, com influência em diferentes domínios

cognitivos, tais como função executiva, atenção visual e espacial, memória verbal e memória de trabalho^{8-12,16,17,63}.

A revisão sistemática realizada por Kueider et al.⁵⁵, que investigou estudos envolvendo intervenções com jogos de videogames em indivíduos idosos, apresentou efeitos positivos no desempenho cognitivo, especialmente na velocidade de processamento de informações, tempo de reação, função executiva e na função cognitiva global.

Os videogames com jogos de ação, como “*Medal of Honor*”, que simulam combates de guerra, exigem o monitoramento constante de toda a tela e as decisões devem ser feitas rapidamente, aumentando a capacidade de atenção visual, tanto em jovens adultos⁸ quanto em idosos¹⁷.

Nos últimos anos, os videogames avançaram a uma nova geração, e alguns produtos têm sido desenvolvidos e comercializados, denominados de *exergames*^{19,22,64}, como o Nintendo Wiitm, Playstation Movetm e Microsoft Kinecttm, que combinam videogames e atividade física. Com potencial de aumentar o gasto calórico e elevar as exigências físicas, cognitivas e cardiovasculares^{18,20,21}.

O desenvolvimento mais recente no campo dos “*exergames*” é o Xbox Kinecttm (Microsoft corp., Redmond, WA), lançado em 2010. A tecnologia do sistema Kinecttm captura informações de profundidade e imagem coloridas, gerando uma rede de pontos. O software detecta a posição dos pontos, analisa e transforma os dados do sensor em imagem tridimensional do ambiente, permitindo o rastreamento dos movimentos em tempo real⁶⁵. Isso permite a interação e o controle dos jogos apenas

com gestos e movimentos corporais, sem a necessidade de haver algum controle em mãos, o que difere de outros consoles.

Alguns estudos têm sido realizados envolvendo *exergames* em idosos, apontando efeitos positivos em tarefas de equilíbrio e mobilidade^{22,23}. O estudo realizado por Wuest et al.²³ mostrou melhora no desempenho motor e no equilíbrio em indivíduos idosos, utilizando programa de intervenção com jogos de *exergames* baseados em atividades de equilíbrio.

Entretanto, estudos de intervenção com *exergames* e efeitos nas funções cognitivas de idosos, especialmente em indivíduos sem comprometimento cognitivo, ainda são escassos^{20,67,68}.

Na revisão de literatura realizada por Chao et al.⁶⁹, investigando os efeitos do treinamento com *exergames*, foram apontados benefícios físicos, cognitivos e psicossociais em idosos. Contudo, a estratégia e seleção utilizadas, de acordo com os critérios de inclusão, não contaram com estudos em potencial, como o de Anderson-Hanley et al.⁶⁷ e Maillot et al.²⁰.

O estudo realizado por Maillot et al.²⁰ utilizou *exergames* esportivos na tentativa de avaliar os efeitos no desempenho cognitivo e nas capacidades físicas de indivíduos idosos. Participaram desse estudo 30 indivíduos idosos durante 12 semanas (24 sessões), divididos em dois grupos: a) grupo *exergames*, com jogos esportivos do console Nintendo Wiitm; b) grupo controle sem intervenção. Os resultados mostraram benefícios no desempenho cognitivo (função executiva e velocidade de processamento de tarefas). E especulam que os benefícios no desempenho cognitivo poderiam ser semelhantes a programas de

atividades aeróbias convencionais. Entretanto, os autores não compararam os resultados à outra intervenção de exercício físico.

No estudo desenvolvido por Anderson-Hanley et al.⁶⁷, 102 idosos foram divididos em dois grupos e submetidos a exercícios aeróbios, por meio de ciclo ergômetros. Um grupo realizou atividades com um monitor acoplado, simulando circuitos virtuais. Os resultados mostraram uma melhora no desempenho da função executiva ao grupo que recebeu estímulos visuais após 12 semanas de treinamento.

O estudo de Kayama et al.⁶⁸ foi o único encontrado que utilizou o sistema Kinecttm, em idosos sem comprometimento cognitivo. Os participantes foram divididos em dois grupos de intervenções, ambos compostos por exercícios aeróbios, de força, flexibilidade e equilíbrio, executados por 75 minutos, uma vez por semana durante 12 semanas. Um dos grupos, ao final de cada sessão, durante cinco minutos, deveria realizar *exergames* que simulavam um jogo de Sudoku em um quadro 4 x4. Este foi o grupo que melhorou o desempenho na função executiva após o treinamento.

Possíveis efeitos no desempenho cognitivo com a prática de *exergames* podem estar relacionados aos ganhos na aptidão cardiovascular, como o aumento em fornecer oxigênio, alcançado por meio da atividade física regular^{18,20,21}.

Desse modo, a prática de *exergames* talvez possa ser um método eficaz para promover efeitos cognitivos e mudanças no estilo de vida de indivíduos idosos. Pode ser adaptada a diferentes ritmos e independe de horários e condições climáticas, permitindo, ainda, uma variação na escolha das atividades. Além disso, pode ser praticada individualmente ou em grupos, ou mesmo em casa, com a possibilidade de se jogar

online. Os *exergames*, também podem contribuir para interação social para indivíduos que vivem sozinhos.

3.3. EXERCÍCIO FÍSICO E DESEMPENHO COGNITIVO

A prática regular de atividade física (qualquer movimento corporal produzido pela musculatura esquelética que resulte em gasto energético acima dos níveis de repouso) e exercício físico (atividade física sistematizada, planejada e individualizada)⁷⁰, está associada com benefícios à cognição^{13,14,30}.

A cognição é considerada como um conjunto de capacidades mentais, fundamentais para compreensão e resolução de problemas da vida diária. É composta por diferentes funções cognitivas como: memória, função executiva e função visuoespacial^{71,72}.

Estudos de meta-análises^{14,30,73} e revisões sistemáticas⁷⁴⁻⁷⁶ têm indicado a prática de exercícios físicos como uma importante alternativa não medicamentosa, que pode produzir efeitos positivos no desempenho cognitivo de indivíduos idosos e reduzir a incidência de doenças neurológicas⁷⁷.

No estudo de meta-análise realizado por Sofi et al.³⁰, envolvendo estudos prospectivos que investigaram a associação entre a prática de atividade física e risco de declínio cognitivo, mostrou que, independente da intensidade (leve, moderada ou intensa), a prática de atividade física pode ter efeito protetor contra a ocorrência de declínio das funções cognitivas.

Smith et al.¹⁴ realizaram um estudo de meta-análise de estudos randomizados, analisando o efeito de exercícios aeróbios sobre o

desempenho cognitivo em adultos e idosos. Os resultados mostraram que exercícios aeróbios de intensidade moderada estão associados com benefícios no desempenho cognitivo, especialmente nos domínios de função executiva, velocidade de processamento e memória.

Na revisão sistemática realizada por Guimarães et al.⁷⁶, foram incluídos estudos com intervenções que especificaram detalhes da intensidade, duração e frequência dos exercícios, bem como seus efeitos no desempenho cognitivo de idosos sem comprometimento cognitivo. Os resultados mostraram que exercícios físicos aeróbios^{28,78-81} e exercícios contra resistência⁸²⁻⁸⁴ podem produzir efeitos no desempenho cognitivo.

A intensidade de exercício cardiorrespiratório pode ser verificada de diferentes maneiras^{25,26}, como: percentuais do consumo máximo de oxigênio (VO₂máx), consumo de oxigênio de reserva (VO₂R), limiares metabólicos, frequência cardíaca máxima (FCmáx), e frequência cardíaca de reserva (FCR).

O percentual da FCR tem sido utilizado e recomendado para estimar a intensidade de exercícios aeróbios. A FCR é calculada pela diferença entre a frequência cardíaca máxima (FCM) e a frequência cardíaca em repouso. Onde valores entre 30 - 39% representam exercício de intensidade leve, de 40 - 59% intensidade moderada e de 60 - 89% intensidade vigorosa²⁵.

O estudo realizado por Albinet et al.²⁸ mostrou que a prática de exercícios aeróbios de intensidade moderada (40-60% da FCR), realizada três vezes por semana, durante 40 minutos, por 12 semanas, pode melhorar o desempenho cognitivo (função executiva) e os indicadores da VFC em indivíduos idosos.

O estudo de Ruscheweyh et al.⁸¹ mostrou que indivíduos idosos que praticaram treinamento aeróbio de intensidade moderada, durante 24 semanas, com frequência de cinco vezes semanais por 50 minutos, obtiveram melhor desempenho cognitivo quando comparados a um grupo controle sem algum tipo de intervenção.

Muscari et al.⁸⁰ sugerem que os exercícios aeróbios de intensidade moderada, durante 52 semanas, realizados três dias por semana, por 60 minutos, podem prevenir contra o declínio cognitivo em idosos sem comprometimento cognitivo. Contudo, não houve diferença após o treinamento na avaliação cognitiva global, enquanto que um grupo controle, que recebeu material educativo sobre estilo de vida e atividades físicas, apresentou redução na pontuação do Mini Exame do Estado Mental.

Os principais mecanismos sugeridos para explicar a relação entre exercício físico aeróbio e desempenho cognitivo referem-se ao aumento do volume das substâncias brancas e cinzentas no córtex pré-frontal^{85,86}; aumento da plasticidade e funções neurais^{87,88}; e aumento do volume do hipocampo, principalmente da parte anterior⁸⁹.

O exercício físico pode induzir adaptações no sistema nervoso autônomo, especialmente do sistema vagal, que está associado à ativação do córtex pré-frontal e ao melhor desempenho do funcionamento executivo^{90,91}. Ainda há o modelo de integração neurovisceral, mostrando a exigência de adaptações a comportamentos complexos, que incluem conexões diretas e indiretas entre o cérebro e a musculatura cardíaca⁹².

Além disto, o exercício físico pode aumentar a circulação de oxigênio no cérebro e a síntese de neurotransmissores, produzir efeitos

protetores no cérebro e reduzir o risco de desenvolvimento de doenças neurodegenerativas^{77,93,94}.

Alguns fatores de risco modificáveis, como hipertensão⁹⁵, obesidade⁹⁶, diabetes⁹⁷ e inatividade física⁵⁹ estão associados ao declínio das funções cognitivas e aumento do risco de demência. Entretanto, a prática de exercícios físicos pode ter efeitos positivos contra estes fatores^{98,99}. Isso também pode ser apontado como mecanismo de explicação, do importante papel dos exercícios para caráter preventivo de comprometimento e declínio das funções cognitivas.

O aumento de comportamento em atividades sedentárias está relacionado ao pior desempenho cognitivo⁵⁹. Indivíduos que permanecem fisicamente ativos ao longo da vida, especialmente durante a meia-idade, podem preservar as funções cognitivas por mais tempo, e geralmente têm desempenho cognitivo superior^{30,100,101}.

O treinamento com *exergames* tem sido apontado como exercícios que podem atingir intensidade moderada em idosos. O estudo de Maillot et al.²⁰, mostrou que as sessões de treinamento com jogos esportivos do Wii, foram consideradas de intensidade moderada (41,5% da FCR). No estudo de Mullins et al.²¹ o percentual da FCR foi de 39,7%, praticamente de intensidade moderada, utilizando jogos esportivos variados por meio do Nintendo Wiitm. Resultados também apontaram efeitos positivos em indicadores cardiovasculares.

Portanto, torna-se necessário investigar diferentes tipos e intensidades de exercícios físicos. Considerando que a prática de exercícios físicos têm sido recomendada como auxílio e alternativa para prevenir, minimizar e reverter declínios físicos e cognitivos associados com o avanço da idade.

3.4 VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA E EXERCÍCIO FÍSICO

Os indicadores da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), que são obtidos pelas oscilações no intervalo entre os batimentos cardíacos (intervalos RR), têm sido utilizados para avaliar adaptações cardiovasculares relacionadas ao exercício. Tais indicadores representam marcadores do funcionamento do sistema nervoso autônomo (SNA)²⁹.

O SNA se divide nos sistemas nervoso simpático e parassimpático. Estes são responsáveis pela coordenação das funções viscerais e para regular as adaptações com o ambiente. Além de controlar, em parte, o sistema cardiovascular, que tem a responsabilidade de manter o fluxo sanguíneo contínuo, distribuir oxigênio e nutrientes para os tecidos corporais, e remover restos metabólicos^{102,103}.

Os sistemas simpático e parassimpático influenciam o sistema cardiovascular, produzindo efeitos na frequência cardíaca (FC). A FC sofre alterações normais e esperadas, que são denominadas variabilidade da frequência cardíaca (VFC). Maior ativação simpática aumenta a FC, enquanto a maior ativação parassimpática tende a reduzi-la. E o inverso ocorre com a VFC, onde maior ativação parassimpática está associada aos maiores valores na VFC¹⁰⁴.

O sistema nervoso simpático inerva o músculo cardíaco, estimulando suas propriedades funcionais devido à liberação de noradrenalina. Esse neurotransmissor está associado à aceleração do batimento cardíaco, pela produção de descargas nos nódulos sinusal e

atrioventricular, que propaga a condução do impulso elétrico e aumenta a força de contração do músculo cardíaco¹⁰⁵.

O sistema nervoso parassimpático, também denominado “vagal”, induz a estabilidade elétrica do coração e reduz a frequência cardíaca, principalmente pela liberação do neurotransmissor acetilcolina. Esse neurotransmissor tem como função aumentar a permeabilidade, reduzir a frequência de excitabilidade e a força de contração da musculatura cardíaca¹⁰⁵.

A redução da VFC está relacionada com a incidência de doenças cardiovasculares, alteração na pressão arterial e risco de declínio cognitivo e demência. Em compensação, altos valores da VFC estão associados com melhores condições de saúde e melhor desempenho de funções cognitivas^{29,106}.

A avaliação dos indicadores da VFC pode ser realizada por eletrocardiogramas (ECG) ou ainda por monitores de frequência cardíaca, que apresentam boa acurácia, são validados, mais acessíveis e práticos em relação aos ECGs^{107,108}.

A redução nos valores da VFC está associada com o avanço da idade, por causa da depleção do tônus vagal e alterações na modulação do SNA, que estão relacionadas às mudanças fisiológicas e estruturais no sistema cardiovascular^{109,110}. Contudo, a prática de exercícios físicos pode reduzir e atenuar estes efeitos^{27,109,111}.

Com o processo de envelhecimento, também pode ocorrer diminuição na modulação autonômica durante a realização de tarefas cognitivas, relacionada principalmente com alterações na atenção seletiva, memória de trabalho e funções executivas⁵². O estudo de Lopes⁵² investigou o comportamento de indicadores da VFC durante a

realização de tarefas cognitivas (*Cogstate Battery*) em adultos e idosos. Mostrou diminuição gradativa nos indicadores da VFC conforme o aumento da idade, e que idosos apresentaram menor variabilidade e menor ativação parassimpática em tarefas executivas.

Sabe-se que a prática de exercícios físicos produz efeitos na capacidade física e adaptações cardiovasculares relacionadas com o envelhecimento. Além disto, a prática regular tem sido recomendada como auxílio ao tratamento farmacológico, como alternativa para prevenção de doenças crônicas não transmissíveis, metabólicas, ansiedade e depressão^{24,25,26}.

A prática de exercícios físicos aeróbios está relacionada às adaptações cardíacas, como redução da frequência cardíaca de repouso^{25,27}, aumento da circulação cerebrovascular, da atividade metabólica cerebral, do transporte e absorção de oxigênio^{85,94}, além de produzir diversos benefícios para a saúde.

O estudo de meta-análise realizado por Huang et al.²⁷, investigou efeitos do treinamento aeróbio na frequência cardíaca de repouso em indivíduos idosos. Mostrou evidência que a prática de exercícios aeróbios produz adaptações positivas na frequência cardíaca de repouso e benefícios contra o envelhecimento cardiovascular. A meta-análise de Sandercock et al.¹¹² apontou resultados positivos em indicadores da VFC, especialmente com aumento do intervalo entre batimentos cardíacos (RR) e maior atividade vagal, após treinamento com exercícios físicos.

Contudo, estudos investigando efeitos de treinamento com exercícios físicos sobre indicadores da VFC em indivíduos idosos, ainda

são considerados controversos. Alguns deles apontam efeitos positivos^{28,111,113}, enquanto outros não relataram alterações^{82,114-116}.

Alguns fatores, como a duração, a intensidade e os tipos de exercícios físicos utilizados nos estudos poderiam explicar tal discrepância. Além do número e da faixa etária dos participantes envolvidos nos estudos, visto que a diminuição da VFC em repouso está relacionada ao aumento de idade¹⁰⁹.

Albinet et al.²⁸ realizaram um estudo de intervenção randomizado, envolvendo 24 indivíduos idosos sem comprometimento cognitivo ou cardiovascular, submetidos a treinamento com exercícios aeróbios de intensidade moderada ou exercícios de alongamento/flexibilidade. Os participantes de exercícios aeróbios mostraram modificações positivas nos indicadores da VFC (SDNN, RMSSD e HF) em repouso, após 12 semanas treinamento realizado por 60 minutos em três dias na semana.

O estudo de Jurca et al.¹¹³ mostrou que a realização de apenas oito semanas de exercícios aeróbios de intensidade moderada (50% VO₂max), três ou quatro dias por semana, apresentou redução da frequência cardíaca e aumentou os indicadores da VFC em repouso, em mulheres, com média etária de 57 anos.

Rossi et al.¹¹¹ também realizaram estudo de intervenção envolvendo mulheres, com idade entre 50 a 79 anos, combinando exercícios aeróbios com exercícios contra resistência. Os resultados mostraram aumento do intervalo entre os batimentos cardíacos (RR) e da atividade parassimpática (HF), além da redução da atividade simpática (LF) e da frequência cardíaca em repouso, após 16 semanas de treinamento.

Outros estudos investigaram o efeito de intervenções com exercícios físicos, mas não relataram alterações em indicadores da FC e da VFC^{82,114-116}.

No estudo de Perini et al.¹¹⁴, 15 indivíduos idosos entre 70 e 80 anos, foram submetidos a oito semanas de exercícios aeróbios em ciclo ergômetros, realizados três vezes por semana, com intensidade progressiva de moderada à vigorosa. Os resultados não mostraram diferenças na FC e nos indicadores da VFC avaliados em repouso, entretanto a pressão arterial apresentou diminuição após o período de treinamento.

O estudo de Gerage¹¹⁶ não mostrou alterações em indicadores da VFC em mulheres idosas, que realizaram treinamento contra resistência, realizado três vezes por semana durante 12 semanas,. Contudo, houve efeito positivo na pressão arterial¹¹⁶.

O treinamento com *exergames* tem mostrado efeitos positivos em indicadores cardiovasculares^{18,20,21}. O estudo de Maillot et al.²⁰, realizado com jogos esportivos no console Nintendo Wiitm, mostrou que as sessões de treinamento com *exergames* foram consideradas como exercício de intensidade moderada (41,5% da FCR). No estudo de Mullins et al.²¹, o percentual da FCR foi de 39,7%, praticamente de intensidade moderada, utilizando jogos variados do Nintendo Wiitm em indivíduos idosos.

As recomendações do American College of Sports Medicine^{99,117}, em relação a exercícios físicos para indivíduos idosos, envolvem exercícios aeróbios de intensidade moderada, por pelo menos, 30 minutos em cinco dias por semana, ou atividades vigorosas por no

mínimo 20 minutos em três dias na semana. Além disso, devem incluir exercícios de força, flexibilidade e equilíbrio.

Desse modo, torna-se importante analisar métodos de exercícios físicos para produzir modificações e alterações cardiovasculares e, assim, indicar como complemento para atingir tais recomendações. Também não foram encontrados estudos que verificaram o efeito da prática de *exergames* nos indicadores da VFC.

4. MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

Caracteriza-se como estudo clínico randomizado, paralelo, de dois braços, por apresentar e comparar intervenções aplicadas à saúde de seres humanos, com natureza prospectiva, planejada e exposição controlada e aleatória^{118,119}. Com delineamento pré e pós-teste, onde indivíduos com o mesmo tipo de intervenção foram comparados entre si (pré / pós-teste), assim como com aqueles com outro tipo de intervenção¹²⁰.

Os dados do presente estudo fazem parte da pesquisa intitulada “*Desempenho cognitivo em idosos: jogos eletrônicos, atividade física e nutrição*”, coordenada por docente do Departamento de Educação Física, da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

O protocolo de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Catarina (nº 329.649) (Anexo I). E foi registrado no Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos, com o número RBR-9crpzc (<http://www.ensaiosclinicos.gov.br/rg/RBR-9crpzc/>).

Todos os participantes concordaram e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice I) e um termo de autorização para uso de imagens (Apêndice II).

4.2 PARTICIPANTES

4.2.1 Critérios de inclusão e exclusão:

Os critérios de inclusão adotados para compor a amostra do presente estudo foram:

- a) Indivíduos de ambos os sexos com idade igual ou superior a 55 anos;
- b) Não ter participado de nenhum programa de exercício físico, por pelo menos nos *últimos* três meses;
- c) Apresentação de atestado médico com liberação para prática de exercícios físicos;
- d) Não ter tido contato anterior com *exergames*;
- e) Não ter diagnóstico de doença neurológica, cardíaca, respiratória, renal e hepática;
- f) Não fazer uso de medicamentos anti-hipertensivos que contenham betabloqueadores, além de medicamentos para tratamento de depressão, ansiedade e doenças cardiovasculares;
- g) Não apresentar alguma lesão ortopédica que possa impedir ou dificultar a realização de movimentos;
- h) Não apresentar dificuldades visual e auditiva, que atrapalhem a identificação de cores, imagens e sons.

Neste estudo, foram adotados os seguintes critérios de exclusão, para os indivíduos que, durante o período das intervenções:

- a) Iniciou ou participou de algum outro programa de exercício físico;

- b) Fez uso de medicação que continha betabloqueadores, ou para tratamento de depressão, ansiedade e doenças cardiovasculares, durante o período de intervenção.
- c) Apresentou assiduidade inferior a 75% do total de sessões.

4.2.2 Amostra

Para o cálculo do tamanho da amostra, considerou-se um intervalo de confiança de 95%, com teste de hipótese bilateral, nível de significância de 0,05 (erro tipo I) e poder do teste de 80% (erro tipo II) para a análise estatística da ANOVA. Primeiramente, foi calculado o tamanho de efeito para a parcial da ANOVA para todos os participantes, nos testes cognitivos. Desse modo, considerando dois graus de liberdade e tamanho de efeito moderado (0,5), constatou-se a necessidade que o tamanho mínimo da amostra fosse composto por, no mínimo, 11 pessoas em cada grupo.

4.2.3 Recrutamento e desenvolvimento do estudo

Os indivíduos foram recrutados por meio de divulgação eletrônica na página da internet do Centro de Desportos - CDS (www.cds.ufsc.br) da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC (www.ufsc.br), da Agência de comunicação da UFSC (www.agecom.ufsc.br) e do Núcleo de Estudos da Terceira Idade - NETI-UFSC (www.neti.ufsc.br). A divulgação também foi realizada pelo uso de folders e panfletos, que foram fixados e distribuídos pela UFSC, pelos Centros de Saúde, igrejas, condomínios, especialmente

próximas à UFSC, além de abordagens e convites pessoalmente aos indivíduos, durante quatro semanas.

Os indivíduos entraram em contato, por telefone, e-mail ou pessoalmente. Os participantes em potencial foram pré-selecionados de acordo com os seguintes critérios de elegibilidade: idade, prática de exercício físico nos últimos três meses, experiência prévia com *exergames*, lesão ortopédica, uso de órtese e/ou prótese, disponibilidade de participação, diagnóstico prévio de doenças e uso de medicamentos (Apêndice III).

Os indivíduos que atenderam aos critérios descritos acima foram convidados a comparecer ao Laboratório de Orientação de Atividade Física e Saúde (LOAFIS), no Centro de Desportos/ UFSC, para maiores esclarecimentos sobre detalhes da pesquisa.

Todos os indivíduos elegíveis e que aceitaram participar foram submetidos à avaliação inicial, anotadas em formulário próprio (Apêndice IV). Em seguida os indivíduos foram randomizados por números gerados por computador, nos seguintes grupos de intervenção: 1) *exergames*; e 2) exercício físico aeróbio. Foram realizadas 36 sessões, três vezes por semana. Após 12 semanas de treinamento foram realizadas as reavaliações.

A figura 1 apresenta um esquema das fases de desenvolvimento do estudo.

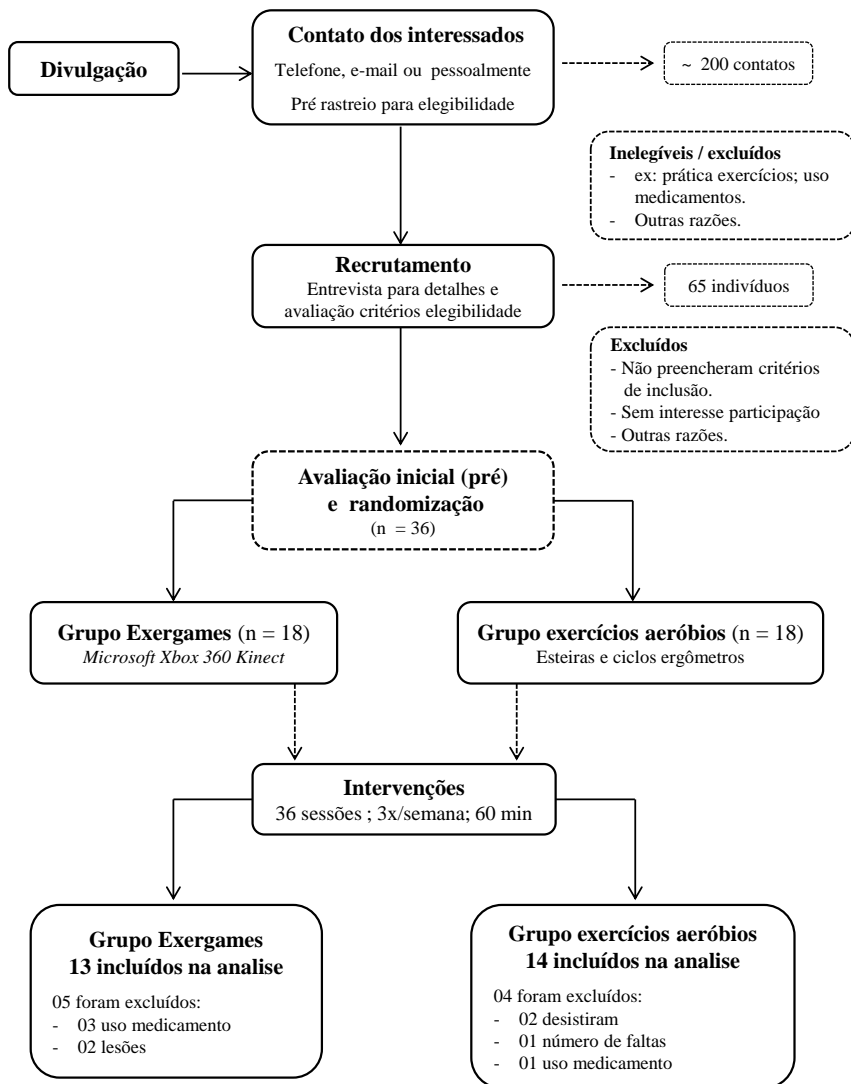


Figura 1. Diagrama das etapas do estudo.

Nas avaliações, primeiramente foram coletadas as informações sociodemográficas, condições de saúde e estilo de vida. Em seguida foi realizada uma prática da bateria de avaliação cognitiva computadorizada “*Cogstate Battery*”. Após sua realização, os indivíduos deveriam deitar numa maca em decúbito dorsal (ou posição supina), durante cinco minutos para mensuração da variabilidade e frequência cardíaca de repouso. Só então, foi realizada a avaliação do desempenho cognitivo, por meio da bateria computadorizada, sendo verificada a variabilidade da frequência cardíaca durante o desempenho dos testes.

Todos os procedimentos de avaliações foram realizados no Laboratório de Orientação de Atividade Física e Saúde (LOAFIS), Centro de Desportos - UFSC. As avaliações foram individuais, ocorreram em ambiente tranquilo e silencioso para evitar possíveis distrações, e a temperatura mantida estável, entre 21 – 24° Celsius.

Uma equipe formada por estudantes do curso de Pós-graduação em Educação Física da UFSC, devidamente treinada, foi responsável pela coleta dos dados, supervisão e orientação dos programas de treinamento. Uma dupla foi selecionada para realizar a tabulação dos dados.

A figura 2 mostra um fluxograma com o tempo de duração das principais fases do estudo, totalizando 19 semanas, do início da divulgação até a avaliação final.

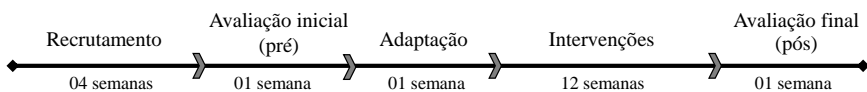


Figura 2. Fluxograma das etapas (duração e fases do desenvolvimento) do estudo.

4.3 VARIÁVEIS

3.3.1 Caracterização da amostra

Sexo: masculino ou feminino;

Arranjo familiar: mora só ou acompanhado;

Idade: em anos completos, confirmados pela data de nascimento;

Estado civil: casado, solteiro, separado ou viúvo;

Escolaridade: em anos de estudo;

Auto percepção do estado de saúde: muito bom, bom, regular, mal, péssimo;

Massa corporal: peso corporal em quilogramas (kg);

Estatura: altura em metros (m);

Índice de massa corporal: divisão massa corporal pela estatura ao quadrado (kg/m^2);

Hábitos de leitura: diariamente, $\geq 3\text{x/sem}$, $1-2\text{x/sem}$, $1-2\text{x/mês}$, nunca;

Uso frequente de computadores (e-mail e internet): sim ou não;

Sono: quantidade média de horas diária;

Frequência cardíaca de repouso: batimentos por minuto, cinco minutos em repouso;

Pressão arterial: sistólica e diastólica (aparelho digital da marca Omron HEM-7200) em repouso.

3.3.2 Desempenho cognitivo

O desempenho cognitivo foi verificado por meio de uma bateria de avaliação cognitiva computadorizada: “*Cogstate Battery*” (www.cogstate.com). Esse instrumento caracteriza-se em avaliar tarefas

cognitivas, com operações não verbais ou linguísticas. É validado para idosos e utilizado em diversos estudos^{48-50,53}, inclusive no Brasil^{51,52}.

Com intuito de reduzir os efeitos de aprendizagem e intensificar a confiabilidade das avaliações nos testes, cada participante realizou a bateria por duas vezes^{50,52}. A primeira, para familiarização e conhecimento dos procedimentos, em que as instruções para realização das tarefas foram informadas verbalmente. E a segunda foi considerada como verdadeira avaliação cognitiva.

Os testes selecionados dessa bateria abrangeram os seguintes domínios cognitivos: função executiva, função psicomotora, atenção visual, aprendizagem visual, memória de curto prazo, memória de trabalho e memória tardia.

Função executiva: foi verificada por meio do teste “*Groton Maze Learning Test*” (GMLT), que consiste em encontrar uma trajetória oculta em uma grade de quadrados (10 x 10) apresentada no monitor do computador (Anexo II), cinco vezes consecutivas. Com o uso do mouse, o avaliado inicia o teste com um clique na caixa azul no canto superior esquerdo da tela, e então deveria escolher a trajetória oculta, clicando nas caixas uma de cada vez (menos diagonalmente) até chegar ao canto inferior direito. Uma marca verde significa que o caminho estava correto, mas uma marca vermelha, que a escolha estava errada, devendo retornar à última caixa correta e tentar o movimento em outra direção. A classificação foi realizada pela velocidade de desempenho e número de erros realizados para encontrar o caminho oculto nas cinco execuções.

Função psicomotora: velocidade de processamento psicomotor, verificada pelo tempo de reação simples no desempenho no teste

“*Detection*” (DET), por meio da velocidade de resposta se a carta já virou. No centro do monitor aparecia uma carta de baralho, onde o indivíduo deve clicar no comando “SIM” tão rápido quanto possível, logo que a carta virar (Anexo III). A pontuação foi de acordo com a acurácia e o tempo de reação para respostas corretas.

Atenção visual: foi verificada pela velocidade de reação na execução do teste “*Identification*” (IDN). Nesse teste, uma carta aparece no centro da tela do monitor, e o indivíduo deve responder, o mais rápido possível, se a carta é, ou não, da cor vermelha (Anexo IV). A pontuação foi de acordo com a acurácia e o tempo de reação para respostas corretas.

Memória de curto prazo e aprendizagem visual: foi avaliada pelo teste “*One Card Learning*” (OCL). Nessa tarefa, o indivíduo deve pressionar a opção “SIM” ou “NÃO” assim que a carta se virar, e decidir se a carta já apareceu anteriormente o mais rápido possível (Anexo V). A pontuação foi de acordo com a acurácia e o tempo de reação para respostas corretas.

Memória de trabalho: foi verificada pelo desempenho no teste “*One Back Memory*” (ONB), em que o indivíduo deveria selecionar o mais rápido possível se a carta era a mesma ou diferente da carta anterior. Apenas a última carta necessita ser lembrada; o indivíduo deve pressionar “SIM” se a carta for exatamente igual à última apresentada, e “NÃO” se a carta for diferente (Anexo VI). A pontuação foi de acordo com a com a acurácia e a velocidade de desempenho.

Memória tardia: neste teste “*Groton Maze Learning Test Recall*” (GMR), o indivíduo deve encontrar a mesma trajetória oculta que foi realizada na primeira tarefa (GMLT), o mais rápido e correto possível. A pontuação foi obtida pela velocidade de desempenho e número de erros cometidos para lembrar o caminho oculto.

Todos os testes da bateria computadorizada apresentam sinais auditivos, ou seja, se o avaliado cometesse algum erro, antecipasse ou adiasse a resposta, um sinal sonoro era produzido. Os resultados das avaliações foram gerados e apresentados pelo próprio software da bateria “*Cogstate*”, de acordo com número de erros, tempo de execução (milissegundos transformados em logaritmo de base 10) e acurácia de desempenho (arco seno da proporção de respostas corretas) nos testes.

Capacidade cognitiva global: o Mini-exame do Estado Mental – MEM⁴⁵, de acordo com a versão proposta por Brucki et al.¹²¹ para uso no Brasil, também foi utilizado para avaliar a capacidade cognitiva global. Esse instrumento é composto por questões agrupadas em sete categorias, com finalidade de avaliar funções cognitivas específicas como: orientação temporal e espacial (10 pontos), memória imediata (3 pontos), atenção e cálculo (5 pontos), evocação/memória (3 pontos), linguagem (5 pontos) e praxia construcional (1 ponto). A pontuação variando de zero a 30.

Domínio cognitivo	Teste	Código	Classificação
Função executiva	<i>Groton Maze Learning test</i>	GMLT	Número de erros Velocidade execução (mps)
Função psicomotora	<i>Detection</i>	DET	Acurácia (<i>Arco seno da proporção de respostas corretas pelo total de tentativas</i>); Velocidade execução (ms)*
Atenção visual	<i>Identification</i>	IDN	Acurácia Velocidade execução (ms)*
Memória de curto prazo	<i>One Card Learning</i>	OCL	Acurácia Velocidade execução (ms)*
Memória de trabalho	<i>One Back Memory</i>	ONB	Acurácia Velocidade execução (ms)*
Memória tardia	<i>Groton Mas Learning test Recall</i>	GMR	Número de erros Velocidade execução (mps)
Cognição global	<i>Mini-exame do Estado Mental</i>	MEM	Pontuação (de 0 a 30)

Quadro 1. Descrição dos domínios cognitivos e classificação dos testes utilizados no estudo.

Nota: mps: movimentos por segundo; ms: milissegundos; *transformados em logaritmo de base 10.

4.3.3 Variabilidade da Frequência Cardíaca

O registro da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) foi realizado em repouso, com o avaliado deitado em uma maca em posição supina (decúbito dorsal) e respiração espontânea. A VFC também foi registrada durante a execução dos testes cognitivos (bateria *Cogstate*), antes e após 12 semanas de intervenções.

Para mensurar a VFC foi utilizado o monitor de frequência cardíaca da marca Polar®, modelo S810i. Esse cardiofrequencímetro pode mensurar a atividade elétrica do coração, registrando os intervalos entre os batimentos cardíacos com precisão de um milissegundo^{29,108}.

O programa Kubios HRV Analysis Software version 2.2¹⁰⁴ foi usado para analisar os indicadores da VFC, utilizando o filtro *médium* do próprio software para correção de ruídos, relacionados aos domínios de tempo e frequência:

Domínio de Tempo:

RR: intervalo de tempo entre consecutivos batimentos cardíacos, que varia, em geral, entre 500 e 1000 milissegundos. O indicador "RR" refere-se à média estatística desses intervalos;

SDNN: desvio padrão da média dos intervalos RR de todos os batimentos normais consecutivos;

RMSSD: raiz quadrada da média dos quadrados da diferença entre intervalos RR normais sucessivos.

Domínio da Frequência:

LF (low frequency): componente de baixa frequência, com variação de 0,04 a 0,15Hz, relacionado à ativação simpática. Quanto maior o valor em LF maior ativação simpática;

HF (high frequency): componente de alta frequência, com variação de 0,15 a 0,4Hz, relacionada ao nível de ativação parassimpática. Quanto maior o valor em HF maior a ativação parassimpática (vagal);

LF/HF: razão das medidas LF e HF, o valor sugere predominância simpática.

O quadro 2 apresenta a descrição e as unidades dos indicadores da VFC selecionados para o presente estudo.

VFC	Descrição	Unidade
RR	Intervalo dos batimentos cardíacos	Milissegundos (ms)
SDNN	Desvio padrão da média dos intervalos RR de batimentos normais consecutivos.	Milissegundos (ms)
RMSSD	Raiz quadrada da média dos quadrados das diferenças entre intervalos RR normais sucessivos.	Milissegundos (ms)
LF	Low Frequency - relacionado ao nível de ativação simpática	Unidades normalizadas (n.u)
HF	High Frequency - relacionado ao nível de ativação parassimpática	Unidades normalizadas (n.u)
LF/HF	Razão das medidas LF e HF	

Quadro 2. Descrição dos indicadores da variabilidade da frequência cardíaca (VFC).

4.4 INTERVENÇÕES

4.4.1 *Exergames*

O programa de treinamento com *exergames* foi realizado no Laboratório de Orientação de Atividade Física e Saúde (LOAFIS) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Nesse local, uma sala foi organizada e equipada para a realização das atividades, com uma tela de projeção (Tecnomast) de 240 cm x 180 cm, projetor Epson Powerlite 96W, e um conjunto de caixas de som (Satellite As878). O espaço da área de jogo foi colocado um tatame/tapete EVA. O apêndice V mostra detalhes da organização da sala. A temperatura da sala foi mantida estável (~ 21° - 24° Celsius).

A realização do treinamento com *exergames* se deu por meio do console Microsoft Xbox 360 Kinecttm. Esse equipamento utiliza tecnologia com sensores de movimentos, que captam mudanças de direção, velocidade e aceleração. Dessa forma, permite o controle dos jogos eletrônicos com o movimento corporal, sem a necessidade de ter em mãos algum controle/joystick⁶⁵.

Nas sessões, foram utilizados jogos esportivos do *Kinect Sports Ultimate Collection*, quem contém dois discos com jogos esportivos, como: Atletismo, Boliche, Boxe, Esqui, Futebol, Tênis, Tênis de Mesa e Vôlei de praia. Todos os jogos produzem informações visuais e sonoras, de acordo com seu desempenho, com músicas e comentários que auxiliam o comando e a execução. Apresentaram também alguns jogos de curta duração(aproximadamente um minuto) em que se deve fazer o maior número de pontos possíveis, denominados de “minijogos”, como:

1) *corrida dos pinos*: maior número possível de pinos derrubados em 60 segundos, sendo que a cada 30 pinos derrubados, ganha-se um bônus de cinco segundos;

2) *chute a gol*: maior número de alvos acertados dentro de um gol, em 45 segundos, evitando o goleiro; cada vez que todos os alvos eram acertados, havia bônus de quatro segundos;

3) *super defesa*: maior número de defesas possíveis;

4) *body ball*: maior número de bolas de vôlei acertadas; há um comando que modifica a parte do corpo (cabeça, mãos ou pés) que deve acertar a bola;

5) *contagem de ralis*: maior número de bola de tênis de mesa acertadas.

Para este estudo, foi elaborado um protocolo para treinamento com os *exergames* (Quadro 3). Os jogos selecionados foram baseados no relato e de acordo com a preferência dos participantes do estudo piloto, que foi realizado entre setembro e novembro de 2013.

Cada sessão foi realizada em dupla e teve duração de 60 minutos. Sendo composta de aproximadamente 10 minutos para aquecimento inicial, 40-45 minutos de execução dos jogos esportivos (5 minutos iniciais de um minijogo e aproximadamente 20 minutos para cada jogo) e 5-10 minutos para relaxamento ao final da atividade. Sendo.

O programa teve duração de 12 semanas e foi realizado três vezes por semana, em dias alternados, totalizando 36 sessões. Antes do início do programa, foram realizadas três sessões, durante uma semana, para adaptação e execução dos jogos. Os participantes foram orientados a utilizar roupas leves e desempenharam os jogos descalços.

As sessões foram monitoradas por acadêmicos do curso de graduação e Pós-Graduação da UFSC, que orientavam os participantes quanto aos objetivos e a forma de operar os jogos, na tentativa de diminuir pausas e intervalos entre os jogos, bem como auxiliar o controle e manuseio do console e a seleção dos jogos.

Em todas as sessões, cada participante utilizou um cardiofrequencímetro (Polar®, modelo S810i), para monitorar a frequência cardíaca (FC) durante a execução dos *exergames*.

Sessões	Mini jogo (~5 min)	Jogo 1 (~20 min)	Jogo 2 (~20 min)
1	Corrida pinos / chute a gol / super defesa / body ball / contagem ralis		
2	Defesa	Boliche	Tênis de mesa
3	Chute a gol	Tênis	Esqui
4	Corrida pinos	Futebol	Boxe
5	Body ball	Tênis de mesa	Atletismo
6	Contagem ralis	Esqui	Futebol
7	LIVRE		
8	Defesa	Tênis	Boliche
9	Chute a gol	Futebol	Boxe
10	Corrida pinos	Atletismo	Tênis de mesa
11	Body ball	Esqui	Futebol
12	Contagem ralis	Tênis	Boxe
13	LIVRE		
14	Defesa	Tênis	Atletismo
15	Corrida pinos	Tênis de mesa	Esqui
16	Chute a gol	Futebol	Boxe
17	Body ball	Tênis de mesa	Atletismo
18	Corrida pinos / chute a gol / super defesa / body ball / contagem ralis		
19	Contagem ralis	Tênis	Boliche
20	Defesa	Futebol	Esqui
21	Chute a gol	Tênis de mesa	Boxe

22	Corrida pinos	Esqui	Atletismo
23	Body ball	Tênis	Futebol
24	LIVRE		
25	Contagem ralis	Atletismo	Tênis de mesa
26	Defesa	Tênis	Esqui
27	Chute a gol	Futebol	Boxe
28	Corrida pinos	Boliche	Atletismo
29	Body ball	Tênis de mesa	Futebol
30	LIVRE		
31	Contagem ralis	Tênis	Boxe
32	Defesa	Boliche	Atletismo
33	Chute a gol	Futebol	Tênis
34	Corrida pinos	Tênis de mesa	Esqui
35	LIVRE		
36	Corrida pinos / chute a gol / super defesa / body ball / contagem ralis		

Quadro 3. Planilha de treinamento das sessões de *exergames*.

Nota: LIVRE: nestas sessões os participantes escolhiam um mini jogo e os dois jogos da sessão.

4.4.2 Exercício aeróbio

O programa de exercício físico aeróbio foi realizado em ciclos ergômetros (Moviment®, modelo Biocycle 2600 Eletromagnética) e esteiras, no Laboratório de Ergonomia (LAERG), localizado no CDS da UFSC (Apêndice VI). As sessões foram monitoradas por acadêmicos do curso de graduação e Pós-Graduação da UFSC.

Antes do início do programa, três sessões foram realizadas durante uma semana para reconhecimento e adaptação às atividades e aos equipamentos.

A intensidade do treinamento foi previamente calculada para cada participante. Para manutenção da intensidade das sessões, cada participante utilizou um monitor de frequência cardíaca Polar®, modelo FS1. E foram orientados a controlar a intensidade com valores referentes entre 40% a 59% do valor da frequência cardíaca de reserva (FCR), considerada como atividade aeróbia de intensidade moderada²⁵.

A planilha de treinamento dos exercícios aeróbios está descrita no quadro 4. O incremento do volume e da intensidade do treinamento foi realizado de forma progressiva. Cada sessão foi iniciada com breve aquecimento e finalizada com alongamentos. O programa de treinamento foi realizado por 12 semanas, com frequência semanal de três dias alternados, com duração de aproximadamente 60 minutos.

Semanas	Segunda	Quarta	Sexta
1	LE 12' MO 16'	LE 12' MO 18'	LE 10' MO 20'
2	LE 10' MO 20'	LE 10' MO 22'	LE 10' MO 22'
3	LE 8' MO 24'	LE 8' MO 24'	LE 8' MO 26'
4	LE 8' MO 26'	LE 8' MO 26'	LE 8' MO 26'
5	LE 8' MO 26'	LE 8' MO 28'	LE 8' MO 28'
6	LE 8' MO 28'	LE 6' MO 30'	LE 6' MO 30'
7	LE 6' MO 30'	LE 6' MO 32'	LE 6' MO 34'
8	LE 6' MO 34'	LE 6' MO 34'	LE 6' MO 34'
9	LE 6' MO 34'	MO 40'	MO 40'
10	MO 40'	MO 40'	MO 40'
11	MO 40'	MO 40'	MO 40'
12	MO 40'	MO 40'	MO 40'

Quadro 4. Planilha de treinamento das sessões de exercícios aeróbios.

Nota: ': minutos; LE: intensidade de exercício leve (<40% frequência cardíaca de reserva); MO: intensidade de exercício moderada (40 – 59% frequência cardíaca de reserva).

4.5 PROCEDIMENTO ESTATÍSTICO

Primeiramente, foram realizados os procedimentos para verificação da normalidade dos dados dos grupos por meio do teste de Shapiro-Wilk, análise de histogramas e coeficiente de variação. Quando negativa, foram realizados os respectivos testes não paramétricos.

Os grupos foram comparados no período inicial (pré-teste) utilizando o teste exato de Fisher (variáveis categóricas) e o “*t*” de Student para amostras independentes, nas *variáveis* relacionadas com à categorização da amostra.

O desempenho cognitivo antes e após o período das intervenções, por grupo, foi verificado pelo teste “*t*” de Student para amostras pareadas. A comparação da diferença entre os grupos foi realizada por meio do teste “*t*” de Student para amostras independentes. E o teste de “Mann Whitney”, quando a normalidade foi violada. O tamanho do efeito foi calculado pela conversão do valor “*t*” em valor “*r*” = $\sqrt{(t^2 / t^2 + gl)}$ ou do valor “*Z*” em valor “*r*” = Z / \sqrt{N} . Onde o valor de $r = 0,10$ refere-se a um efeito pequeno, $r = 0,30$ efeito médio, e $r = 0,50$ com efeito grande¹²².

Os indicadores da VFC, em repouso e durante a execução geral da bateria de avaliação cognitiva, foram comparados antes e após 12 semanas de treinamento, por grupo, por meio do teste “*t*” de Student para amostras dependentes ou o teste de “Mann Whitney”.

A análise de variância (ANOVA) para medidas repetidas foi utilizada para verificar o comportamento dos indicadores da VFC, durante a execução dos testes cognitivos em relação ao repouso, em cada grupo, antes e após o período das intervenções. Quando a

suposição de esfericidade (igualdade das *variâncias*) foi violada, com base no teste de “Mauchly”, os graus de liberdade foram ajustados pela correção de “Greenhouse e Geiser”.

Para verificar a correlação entre indicadores da VFC e o desempenho nos testes cognitivos, foi utilizado o coeficiente de correlação de “Pearson” ou de “Spearman”.

As análises foram realizadas mediante a utilização do Statistical Package for the Social Sciences (SPSS®, versão 16.0), com nível de significância estatística de 5% ($p < 0,05$).

5. RESULTADOS

Trinta e seis indivíduos (14 homens e 22 mulheres) com idade igual ou superior a 55 anos, sem diagnóstico de doenças cardiovasculares ou neurológicas e não praticantes de exercícios físicos nos últimos três meses, foram randomizados e divididos em dois grupos de intervenções: 1) Grupo *exergames* e 2) Grupo exercício aeróbio.

Contudo, 27 indivíduos que participaram e completaram 12 semanas de treinamento, foram incluídos nas análises. Sendo 13 no grupo *exergames*, com média etária de 60,0 anos ($\pm 4,0$) e variação de 55 a 67 anos, e 14 no grupo aeróbio com média de 60,7 anos ($\pm 3,6$) e variação de 55 a 68 anos.

A aderência dos participantes do grupo *exergames* foi de 90,6%, com 424 sessões completadas das 468 sessões possíveis (13 participantes x 36 sessões). No grupo aeróbio a aderência dos participantes foi de 86,9%, com 438 sessões realizadas das 504 sessões possíveis (14 participantes x 36 sessões).

Na tabela 1, encontram-se os valores da distribuição dos grupos na avaliação inicial (pré-intervenção). Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) na distribuição de sexo, arranjo familiar, estado civil, estado de saúde, hábito de leitura e uso de computador. Observa-se que os grupos foram compostos por indivíduos com bom estado de saúde, com alta escolaridade e que fazem uso frequente de computador.

Tabela 1. Distribuição dos indivíduos de acordo com sexo, arranjo familiar, estado civil, hábito de leitura e uso computador, na avaliação inicial, pré intervenção (Florianópolis, 2014).

	<i>Exergames</i> (n=13)		<i>Aeróbio</i> (n=14)		<i>p</i> -valor*
	FA	FR	FA	FR	
Sexo					0,24
Feminino	10	76,9%	08	57,1%	
Masculino	03	23,1%	06	42,9%	
Arranjo familiar					0,29
Sozinho	05	38,5%	03	21,4%	
Acompanhado	08	61,5%	11	78,6%	
Estado civil					0,177
Casado	07	53,8%	11	78,6%	
Solteiro	03	23,1%	-		
Separado	03	23,1%	02	14,3%	
Viúvo	-		01	7,1%	
Estado de saúde					0,320
Muito bom	06	42,6%	04	28,6%	
Bom	06	46,2%	10	71,4%	
Regular	01	7,7%	-		
Hábito Leitura					0,402
Diariamente	09	69,2%	08	57,1%	
≤ 3x/semana	04	30,8%	06	42,9%	
Uso computador					0,529
Sim	12	92,3%	12	85,7%	
Não	01	7,7%	02	14,3%	

FA: frequência absoluta; FR: frequência relativa; * teste exato de Fisher.

A tabela 2 apresenta os valores das variáveis contínuas, referentes à idade, ao estado de saúde, escolaridade, massa corporal, estatura, índice de massa corporal, horas de sono, frequência cardíaca de repouso, pressão arterial sistólica e diastólica. Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os grupos na avaliação inicial.

Tabela 2. Média e desvio padrão das variáveis: idade, escolaridade, massa corporal, estatura, índice de massa corporal, horas de sono, frequência cardíaca de repouso, pressão arterial sistólica e diastólica, na avaliação inicial, pré intervenção (Florianópolis, 2014).

	<i>Exergames</i> (n=13)		<i>Aeróbio</i> (n=14)		<i>t</i>	<i>p</i> -valor*
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão		
Idade (anos)	60,0	4,0	60,7	3,6	-0,6	0,556
Escolaridade (anos)	16,3	3,4	15,3	6,2	0,52	0,606
Massa corporal (kg)	73,3	12,3	75,0	18,5	-0,3	0,788
Estatura (m)	1,62	0,11	1,65	0,10	-0,7	0,489
IMC (kg/m ²)	28,0	4,4	27,4	5,5	0,26	0,795
Horas de sono	6,8	1,4	7,1	1,0	-0,8	0,430
FC repouso	65,4	9,4	68,1	7,4	0,74	0,410
Pressão arterial sistólica	130,0	9,2	126,0	8,3	1,19	0,246
Pressão arterial diastólica	80,2	5,5	76,6	2,1	1,38	0,180

* teste “*t*” de Student para amostras independentes; IMC: Índice de massa corporal; FC: frequência cardíaca.

5.1 DESEMPENHO COGNITIVO

A tabela 3 apresenta a comparação das variáveis relacionadas ao desempenho cognitivo, antes e após as 12 semanas de treinamento.

O grupo *exergames* apresentou diferença significativa na função executiva e memória tardia. Na função executiva, houve diminuição do número de erros ($p = 0,006$; $r = 0,69$) e aumento de movimentos por segundo ($p < 0,001$; $r = 0,67$) no teste GMLT (*Groton Maze Learning Test*). Na memória tardia, houve aumento de movimentos por segundo ($p = 0,024$; $r = 0,63$), no teste GMR (*Groton Maze Learning Test Recall*).

O grupo aeróbio mostrou diferença na função executiva, na memória de curto prazo, na memória tardia e na avaliação cognitiva. Na função executiva, somente houve aumento de movimentos por segundo ($p < 0,010$; $r = 0,64$) no teste GMLT, mas não no número de erros. Na memória de curto prazo, houve aumento na velocidade de execução ($p = 0,019$; $r = 0,60$) no teste OCL. Na memória tardia, aumento de movimentos por segundo ($p = 0,002$; $r = 0,72$) no teste GMR. E aumento na pontuação da avaliação cognitiva global ($p=0,012$; $r = 0,63$).

Tabela 3. Média, desvio padrão (DP) e tamanho de efeito (r) entre avaliação inicial e após 12 semanas de treinamento, nos domínios cognitivos, comparação por grupos.

	<i>Exergames</i> (n=13)				<i>Aeróbico</i> (n=14)			
	Pré	Pós	t	p -valor (r)*	Pré	Pós	t	p -valor (r)*
Função Executiva								
Erros	78,62 ± 19,32	63,31 ± 20,40	3,35	0,006 (0,69)	74,36 ± 23,78	64,93 ± 24,01	1,50	0,159 (0,38)
MPS	0,59 ± 0,16	0,71 ± 0,18	-4,88	0,000 (0,67)	0,55 ± 0,14	0,65 ± 0,20	-3,01	0,010 (0,64)
Função Psicomotora								
Velocidade (ms)	2,57 ± 0,05	2,56 ± 0,08	0,72	0,487 (0,20)	2,61 ± 0,09	2,60 ± 0,10	0,43	0,677 (0,12)
Acurácia	1,52 ± 0,08	1,51 ± 0,10	0,18	0,862 (-)	1,51 ± 0,16	1,51 ± 0,10	0,001	0,998 (-)
Atenção Visual								
Velocidade (ms)	2,75 ± 0,07	2,73 ± 0,05	1,88	0,085 (0,48)	2,77 ± 0,04	2,73 ± 0,07	2,13	0,052 (0,26)
Acurácia	1,41 ± 0,14	1,49 ± 0,11	-2,10	0,057 (0,52)	1,44 ± 0,18	1,51 ± 0,10	-1,44	0,173 (0,37)
Memória de curto prazo								
Velocidade (ms)	3,01 ± 0,04	3,00 ± 0,05	0,30	0,767 (-)	3,09 ± 0,08	3,04 ± 0,10	2,67	0,019 (0,60)
Acurácia	1,00 ± 0,10	1,02 ± 0,09	-0,96	0,354 (0,27)	0,93 ± 0,11	0,94 ± 0,11	-0,61	0,555 (0,17)
Memória de trabalho								
Velocidade (ms)	2,93 ± 0,07	2,93 ± 0,06	0,05	0,962 (-)	2,97 ± 0,05	2,94 ± 0,05	1,95	0,078 (0,48)
Acurácia	1,34 ± 0,15	1,36 ± 0,17	-0,46	0,654 (0,13)	1,39 ± 0,20	1,36 ± 0,12	0,53	0,603 (0,15)
Memória tardia								
Erros	13,31 ± 4,27	11,62 ± 3,62	1,28	0,225 (0,35)	13,07 ± 5,90	10,86 ± 4,04	1,65	0,123 (0,42)
MPS	0,68 ± 0,18	0,83 ± 0,29	2,58	0,024 (0,63)	0,58 ± 0,19	0,75 ± 0,23	-3,74	0,002 (0,72)
Cognição global								
	28,92 ± 0,28	29,15 ± 0,80	-0,90	0,387 (0,25)	28,36 ± 0,84	29,07 ± 0,62	-2,92	0,012 (0,63)

Notas: (r) valor cálculo do Tamanho de efeito; MPS: movimentos por segundo; ms: milissegundos.

* valor significância do teste “ t ” Student para amostras pareadas.

A tabela 4 apresenta a diferença de desempenho nos domínios cognitivo após 12 semanas de treinamento (pós – pré-intervenção). Não houve diferenças significativas entre os grupos. Mas observa-se que a diferença na velocidade execução no teste de memória de curto prazo, embora não significativamente, tende a ser maior no grupo com exercício aeróbio, com tamanho de efeito moderado ($r = 0,37$).

Tabela 4. Média e desvio padrão (DP) da diferença entre avaliação inicial e após 12 semanas de treinamento (pós – pré-intervenção) nos domínios cognitivos, comparação entre grupos.

	<i>Exergames</i>	<i>Aeróbio</i>	<i>t</i>	<i>p</i> - valor	<i>r</i>
	(<i>n</i> =13)	(<i>n</i> =14)			
	Média ± DP	Média ± DP			
Função Executiva					
Erros	-15,31 ± 16,48	-9,43 ± 23,59	-0,75	0,463	0,15
MPS	0,12 ± 0,09	0,11 ± 0,13	0,34	0,737	0,08
Função Psicomotora					
Velocidade (ms)	-0,01 ± 0,05	-0,01 ± 0,11	0,08	0,935	-
Acurácia	-0,01 ± 0,12	0 ± 0,19	-0,10	0,924	-
Atenção Visual					
Velocidade (ms)	-0,02 ± 0,03	-0,03 ± 0,06	0,90	0,378	0,18
Acurácia	0,08 ± 0,14	0,08 ± 0,20	0,13	0,899	-
Memória de curto prazo					
Velocidade (ms)	-0,01 ± 0,05	-0,05 ± 0,07	2,01	0,055	0,37
Acurácia	0,02 ± 0,10	0,02 ± 0,95	0,31	0,756	-
Memória de trabalho					
Velocidade (ms)	0 ± 0,07	-0,03 ± 0,07	1,27	0,216	0,25
Acurácia	0,02 ± 0,16	-0,03 ± 0,21	0,70	0,492	0,14
Memória tardia					
Erros	-1,69 ± 4,77	-2,21 ± 5,03	0,28	0,785	-
MPS	0,15 ± 0,21	0,16 ± 0,16	-0,21	0,839	-
Cognição global	0,23 ± 0,93	0,71 ± 0,91	<i>-1,19</i>	<i>0,280</i>	<i>0,23</i>

Notas: (*r*) valor cálculo do Tamanho de efeito; MPS: movimentos por segundo; ms: milissegundos; valores em *italico*: dados não paramétricos.

5.2 VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA

Os valores da frequência cardíaca e dos indicadores da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), avaliados durante o repouso são apresentados na tabela 5. Não houve diferença significativa após as 12 semanas de treinamento com *exergames* ou com exercícios aeróbios.

Tabela 5. Média e desvio padrão da frequência e dos indicadores da VFC durante o **repouso**, antes e após 12 semanas de treinamento, por grupo.

	<i>Exergames</i> (n=13)			Aeróbio (n=14)		
	Pré	Pós	<i>P</i> -valor	Pré	Pós	<i>P</i> -valor
Repouso						
FC (bpm)	65,4 ± 9,4	65,6 ± 13,7	<i>0,861</i>	68,1 ± 7,4	67,9 ± 10,4	0,934
RR (ms)	923,2 ± 115,7	947,8 ± 164,5	0,421	890,6 ± 99,3	882,3 ± 110,3	0,789
SDNN (ms)	42,5 ± 12,5	40,5 ± 12,9	<i>0,917</i>	38,3 ± 9,0	36,0 ± 11,4	0,571
RMSSD (ms)	26,4 ± 13,1	26,5 ± 10,0	0,977	25,5 ± 12,5	21,0 ± 10,5	0,253
LF (n.u)	66,5 ± 14,8	59,4 ± 20,6	0,068	70,8 ± 17,7	70,8 ± 14,3	<i>0,925</i>
HF (n.u)	33,5 ± 14,8	40,6 ± 20,6	0,068	29,2 ± 17,7	29,2 ± 14,3	<i>0,925</i>
LF/HF	2,66 ± 1,92	2,28 ± 1,93	<i>0,101</i>	3,67 ± 2,41	3,34 ± 2,12	0,612

Notas: FC: frequência cardíaca; RR: intervalo do batimento cardíaco; SDNN: desvio padrão dos RR normais; RMSSD: Raiz quadrada da média dos quadrados de sucessivos RR; LF: componente de baixa frequência; HF: componente de alta frequência; bpm: batimentos por minuto; ms: milissegundos; n.u: unidades normalizadas; valores em *italico*: dados não paramétricos.

Na tabela 6, são apresentados os valores dos indicadores da VFC durante a execução da bateria cognitiva computadorizada. Não houve diferença nos indicadores durante o desempenho dos testes cognitivos, após as 12 semanas de treinamento em ambos os grupos.

Tabela 6. Indicadores da VFC durante a execução da bateria *Cogstate*, antes e após 12 semanas de treinamento, por grupo.

	<i>Exergames</i> (n=13)			<i>Aeróbio</i> (n=14)		
	Pré	Pós	<i>P</i> -valor	Pré	Pós	<i>P</i> -valor
Cogstate geral						
RR (ms)	887,7 ± 121,8	900,4 ± 137,2	0,681	842,6 ± 72,0	828,9 ± 98,2	0,510
SDNN (ms)	49,5 ± 26,3	46,9 ± 19,9	<i>0,861</i>	41,8 ± 8,6	41,8 ± 10,4	0,981
RMSSD (ms)	33,4 ± 31,9	28,4 ± 13,7	<i>0,972</i>	24,0 ± 10,8	21,3 ± 10,5	<i>0,221</i>
LF (n.u)	58,7 ± 17,6	60,8 ± 14,8	0,567	71,8 ± 13,9	75,8 ± 10,6	0,244
HF (n.u)	41,3 ± 17,6	39,2 ± 14,8	0,568	28,2 ± 13,9	24,2 ± 10,6	0,244
LF/HF	1,86 ± 1,21	1,90 ± 1,05	0,869	3,47 ± 2,19	4,38 ± 3,56	<i>0,096</i>

Notas: RR: intervalo batimento cardíaco; SDNN: desvio padrão dos RR normais; RMSSD: Raiz quadrada da média dos quadrados de sucessivos RR; LF: low frequency; HF: High frequency; bpm: batimentos por minuto; ms: milissegundos; n.u: unidades normalizadas; valores em *italico*: dados não paramétricos.

Os valores dos indicadores SDNN (tabela 7) e RMSSD (tabela 8), em repouso e durante a execução dos testes cognitivos, não apresentaram diferenças após as 12 semanas de treinamento. O teste ANOVA, para medidas repetidas, não mostrou diferença entre esses indicadores durante a realização dos testes, comparados aos valores de repouso.

Tabela 7. Média e desvio padrão do indicador SDNN, em repouso e durante execução dos testes cognitivos (bateria Cogstate).

	<i>Exergames (n=13)</i>			<i>Aeróbio (n=14)</i>		
	Pré	Pós	<i>p</i> -valor*	Pré	Pós	<i>p</i> -valor*
SDNN (ms)						
Repouso	42,5 ± 12,5	40,5 ± 12,9	<i>0,917</i>	38,3 ± 9,0	36,0 ± 11,4	<i>0,571</i>
Função executiva	33,4 ± 15,6	39,1 ± 17,2	<i>0,279</i>	31,7 ± 6,8	33,5 ± 14,2	<i>0,778</i>
Função Psicomotora	36,8 ± 23,2	35,7 ± 12,9	<i>0,600</i>	33,5 ± 8,3	35,8 ± 13,3	<i>0,551</i>
Atenção Visual	37,2 ± 26,4	31,2 ± 10,9	<i>0,701</i>	32,4 ± 9,8	29,3 ± 10,8	<i>0,378</i>
Memória curto prazo	39,1 ± 23,3	37,0 ± 14,2	<i>0,740</i>	35,3 ± 8,6	33,9 ± 9,6	<i>0,621</i>
Memória de trabalho	41,7 ± 26,5	35,8 ± 14,5	<i>0,552</i>	31,8 ± 7,9	35,4 ± 13,2	<i>0,221</i>
Memória tardia	44,2 ± 25,5	35,8 ± 15,5	<i>0,240</i>	38,9 ± 15,6	38,2 ± 13,7	<i>0,829</i>
Anova#	F _(3,06) = 1,129 p= 0,350 <i>η</i> ² = 0,86	F ₍₆₎ = 2,00 p= 0,077 <i>η</i> ² = 0,143		F _(2,92) = 1,91 p= 0,146 <i>η</i> ² = 0,128	F ₍₆₎ = 1,24 p= 0,296 <i>η</i> ² = 0,087	

Notas: SDNN: desvio padrão dos batimentos cardíacos normais; ms: milissegundos;

* valor significância do desempenho cognitivo antes e após o período das intervenções. Valores em *itálico*: dados não paramétricos.

Quando a suposição de esfericidade (igualdade das *variâncias*) no teste de “Mauchly” foi violada, os graus de liberdade foram ajustados pela correção de “Greenhouse e Geiser”.

Tabela 8. Média e desvio padrão do indicador RMSSD, em repouso e durante execução dos testes cognitivos (bateria Cogstate).

	<i>Exergames (n=13)</i>			<i>Aeróbio (n=14)</i>		
	Pré	Pós	<i>p</i> -valor*	Pré	Pós	<i>p</i> -valor*
RMSSD (ms)						
Repouso	26,4 ± 13,1	26,5 ± 10,0	0,977	25,5 ± 12,5	21,0 ± 10,5	0,253
Função executiva	23,7 ± 19,3	26,2 ± 13,6	0,196	21,3 ± 9,7	19,6 ± 11,5	0,300
Função Psicomotora	27,2 ± 15,4	30,7 ± 16,8	0,507	24,7 ± 12,8	19,9 ± 9,8	0,315
Atenção Visual	30,0 ± 32,3	27,3 ± 12,4	0,311	23,7 ± 12,9	21,2 ± 11,8	0,683
Memória curto prazo	33,2 ± 33,8	29,3 ± 15,8	0,422	23,9 ± 11,8	21,7 ± 11,3	0,363
Memória de trabalho	35,3 ± 37,8	27,5 ± 13,2	0,917	23,0 ± 9,0	22,0 ± 11,6	0,588
Memória tardia	33,6 ± 31,2	25,9 ± 12,6	0,576	23,8 ± 11,2	22,3 ± 9,9	0,322
Anova#	F _(1,56) = 0,874 p= 0,409 <i>η</i> ² = 0,07	F _(2,672) = 0,25 p= 0,842 <i>η</i> ² = 0,02		F _(1,99) = 0,71 p= 0,705 <i>η</i> ² = 0,05	F _(2,474) = 0,97 p= 0,407 <i>η</i> ² = 0,069	

Notas: RMSSD: raiz quadrada da média dos quadrados; ms: milissegundos;

* valor significância do desempenho cognitivo antes e após o período das intervenções. Valores em *itálico*: dados não paramétricos.

Quando a suposição de esfericidade (igualdade das *variâncias*) no teste de “Mauchly” foi violada, os graus de liberdade foram ajustados pela correção de “Greenhouse e Geiser”.

Os indicadores LF (tabela 9) e HF (tabela 10) apresentaram diferença durante a execução dos testes cognitivos em relação ao repouso. O teste ANOVA para medidas repetidas mostrou valores inferiores de LF e superiores de HF, durante os testes de função psicomotora e memória de curto prazo (avaliação inicial) em relação ao repouso, no grupo *exergames*. Isso representa maior ativação parassimpática durante a realização de tais testes.

Os participantes do grupo aeróbio apresentaram diferença no desempenho do teste de atenção visual (avaliação inicial), e no teste de memória tardia (avaliação final). Houve menor ativação simpática durante a execução destes testes em relação ao repouso (tabelas 9 e 10). Não houve diferença após 12 as semanas de treinamento em ambos os grupos.

Tabela 9. Média e desvio padrão do indicador LF (low frequency) em repouso e durante execução dos testes cognitivos (bateria *Cogstate*).

	<i>Exergames</i> (n=13)			<i>Aeróbio</i> (n=14)		
	Pré	Pós	<i>p</i> -valor*	Pré	Pós	<i>p</i> -valor*
LF (n.u)						
Repouso	66,5 ± 14,8	59,4 ± 20,6	0,068	70,8 ± 17,7	70,8 ± 14,3	0,925
Função executiva	62,8 ± 15,9	57,0 ± 16,6	0,338	72,1 ± 19,3	77,6 ± 16,1	0,507
Função Psicomotora	54,2 ± 20,6[†]	49,0 ± 22,3	0,386	66,2 ± 20,7	69,2 ± 17,6	0,683
Atenção Visual	57,4 ± 20,2	50,2 ± 19,9	0,218	53,8 ± 23,1[†]	67,5 ± 18,6	0,057
Memória curto prazo	46,4 ± 21,3[†]	55,8 ± 22,1	0,064	63,0 ± 17,0	65,6 ± 17,2	0,466
Memória de trabalho	50,0 ± 24,7	52,6 ± 20,1	0,713	60,9 ± 18,2	71,7 ± 13,7	0,056
Memória tardia	62,0 ± 21,2	63,4 ± 19,3	0,822	68,9 ± 18,4	79,3 ± 5,3[†]	0,053
Anova#	F₍₆₎= 2,76 p= 0,018 η²= 0,19	F ₍₆₎ = 1,71 p= 0,131 η ² = 0,125		F₍₆₎= 3,22 p= 0,007 η²= 0,20	F₍₆₎= 2,41 p= 0,035 η²= 0,16	

Notas: n.u: unidades normalizadas;

* valor significância do desempenho cognitivo antes e após o período das intervenções. Valores em *itálico*: dados não paramétricos

[†] Diferenças significativas (p<0,005) durante o desempenho dos testes em relação ao repouso por meio do teste ANOVA para medidas repetidas.

Quando a suposição de esfericidade (igualdade das *variâncias*) no teste de “Mauchly” foi violada, os graus de liberdade foram ajustados pela correção de “Greenhouse e Geiser”.

Tabela 10. Média e desvio padrão do indicador HF (high frequency), em repouso e durante a execução dos testes cognitivos (bateria *Cogstate*).

	<i>Exergames (n=13)</i>			<i>Aeróbico (n=14)</i>		
	Pré	Pós	<i>p</i> -valor*	Pré	Pós	<i>p</i> -valor*
HF (n.u)						
Repouso	33,5 ± 14,8	40,6 ± 20,6	0,068	29,2 ± 17,7	29,2 ± 14,3	0,925
Função executiva	37,2 ± 15,9	43,0 ± 16,6	0,338	27,9 ± 19,3	22,4 ± 16,1	0,507
Função Psicomotora	45,8 ± 20,6[†]	51,0 ± 22,3	0,386	33,8 ± 20,7	30,8 ± 17,6	0,683
Atenção Visual	42,6 ± 20,2	49,8 ± 19,9	0,218	46,2 ± 23,1[†]	32,5 ± 18,6	0,057
Memória curto prazo	53,6 ± 21,3[†]	44,2 ± 22,1	0,066	37,0 ± 17,0	34,4 ± 17,2	0,465
Memória de trabalho	50,0 ± 24,7	47,4 ± 20,1	0,711	39,1 ± 18,2	28,3 ± 13,7	0,056
Memória tardia	38,0 ± 21,2	36,6 ± 19,3	0,825	31,1 ± 18,4	20,7 ± 5,3[†]	0,054
Anova#	F₍₆₎= 2,75 p= 0,018 η²= 0,19	F ₍₆₎ = 1,71 p= 0,132 η ² = 0,125		F₍₆₎= 3,22 p= 0,07 η²= 0,20	F₍₆₎= 2,43 p= 0,033 η²= 0,16	

Notas: n.u: unidades normalizadas;

* valor significância do desempenho cognitivo antes e após o período das intervenções. Valores em *itálico*: dados não paramétricos

[†] Diferenças significativas (p<0,005) durante o desempenho dos testes em relação ao repouso por meio do teste ANOVA para medidas repetidas.

Quando a suposição de esfericidade (igualdade das *variâncias*) no teste de “Mauchly” foi violada, os graus de liberdade foram ajustados pela correção de “Greenhouse e Geiser”.

Os valores da razão LF/HF durante o repouso e durante a execução dos testes cognitivos são apresentados na tabela 11. Houve aumento significativo ($p = 0,024$) do indicador LF/HF no desempenho do teste de memória de trabalho, após treinamento no grupo aeróbio. Isso representa aumento da atividade simpática durante a realização do teste de memória de trabalho.

O resultado do teste ANOVA para medidas repetidas mostrou diferença durante o desempenho nos testes (função psicomotora, memória de curto prazo e memória de trabalho) em relação ao repouso na avaliação inicial, e no teste de atenção visual, após treinamento no grupo *exergames*. Isso significa menor atividade simpática durante o desempenho dos testes do que em repouso.

Os participantes do grupo aeróbio apresentaram alteração de LF/HF no teste de memória de trabalho na avaliação inicial e no teste de função executiva após treinamento. Mostrando maior atividade parassimpática durante o desempenho do teste de memória de trabalho do que em repouso. E aumento da atividade simpática durante a realização do teste de função executiva.

Tabela 11. Média e desvio padrão do indicador LF/HF em repouso e durante a execução dos testes cognitivos (bateria *Cogstate*).

	<i>Exergames (n=13)</i>			<i>Aeróbio (n=14)</i>		
	Pré	Pós	<i>p</i> -valor*	Pré	Pós	<i>p</i> -valor*
LF/HF						
Repouso	2,66 ± 1,92	2,28 ± 1,93	<i>0,101</i>	3,67 ± 2,41	3,34 ± 2,12	0,612
Função executiva	2,17 ± 1,35	1,92 ± 1,93	0,649	4,68 ± 4,68	6,13 ± 5,28[†]	<i>0,109</i>
Função psicomotora	1,73 ± 1,41[†]	1,73 ± 2,18	<i>0,701</i>	3,36 ± 2,68	4,42 ± 5,22	<i>0,925</i>
Atenção visual	1,82 ± 1,19	1,30 ± 0,85[†]	0,134	2,51 ± 3,48	3,68 ± 3,34	<i>0,272</i>
Memória curto prazo	1,24 ± 1,14[†]	1,81 ± 1,28	0,074	2,42 ± 1,88	3,75 ± 4,86	<i>0,272</i>
Memória de trabalho	1,60 ± 1,44[†]	1,63 ± 1,43	<i>0,861</i>	2,15 ± 1,50[†]	3,43 ± 2,09	0,024*
Memória tardia	2,79 ± 2,76	2,71 ± 2,35	<i>0,701</i>	3,60 ± 2,85	4,21 ± 1,63	0,398
Anova#	F _(2,41) = 2,01 p= 0,145 <i>η</i> ² = 0,14	F _(3,97) = 1,46 p= 0,230 <i>η</i> ² = 0,11		F _(2,94) = 1,91 p= 0,131 <i>η</i> ² = 0,13	F _(2,90) = 1,52 p= 0,277 <i>η</i> ² = 0,11	

* valor significância do desempenho cognitivo antes e após o período das intervenções. Valores em *itálico*: dados não paramétricos

[†] Diferenças significativas ($p < 0,05$) durante o desempenho dos testes em relação ao repouso por meio do teste ANOVA para medidas repetidas.

Quando a suposição de esfericidade (igualdade das *variâncias*) no teste de “Mauchly” foi violada, os graus de liberdade foram ajustados pela correção de “Greenhouse e Geiser”.

5.3 CORRELAÇÕES ENTRE INDICADORES DA VFC E DESEMPENHO COGNITIVO

As correlações entre os indicadores da VFC e o desempenho no teste *Groton Maze Learning Test* (GMLT), que avalia a função executiva, são mostradas na tabela 12 (número de erros) e na tabela 13 (movimentos por segundo).

Não houve correlação durante o desempenho no teste GMLT, que representa a função executiva, com nenhum indicador da VFC nas avaliações.

Tabela 12. Correlação entre indicadores da VFC e número de erros no teste *Groton Maze Learning Test* (GMLT).

	<i>Exergames</i> (n=13)				<i>Aeróbio</i> (n=14)			
	Pré		Pós		Pré		Pós	
	GMLT erros	p-valor*	GMLT erros	p-valor*	GMLT erros	p-valor*	GMLT erros	p-valor*
RR (ms)	0,33	0,266	0,22	0,475	0,04	0,897	0,12	0,683
SDNN (ms)	<i>-0,07</i>	<i>0,817</i>	<i>-0,47</i>	<i>0,107</i>	0,21	0,468	<i>-0,23</i>	<i>0,437</i>
RMSSD (ms)	<i>-0,07</i>	<i>0,831</i>	-0,15	0,619	<i>-0,14</i>	<i>0,636</i>	<i>-0,30</i>	<i>0,299</i>
LF (n.u)	0,14	0,659	-0,21	0,490	<i>-0,28</i>	<i>0,329</i>	<i>0,51</i>	<i>0,063</i>
HF (n.u)	-0,14	0,659	0,21	0,490	<i>0,28</i>	<i>0,329</i>	<i>-0,51</i>	<i>0,063</i>
LF/HF	0,09	0,762	<i>-0,20</i>	<i>0,505</i>	<i>-0,28</i>	<i>0,329</i>	<i>0,51</i>	<i>0,063</i>

Notas: GMLT: função executiva (número de erros); RR: intervalo batimento cardíaco; SDNN: desvio padrão dos RR normais; RMSSD: Raiz quadrada da média dos quadrados de sucessivos RR; LF: low frequency; HF: High frequency; ms: milissegundos; n.u: unidades normalizadas.

* valor significância da correlação de Pearson. Valores em *itálico*: dados não paramétricos (correlação de Spearman).

Tabela 13. Correlação entre indicadores da VFC e **movimentos por segundos** no teste *Groton Maze Learning Test* (GMLT).

	<i>Exergames</i> (n=13)				<i>Aeróbio</i> (n=14)			
	Pré		Pós		Pré		Pós	
	GMLT mps	p-valor	GMLT mps	p-valor	GMLT mps	p-valor	GMLT mps	p-valor
RR (ms)	-0,27	0,380	0,01	0,985	0,05	0,876	0,22	0,448
SDNN (ms)	<i>-0,13</i>	<i>0,667</i>	<i>0,40</i>	<i>0,181</i>	0,25	0,397	<i>0,29</i>	<i>0,313</i>
RMSSD (ms)	<i>-0,03</i>	<i>0,915</i>	-0,04	0,891	<i>0,17</i>	<i>0,573</i>	<i>0,48</i>	<i>0,085</i>
LF (n.u)	-0,50	0,082	0,29	0,329	<i>0,29</i>	<i>0,318</i>	<i>-0,48</i>	<i>0,079</i>
HF (n.u)	0,50	0,082	-0,29	0,329	<i>-0,29</i>	<i>0,318</i>	<i>0,48</i>	<i>0,079</i>
LF/HF	-0,58	0,038	<i>0,17</i>	<i>0,590</i>	<i>0,29</i>	<i>0,318</i>	<i>-0,48</i>	<i>0,079</i>

Notas: GMLT: função executiva (movimentos por segundo); RR: intervalo batimento cardíaco; SDNN: desvio padrão dos RR normais; RMSSD: Raiz quadrada da média dos quadrados de sucessivos RR; LF: low frequency; HF: High frequency; ms: milissegundos; n.u: unidades normalizadas.

* valor significância da correlação de Pearson. Valores em *itálico*: dados não paramétricos (correlação de Spearman).

A tabela 14 apresenta a correlação entre os indicadores da VFC e a velocidade execução no teste de função psicomotora (*Detection*). Houve correlação negativa e baixa entre o indicador SDNN ($R^2 = 0,29$, $p = 0,046$) e negativa e moderada no indicador RMSSD ($R^2 = 0,43$, $p = 0,010$), com a velocidade de execução na avaliação inicial para o grupo aeróbio (figura 3).

Tabela 14. Correlação entre indicadores da VFC e **velocidade execução** no teste *Detection* (DET).

	<i>Exergames</i> (n=13)				<i>Aeróbio</i> (n=14)			
	Pré		Pós		Pré		Pós	
	DET	p-valor*	DET	p-valor*	DET	p-valor*	DET	p-valor*
RR (ms)	-0,41	0,166	-0,29	0,339	-0,19	0,513	-0,11	0,713
SDNN (ms)	<i>0,12</i>	<i>0,694</i>	0,23	0,442	-0,54	0,046	<i>0,02</i>	<i>0,958</i>
RMSSD (ms)	<i>0,06</i>	<i>0,845</i>	-0,05	0,863	-0,66	0,010	0,06	0,842
LF (n.u)	0,55	0,051	0,45	0,127	0,47	0,088	0,28	0,333
HF (n.u)	0,55	0,051	-0,45	0,127	-0,47	0,088	-0,28	0,333
LF/HF	<i>0,51</i>	<i>0,074</i>	<i>0,47</i>	<i>0,103</i>	0,46	0,096	<i>0,38</i>	<i>0,180</i>

Notas: DET: função psicomotora (velocidade execução); RR: intervalo batimento cardíaco; SDNN: desvio padrão dos RR normais; RMSSD: Raiz quadrada da média dos quadrados de sucessivos RR; LF: low frequency; HF: High frequency; ms: milissegundos; n.u: unidades normalizadas.

* valor significância da correlação de Pearson. Valores em *itálico*: dados não paramétricos (correlação de Spearman).

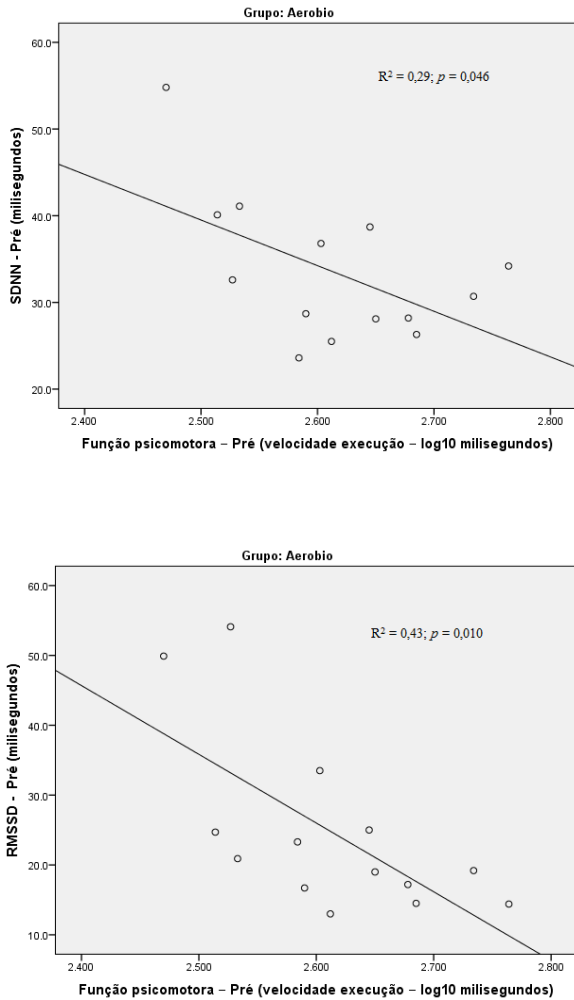


Figura 3. Correlação entre os indicadores SDNN e RMSSD e **velocidade de execução** no teste de função psicomotora (DET). Valores da avaliação inicial no grupo aeróbio.

As correlações entre os indicadores da VFC e a acurácia no teste de função psicomotora (DET), antes e após treinamento, encontram-se na tabela 15. Observou-se correlação positiva e moderada entre o indicador RR ($R^2 = 0,32$, $p = 0,043$) com a acurácia no teste DET no pós-teste para o grupo *exergames*. Houve correlação negativa e moderada entre o RR ($R^2 = 0,32$, $p = 0,034$) e a acurácia no teste DET no pós-teste para o grupo aeróbio (figura 4).

Tabela 15. Correlação entre indicadores da VFC e **acurácia** no teste *Detection* (DET).

	<i>Exergames</i> (n=13)				<i>Aeróbio</i> (n=14)			
	Pré		Pós		Pré		Pós	
	DET	p-valor*	DET	p-valor*	DET	p-valor*	DET	p-valor*
RR (ms)	0,28	0,360	0,57	0,043	-0,01	0,967	-0,57	0,034
SDNN (ms)	<i>0,38</i>	<i>0,196</i>	0,48	0,096	-0,159	0,587	<i>-0,46</i>	<i>0,100</i>
RMSSD (ms)	0,50	0,079	0,38	0,206	<i>-0,40</i>	<i>0,162</i>	-0,45	0,111
LF (n.u)	-0,08	0,787	-0,42	0,149	0,12	0,696	-0,06	0,832
HF (n.u)	0,08	0,788	0,42	0,149	-0,12	0,696	0,06	0,832
LF/HF	<i>-0,07</i>	<i>0,827</i>	<i>-0,40</i>	<i>0,180</i>	0,14	0,625	<i>-0,11</i>	<i>0,700</i>

Notas: DET: função psicomotora (acurácia); RR: intervalo batimento cardíaco; SDNN: desvio padrão dos RR normais; RMSSD: Raiz quadrada da média dos quadrados de sucessivos RR; LF: low frequency; HF: High frequency; ms: milissegundos; n.u: unidades normalizadas.

* valor significância da correlação de Pearson. Valores em *itálico*: dados não paramétricos (correlação de Sperman).

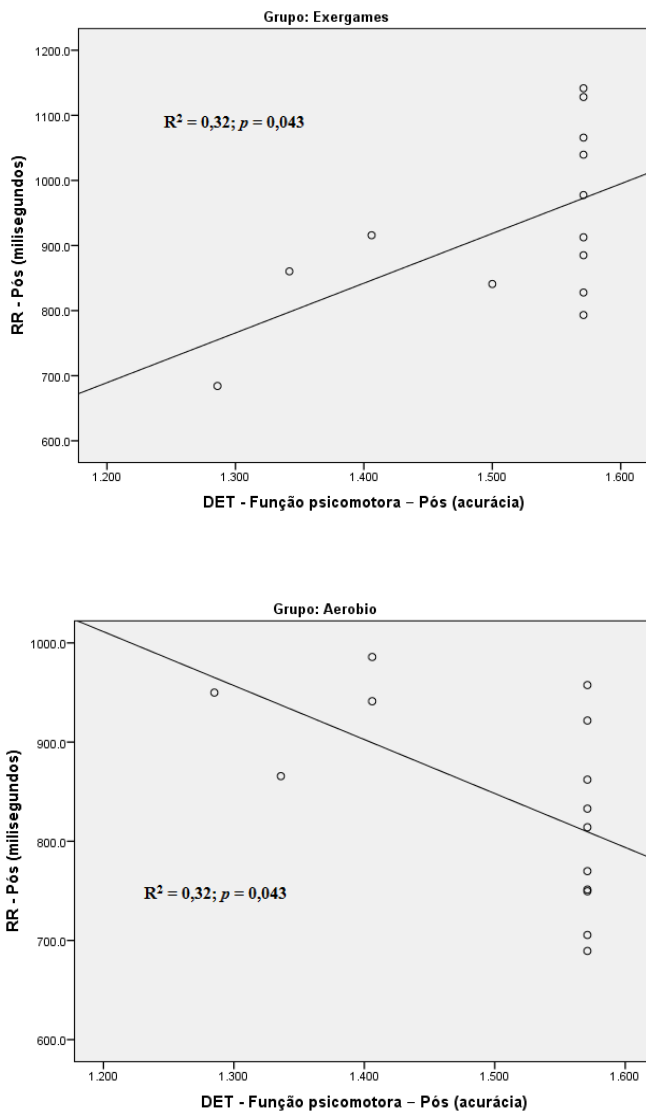


Figura 4. Correlação entre os intervalos RR e **acurácia** no teste de função psicomotora (DET). Valores pós-treinamento, nos grupos *exergames* e aeróbio.

A tabela 16 apresenta os valores da correlação entre os indicadores da VFC e velocidade execução no teste de atenção visual (IDN), antes e após treinamento. Houve correlação significativa nos indicadores LF e HF na avaliação inicial para o grupo *exergames*. O indicador LF apresentou relação positiva e moderada ($R^2 = 0,32$, $p = 0,044$) e o HF relação negativa e moderada ($R^2 = 0,32$, $p = 0,044$) (figura 5).

Tabela 16. Correlação entre indicadores da VFC e **velocidade execução** no teste *Identification* (IDN).

	<i>Exergames</i> (n=13)				<i>Aeróbio</i> (n=14)			
	Pré		Pós		Pré		Pós	
	IDN	p-valor*	IDN	p-valor*	IDN	p-valor*	IDN	p-valor*
RR (ms)	-0,55	0,051	-0,29	0,329	-0,19	0,507	-0,24	0,419
SDNN (ms)	-0,24	0,437	-0,15	0,633	-0,14	0,638	0,20	0,489
RMSSD (ms)	-0,49	0,090	-0,21	0,494	-0,43	0,126	-0,04	0,899
LF (n.u)	0,56	0,044	0,16	0,606	0,51	0,061	0,32	0,264
HF (n.u)	-0,56	0,044	-0,16	0,606	-0,51	0,061	-0,32	0,264
LF/HF	0,53	0,061	0,27	0,372	0,31	0,276	0,23	0,436

Notas: IDN: atenção visual (velocidade execução); RR: intervalo batimento cardíaco; SDNN: desvio padrão dos RR normais; RMSSD: Raiz quadrada da média dos quadrados de sucessivos RR; LF: low frequency; HF: High frequency; ms: milissegundos; n.u: unidades normalizadas.

* valor significância da correlação de Pearson. Valores em *itálico*: dados não paramétricos (correlação de Sperman).

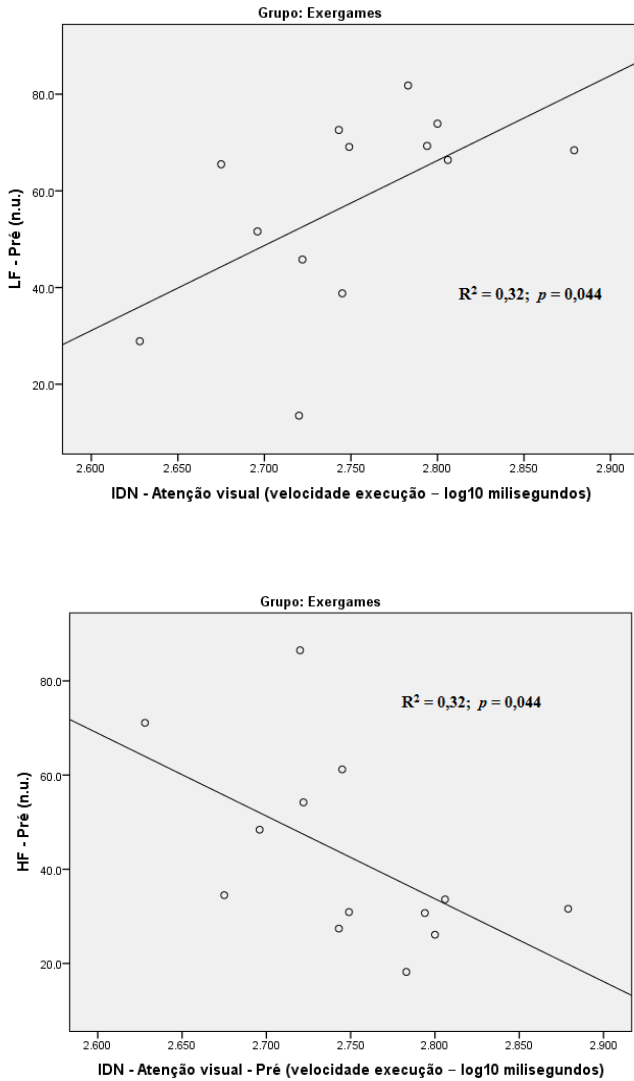


Figura 5. Correlação entre os indicadores LF e HF e **velocidade de execução**, no teste de atenção visual (IDN). Valores da avaliação inicial no grupos *exergames*.

A tabela 17 apresenta as correlações entre os indicadores da VFC e a acurácia de desempenho no teste IDN, antes e após treinamento, por grupo. Não houve correlação entre acurácia com os indicadores da VFC.

Tabela 17. Correlação entre indicadores da VFC e **acurácia** no teste *Identification* (IDN).

	<i>Exergames</i> (n=13)				<i>Aeróbio</i> (n=14)			
	Pré		Pós		Pré		Pós	
	IDN	p-valor*	IDN	p-valor*	IDN	p-valor*	IDN	p-valor*
RR (ms)	-0,23	0,433	0,11	0,732	-0,51	0,064	0,30	0,300
SDNN (ms)	<i>-0,34</i>	<i>0,258</i>	<i>-0,17</i>	<i>0,571</i>	<i>-0,05</i>	<i>0,864</i>	<i>0,07</i>	<i>0,803</i>
RMSSD (ms)	<i>-0,03</i>	0,920	0,08	0,799	<i>0,14</i>	<i>0,633</i>	<i>0,24</i>	<i>0,406</i>
LF (n.u)	-0,23	0,441	-0,45	0,120	0,23	0,439	-0,14	0,626
HF (n.u)	0,23	0,441	0,45	0,120	-0,23	0,439	0,14	0,626
LF/HF	-0,18	0,564	-0,51	0,076	<i>0,20</i>	<i>0,499</i>	<i>-0,10</i>	<i>0,741</i>

Notas: IDN: atenção visual (acurácia); RR: intervalo batimento cardíaco; SDNN: desvio padrão dos RR normais; RMSSD: Raiz quadrada da média dos quadrados de sucessivos RR; LF: low frequency; HF: High frequency; ms: milissegundos; n.u: unidades normalizadas.

* valor significância da correlação de Pearson. Valores em *itálico*: dados não paramétricos (correlação de Sperman).

A tabela 18 mostra as correlações entre os indicadores da VFC e velocidade de execução teste que verifica a memória de curto prazo (OCL), antes e após treinamento, por grupo. Não houve correlação entre a velocidade de execução da OCL com os indicadores da VFC.

Tabela 18. Correlação entre indicadores da VFC e velocidade execução no teste *One Card Learning* (OCL).

	<i>Exergames</i> (n=13)				<i>Aeróbio</i> (n=14)			
	Pré		Pós		Pré		Pós	
	OCL	p-valor*	OCL	p-valor*	OCL	p-valor*	OCL	p-valor*
RR (ms)	-0,06	0,837	0,11	0,734	-0,09	0,752	-0,51	0,060
SDNN (ms)	-0,14	0,644	<i>0,13</i>	<i>0,680</i>	0,269	0,353	0,133	0,651
RMSSD (ms)	<i>0,18</i>	<i>0,565</i>	0,35	0,240	<i>-0,14</i>	<i>0,631</i>	<i>-0,06</i>	<i>0,834</i>
LF (n.u)	0,19	0,532	-0,30	0,321	0,32	0,272	-0,18	0,530
HF (n.u)	-0,19	0,531	0,30	0,321	-0,32	0,272	0,18	0,530
LF/HF	<i>0,23</i>	<i>0,442</i>	-0,22	0,463	<i>0,43</i>	<i>0,126</i>	<i>0,05</i>	<i>0,875</i>

Notas: OCL: memória de curto prazo (velocidade execução); RR: intervalo batimento cardíaco; SDNN: desvio padrão dos RR normais; RMSSD: Raiz quadrada da média dos quadrados de sucessivos RR; LF: low frequency; HF: High frequency; ms: milissegundos; n.u: unidades normalizadas.

* valor significância da correlação de Pearson. Valores em *italico*: dados não paramétricos (correlação de Sperman).

Houve correlação entre a acurácia no teste OCL e os indicadores LF, HF e LF/HF da VFC no pós-teste no grupo aeróbio (tabela 19).

Assim como correlação negativa e moderada para o LF ($R^2 = 0,36$, $p = 0,023$), relação positiva e moderada para o HF ($R^2 = 0,36$, $p = 0,023$) e relação negativa e alta para o LF/HF ($R^2 = 0,51$, $p = 0,007$) com a acurácia na tarefa OCL, no pós-teste para o grupo aeróbio (figura 6).

Tabela 19. Correlação entre indicadores da VFC e **acurácia** no teste *One Card Learning* (OCL).

	<i>Exergames (n=13)</i>				<i>Aeróbio (n=14)</i>			
	Pré		Pós		Pré		Pós	
	OCL	p-valor*	OCL	p-valor*	OCL	p-valor*	OCL	p-valor*
RR (ms)	0,15	0,636	-0,18	0,560	-0,37	0,196	0,08	0,786
SDNN (ms)	0,35	0,242	<i>-0,17</i>	<i>0,590</i>	0,22	0,448	0,07	0,824
RMSSD (ms)	<i>-0,26</i>	<i>0,383</i>	-0,07	0,820	<i>0,10</i>	<i>0,741</i>	<i>0,43</i>	<i>0,121</i>
LF (n.u)	-0,04	0,894	-0,12	0,704	-0,09	0,755	-0,60	0,023
HF (n.u)	0,04	0,891	0,12	0,704	0,09	0,755	0,60	0,023
LF/HF	<i>0,17</i>	<i>0,577</i>	-0,07	0,809	<i>0,09</i>	<i>0,765</i>	-0,69	0,007

Notas: OCL: memória de curto prazo (acurácia); RR: intervalo batimento cardíaco; SDNN: desvio padrão dos RR normais; RMSSD: Raiz quadrada da média dos quadrados de sucessivos RR; LF: low frequency; HF: High frequency; ms: milissegundos; n.u: unidades normalizadas.

* valor significância da correlação de Pearson. Valores em *itálico*: dados não paramétricos (correlação de Sperman).

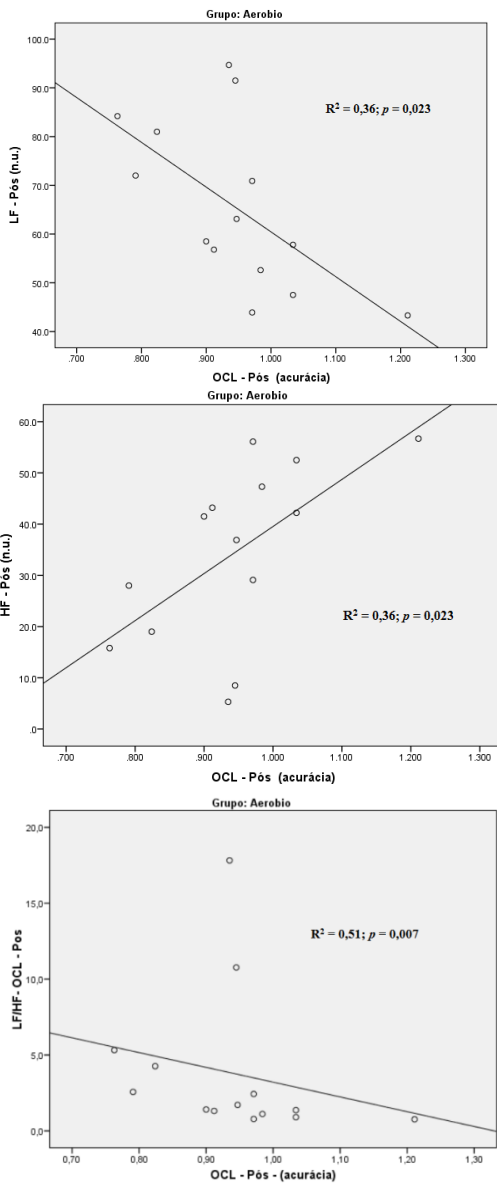


Figura 6. Correlação entre os indicadores LF, HF e LF/HF e acurácia no teste de memória de curto prazo (OCL). Valores pós-treinamento no grupo aeróbio.

A tabela 20 apresenta a correlação entre os indicadores da VFC e o desempenho no teste ONB (velocidade execução), antes e após treinamento. Observou-se relação positiva e moderada entre o indicador SDNN ($R^2 = 0,44$, $p = 0,010$) e a velocidade de execução no pós-teste para o grupo aeróbio (figura 7).

Tabela 20. Correlação entre indicadores da VFC e **velocidade execução** no teste One Back Memory (ONB).

	<i>Exergames (n=13)</i>				<i>Aeróbio (n=14)</i>			
	Pré		Pós		Pré		Pós	
	ONB	p-valor*	ONB	p-valor*	ONB	p-valor*	ONB	p-valor*
RR (ms)	-0,28	0,351	0,14	0,659	0,19	0,521	-0,36	0,207
SDNN (ms)	<i>0,07</i>	<i>0,831</i>	-0,23	0,442	-0,48	0,084	0,66	0,010
RMSSD (ms)	<i>-0,15</i>	<i>0,616</i>	0,01	0,972	-0,35	0,214	0,22	0,455
LF (n.u)	0,27	0,373	0,23	0,452	0,09	0,762	<i>0,08</i>	<i>0,782</i>
HF (n.u)	-0,27	0,373	-0,23	0,454	-0,09	0,762	<i>-0,08</i>	<i>0,782</i>
LF/HF	0,23	0,354	<i>0,25</i>	<i>0,415</i>	-0,01	0,971	0,08	0,774

Notas: ONB: memória de trabalho (velocidade execução); RR: intervalo batimento cardíaco; SDNN: desvio padrão dos RR normais; RMSSD: Raiz quadrada da média dos quadrados de sucessivos RR; LF: low frequency; HF: High frequency; ms: milissegundos; n.u: unidades normalizadas.

* valor significância da correlação de Pearson. Valores em *itálico*: dados não paramétricos (correlação de Spearman).

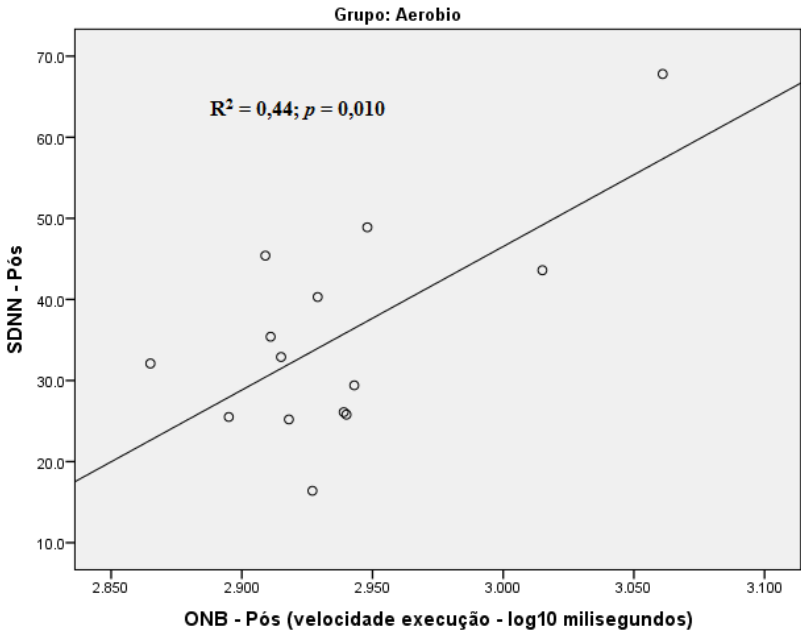


Figura 7. Correlação entre o indicador SDNN e velocidade de execução no teste de memória de trabalho (ONB). Valores pós-treinamento, no grupo aeróbio.

A tabela 21 mostra a correlação entre os indicadores da VFC e a acurácia no teste ONB, antes e após treinamento, por grupo. Observou-se relação negativa e alta nos indicadores SDNN ($R^2 = 0,55$, $p = 0,002$) e RMSSD ($R^2 = 0,66$, $p < 0,001$) em relação à acurácia no teste ONB no pós-teste para o grupo aeróbio (figura 8).

Tabela 21. Correlação entre indicadores da VFC e **acurácia** no teste One Back Memory (ONB).

	<i>Exergames (n=13)</i>				<i>Aeróbio (n=14)</i>			
	Pré		Pós		Pré		Pós	
	ONB	p-valor*	ONB	p-valor*	ONB	p-valor*	ONB	p-valor*
RR (ms)	0,31	0,306	-0,01	0,990	-0,36	0,201	-0,06	0,851
SDNN (ms)	<i>-0,12</i>	<i>0,834</i>	0,36	0,234	-0,15	0,601	-0,74	0,002
RMSSD (ms)	<i>0,18</i>	<i>0,559</i>	0,43	0,140	0,22	0,456	-0,81	0,000
LF (n.u)	-0,19	0,533	-0,15	0,626	-0,40	0,159	<i>0,11</i>	<i>0,713</i>
HF (n.u)	0,19	0,533	0,15	0,622	0,40	0,159	<i>-0,11</i>	<i>0,713</i>
LF/HF	-0,19	0,525	<i>-0,21</i>	<i>0,484</i>	-0,40	0,168	0,06	0,832

Notas: ONB: memória de trabalho (acurácia); RR: intervalo batimento cardíaco; SDNN: desvio padrão dos RR normais; RMSSD: Raiz quadrada da média dos quadrados de sucessivos RR; LF: low frequency; HF: High frequency; ms: milissegundos; n.u: unidades normalizadas.

* valor significância da correlação de Pearson. Valores em *italico*: dados não paramétricos (correlação de Sperman).

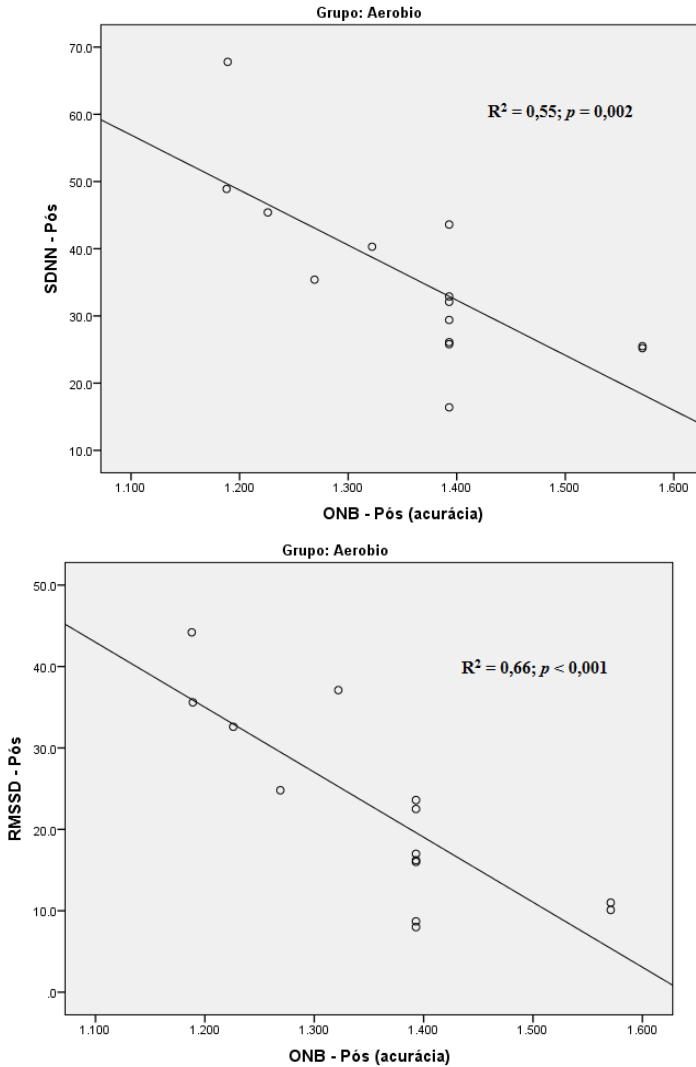


Figura 8. Correlação entre os indicadores SDNN e RMSSD com a acurácia no teste de memória de trabalho (ONB), dos valores pós-treinamento, no grupo aeróbio.

Na tabela 22, podem-se observar as correlações entre os indicadores da VFC e o número de erros no teste de memória tardia (GMR). Percebe-se uma relação positiva e moderada para o LF ($R^2 = 0,36$, $p = 0,024$), relação negativa e moderada para o HF ($R^2 = 0,36$, $p = 0,024$) e relação positiva e moderada para o LF/HF ($R^2 = 0,51$, $p = 0,040$), com o número de erros no teste GMR, no pós-teste para o grupo aeróbio (figura 9).

Tabela 22. Correlação entre indicadores da VFC e número de erros no teste *Groton Maze Learning Test Recall* (GMR).

	<i>Exergames</i> (n=13)				<i>Aeróbio</i> (n=14)			
	Pré		Pós		Pré		Pós	
	GMR	p-valor	GMR	p-valor	GMR	p-valor	GMR	p-valor
RR (ms)	0,24	0,423	<i>-0,04</i>	<i>0,886</i>	-0,14	0,635	-0,05	0,858
SDNN (ms)	-0,19	0,546	-0,16	0,614	0,12	0,694	0,13	0,653
RMSSD (ms)	<i>0,14</i>	<i>0,653</i>	0,10	<i>0,757</i>	0,01	0,990	-0,02	0,955
LF (n.u)	-0,10	0,738	-0,49	0,087	-0,03	0,921	0,60	0,024
HF (n.u)	0,10	0,746	0,49	0,087	0,03	0,917	-0,60	0,024
LF/HF	<i>-0,12</i>	<i>0,693</i>	<i>-0,51</i>	<i>0,075</i>	0,18	0,534	0,55	0,040

Notas: GMR: memória tardia (número de erros); RR: intervalo batimento cardíaco; SDNN: desvio padrão dos RR normais; RMSSD: Raiz quadrada da média dos quadrados de sucessivos RR; LF: low frequency; HF: High frequency; ms: milissegundos; n.u: unidades normalizadas.

* valor significância da correlação de Pearson. Valores em *itálico*: dados não paramétricos (correlação de Sperman).

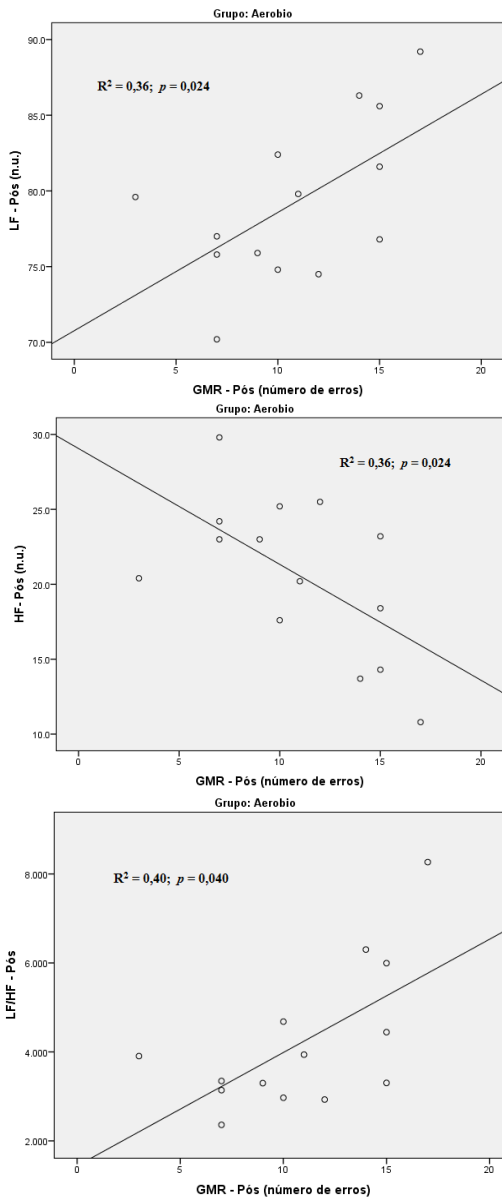


Figura 9. Correlação entre os indicadores LF, HF e LF/HF com o número de erros no teste de memória de tardia (GMR), dos valores pós-treino, no grupo aeróbio.

A tabela 23 apresenta os valores das correlações entre os indicadores da VFC e o desempenho no teste GMR (movimentos por segundo), antes e após treinamento, por grupo. Não houve relação entre os indicadores da VFC com o desempenho no teste GMR.

Tabela 23. Correlação entre indicadores da VFC e movimentos por segundo no teste Groton Maze Learning Test Recall (GMR).

	<i>Exergames (n=13)</i>				<i>Aeróbio (n=14)</i>			
	Pré		Pós		Pré		Pós	
	GMR	p-valor*	GMR	p-valor*	GMR	p-valor*	GMR	p-valor*
RR (ms)	-0,07	0,818	<i>0,08</i>	<i>0,789</i>	0,29	0,311	0,39	0,166
SDNN (ms)	0,11	0,711	0,11	0,729	-0,45	0,104	-0,10	0,730
RMSSD (ms)	<i>-0,04</i>	<i>0,887</i>	0,04	0,909	-0,03	0,929	0,11	0,716
LF (n.u)	-0,13	0,679	0,38	0,204	-0,07	0,810	-0,40	0,160
HF (n.u)	0,13	0,677	-0,38	0,204	0,07	0,810	0,41	0,150
LF/HF	<i>0,04</i>	<i>0,887</i>	<i>0,45</i>	<i>0,122</i>	-0,08	0,784	<i>-0,49</i>	<i>0,078</i>

Notas: GMR: memória tardia (movimentos por segundo); RR: intervalo batimento cardíaco; SDNN: desvio padrão dos RR normais; RMSSD: Raiz quadrada da média dos quadrados de sucessivos RR; LF: low frequency; HF: High frequency; ms: milissegundos; n.u: unidades normalizadas.

* valor significância da correlação de Pearson. Valores em *itálico*: dados não paramétricos (correlação de Sperman).

6. DISCUSSÃO

De acordo com a literatura consultada (Lilacs, PsycINFO; Pubmed/Medline, Scielo, Scopus, SPORTDiscus), este é o primeiro estudo, realizado no Brasil, a investigar o efeito de *exergames* esportivos no desempenho cognitivo e em indicadores da variabilidade da frequência cardíaca, em indivíduos com idade superior a 55 anos.

Mesmo na literatura internacional, os estudos ainda são escassos. Alguns autores^{20,67-69} investigaram os efeitos de intervenção com *exergames* nas funções cognitivas e cardiovasculares de indivíduos idosos, contudo, não verificaram a variabilidade da frequência cardíaca. Outros investigaram os efeitos dos *exergames* em tarefas de equilíbrio e mobilidade^{22,23,66}.

Os grupos de treinamento foram compostos por participantes com características semelhantes, ou seja, sem diferenças em relação a fatores que podem afetar o desempenho cognitivo e/ou o sistema cardiovascular, como: idade^{40,123}, escolaridade⁴², estado de saúde⁴², uso de computador⁵⁴, frequência cardíaca e pressão arterial em repouso^{27,98,124}.

6.1 DESEMPENHO COGNITIVO

Os resultados do presente estudo mostraram efeitos positivos no desempenho cognitivo, avaliado por meio de testes computadorizados, após 12 semanas de treinamento. Os participantes do grupo *exergames* melhoraram a função executiva e a memória tardia. O grupo aeróbio

apresentou melhora na função executiva, memória de curto prazo, memória tardia e cognição global.

Os estudos que investigaram os efeitos do *exergames* na cognição apresentaram resultados discutíveis^{20,67,68}, inclusive devido ao tipo de programa de treinamento realizado.

O estudo de Maillot et al.²⁰ também mostrou efeito dos *exergames* esportivos no desempenho cognitivo em indivíduos idosos sem comprometimento cognitivo. Doze semanas de treinamento (console Nintendo Wiitm) melhoraram a função executiva e a velocidade de processamento de tarefas. Diferente do presente estudo, no estudo de Maillot et al.²⁰ os indivíduos foram comparados com grupo controle sem alguma atividade.

Outro estudo que verificou o desempenho cognitivo com *exergames* foi realizado por Anderson-Hanley et al.⁶⁷. Contudo, tais *exergames* foram exercícios contínuos, executados por meio de ciclo ergômetros com monitor acoplado, simulando circuitos virtuais. Os participantes mostraram melhores resultados na função executiva quando comparados aos que realizaram treinamento com ciclo ergômetro tradicional. Isso pode ser explicado pelo estímulo adicional (virtual), visto que a intensidade foi contínua e moderada em ambos os grupos.

Os *exergames* foram utilizados como complemento a um programa de exercício físico combinado, envolvendo idosos⁶⁸. Os participantes que realizaram cinco minutos de *exergames*, após treinamento com exercícios combinados (aeróbios, força, flexibilidade e equilíbrio), aumentaram o desempenho da função executiva em relação ao grupo que somente realizou exercícios físicos.

No presente estudo, os benefícios cognitivos com a prática de *exergames* podem estar relacionados aos estímulos visuais e às características dos jogos eletrônicos, que exigem rapidez e habilidade para execução. Nesse sentido, tais benefícios concordam com resultados de estudos realizados com videogames convencionais, os quais apontaram melhora na função executiva, memória, tempo de reação e atenção visual^{9,12,55,63}. Esses videogames exigem o monitoramento constante da tela e as decisões devem ser feitas rapidamente, o que aumenta a capacidade de atenção, tanto em jovens adultos⁸ quanto em indivíduos idosos⁶³.

Também se especula que os efeitos no desempenho cognitivo, com a prática de *exergames*, podem estar relacionados ao aumento das exigências cardiovasculares: aumento no fornecimento e transporte de oxigênio, alcançado por meio da prática de atividade física regular^{18,20,21}. No entanto, no presente estudo, a realização de 12 semanas de exercícios físicos aeróbios mostrou ser mais eficaz, no desempenho cognitivo, do que a prática com *exergames*. Isso sugere que os benefícios cognitivos não foram semelhantes àqueles alcançados por meio da prática de exercícios tradicionais¹²⁵.

A melhora das funções cognitivas nos indivíduos submetidos a exercícios aeróbios é condizente com a literatura científica^{28,78,81}.

O presente estudo utilizou-se de um programa de exercícios aeróbios similar ao estudo de Albinet et al.²⁸. Foram realizadas 12 semanas de treinamento, com a mesma intensidade (40 - 60% da FCR), frequência e duração. Os resultados de Albinet et al.²⁸ também mostraram efeito no desempenho cognitivo, com melhora na função executiva em idosos sem comprometimento cognitivo.

O estudo de Ruscheweyh et al.⁸¹ mostrou que exercícios aeróbios com intensidade baixa ou moderada, melhoraram o desempenho de memória episódica em idosos, após 24 semanas de treinamento. Os maiores níveis de atividade física foram associados ao aumento no volume da substância cinzenta no córtex pré-frontal, e com mudanças nos níveis de fatores neurotróficos⁸¹. O estudo de Muscari et al.⁸⁰ mostrou que exercícios aeróbios de intensidade moderada, realizados por 52 semanas, também podem prevenir o declínio cognitivo de idosos.

Os principais mecanismos sugeridos para explicar a relação entre exercício físico aeróbio e desempenho cognitivo, referem-se ao aumento da plasticidade e funções neurais⁸⁷⁻⁸⁹, aumento do volume das substâncias brancas e cinzentas no córtex pré-frontal^{85,86} e aumento da oxigenação cerebral¹²⁶. O exercício aeróbio também pode reduzir fatores de risco cardiovascular, sendo esses associados às alterações das funções cognitivas¹²⁷.

Está bem descrito na literatura que a prática de exercícios físicos tem efeitos positivos contra diversos fatores de risco modificáveis, como hipertensão, obesidade, diabetes e inatividade física^{98,99}. Tais fatores podem afetar o desempenho cognitivo e aumentar o risco de demência^{59,95-97}.

No presente estudo, a diferença de desempenho nos testes cognitivos, após treinamento, mostrou-se significativamente similar entre os grupos. Esse resultado vai ao encontro do apontamento realizado por Maillot et al.²⁰, em que os benefícios cognitivos observados com o treinamento com *exergames* esportivos poderiam ser semelhantes a programas de atividades físicas convencionais.

Entretanto, devem-se considerar as diferenças de atividades entre os grupos. Nos participantes que realizaram exercícios aeróbios as atividades tiveram duração e intensidade contínuas, durante todas as sessões. As sessões de *exergames* que simulavam jogos esportivos, embora demandem movimentos corporais e agilidade para execução, possuem intervalos e variações de intensidade, que dependem do desempenho e motivação de cada participante.

Desse modo, os *exergames* esportivos podem ser considerados mais do que um meio de entretenimento, e também podem produzir estímulos físicos e cognitivos, bem como aumentar o tempo de lazer ativo e/ou diminuir o tempo sedentário. Essa forma de exercício físico pode ser uma alternativa de atividade para repercutir em benefícios cognitivos e prevenir alterações cognitivas associadas ao envelhecimento.

6.2 VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA

Os resultados do presente estudo mostraram alterações nos indicadores da VFC durante a realização dos testes cognitivos, em relação aos valores de repouso. Os participantes do grupo *exergames* tiveram maior ativação parassimpática durante os testes de função psicomotora, atenção visual e memória de curto prazo. O grupo aeróbio mostrou alterações na VFC, durante a execução nos testes de atenção visual, memória de trabalho e memória tardia e função executiva em relação ao repouso.

Alterações na modulação do sistema nervoso autônomo em relação ao repouso podem ser explicadas pelo modelo de integração

neurovisceral^{91,92}. Esse modelo apresenta conexões diretas e indiretas entre regiões do cérebro e a musculatura cardíaca, com a exigência de adaptações a comportamentos complexos⁹².

O processo de envelhecimento também está associado a alterações na modulação do sistema nervoso simpático e parassimpático, durante a realização de tarefas cognitivas^{52,92}. Tais alterações estão relacionadas, principalmente, com a função executiva, memória de trabalho e atenção seletiva. Além disso, com o aumento da idade ocorre diminuição gradativa nos indicadores da VFC e menor ativação parassimpática durante a execução de testes cognitivos⁵².

As modificações da VFC durante o desempenho dos testes cognitivos, também podem estar relacionadas às características da bateria computadorizada *Cogstate*. Os testes dessa bateria exigem concentração e velocidade de resposta dos indivíduos e emitem sinais sonoros durante sua execução. Assim, o comportamento e a reação dos indivíduos ao cometer e ouvir o som de cada erro podem influenciar os indicadores da VFC.

No presente estudo, após as 12 semanas de treinamento, não houve alterações nos indicadores da VFC, durante o desempenho geral da bateria cognitiva. No entanto, quando os indicadores foram analisados durante execução de cada teste, os participantes do grupo aeróbio mostraram aumento da ativação simpática durante o teste de memória de trabalho. Apesar desse aumento, o resultado do teste de memória de trabalho não sofreu alterações.

Os resultados também mostraram correlação entre a VFC e o desempenho nos testes cognitivos. Quanto maior a VFC (RR) dos participantes do grupo *exergames*, melhor a acurácia na função

psicomotora, e quanto maior a atividade simpática maior a velocidade de reação, no teste de atenção visual. No grupo aeróbio, a melhor acurácia (função psicomotora, memória de trabalho e memória tardia) foi correlacionada com o menor valor da VFC (SDNN e RMSSD) e maior ativação simpática. No teste de memória de curto prazo, quanto maior ativação parassimpática melhor a acurácia.

A relação entre indicadores da VFC durante a realização de testes cognitivos também foi investigada em outros estudos^{51,52,90}. E os resultados destes estudos indicaram que, em geral, a maior modulação simpática pode estar associada ao melhor tempo de reação em tarefas cognitivas. E o melhor desempenho das funções executivas está relacionado com o predomínio da atividade vagal²⁸.

O estudo de meta-análise realizado por Thayer et al.⁹² mostrou, por meio de estudos com imagens do fluxo sanguíneo cerebral e indicadores da VFC, que modulações no sistema nervoso autônomo estão relacionadas com regiões específicas do cérebro. Maior ativação e oxigenação do córtex pré-frontal do cérebro estão relacionadas com melhor função executiva^{90,126}.

Neste estudo, 12 semanas de treinamento com *exergames* e exercícios aeróbios não promoveram alterações da frequência cardíaca e nos indicadores da VFC avaliados em repouso. Entretanto, outros estudos investigando efeitos de exercícios aeróbios, nos indicadores da VFC em indivíduos idosos, mostram resultados controversos. Alguns apontam efeitos positivos^{28,111,113}, enquanto outros não relataram alterações^{82,114}.

Assim como os resultados do presente estudo, Verheyden et al.¹¹⁵ não verificaram diferença na frequência cardíaca e na VFC em repouso,

com a realização de exercícios aeróbios de intensidade moderada, em indivíduos com idade entre 55 e 75 anos. O estudo de Perini et al.¹¹⁴ também não mostrou alteração na frequência cardíaca e na VFC de repouso, após submeter indivíduos idosos a treinamento com exercícios aeróbios em ciclo ergômetro, com intensidade moderada e vigorosa.

Ao contrário do presente estudo, Albinet et al.²⁸ apontaram modificações positivas nos indicadores da VFC em repouso, após 12 semanas de treinamento com exercícios aeróbios, mesmo com intensidade, frequência e duração semelhantes ao utilizados no presente estudo. As variações nos protocolos de avaliação dos indicadores da VFC, da idade e das atividades aeróbias realizadas podem ser fatores que explicam esta discrepância.

Outro estudo mostrou redução da frequência cardíaca e melhora nos indicadores da VFC em repouso em mulheres idosas, com a realização de apenas oito semanas de exercícios aeróbios de intensidade moderada¹¹³. No estudo de Rossi et al.¹¹¹, houve redução na frequência cardíaca e aumento da VFC em repouso, somente quando os exercícios aeróbios foram combinados com exercícios contra resistência, após 16 semanas de treinamento.

Estudos de meta-análise mostraram evidências de que exercícios aeróbios produzem adaptações positivas na frequência cardíaca de repouso e benefícios contra o envelhecimento cardiovascular^{27,112}. Além disto, a prática de exercícios aeróbios está relacionada com o aumento da circulação cerebrovascular, da atividade metabólica cerebral, do transporte e da absorção de oxigênio^{25,85,94,126}.

As diferenças nos tipos de atividades, intensidade e duração podem explicar algumas das discrepâncias entre os estudos. Além do

número de participantes envolvidos e da faixa etária, visto que a diminuição da VFC em repouso está relacionada ao aumento da idade¹²⁸.

Diferente do grupo aeróbio, em que as atividades tiveram duração e intensidade contínuas, os *exergames* esportivos são atividades intervaladas. Os jogos esportivos virtuais apresentam intervalos e variação na duração e intensidade, principalmente considerando a motivação dos indivíduos. As sessões de *exergames* foram realizadas como exercício físico, em que cada indivíduo foi orientado e monitorado durante todas as sessões.

O treinamento com *exergames* esportivos pode ser um considerado como método alternativo para promover mudanças no estilo de vida de indivíduos idosos. Pode contribuir contra a inatividade física, que é considerada um dos maiores fatores de risco para doenças crônicas não transmissíveis, como doenças cardiovasculares e neurológicas⁹⁹.

6.3 ASPECTOS POSITIVOS E LIMITAÇÕES

O estudo apresenta pontos positivos e limitações que devem ser mencionados. Destacam-se como aspectos positivos: a realização de um estudo de intervenção, randomizado; e o tipo de intervenção inovador, com o uso de jogos eletrônicos esportivos e a comparação com exercício físico aeróbio convencional. Destaca-se também o instrumento utilizado para verificar o desempenho cognitivo, bateria computadorizada, validada para adultos e idosos, que facilitou a avaliação e a geração dos escores dos testes.

Apesar dos critérios de inclusão adotados, alguns fatores que poderiam influenciar o desempenho nos testes cognitivos e na variabilidade da frequência cardíaca não foram verificados, como: nível de atividade física habitual e a aptidão cardiorrespiratória dos indivíduos⁹¹, e a questão nutricional¹²⁹, como ingestão de nutrientes antes da aplicação dos testes cognitivos. Além de aspectos motivacionais dos indivíduos, que poderiam influenciar o desempenho/participação das atividades nas sessões de treinamento.

Os programas de treinamento realizados no presente estudo tiveram frequência e duração abaixo das recomendações para indivíduos idosos¹¹⁷. Que indicam a realização de exercícios aeróbios de intensidade moderada, cinco dias por semana por pelo menos 30 minutos, ou atividades vigorosas em três dias na semana por no mínimo 20 minutos, para produzir benefícios cardiovasculares.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após 12 semanas de treinamento, os participantes do grupo com exercícios físicos aeróbios apresentaram mais efeitos no desempenho cognitivo do que o treinamento com *exergames*. Dos sete domínios cognitivos avaliados os participantes do grupo aeróbio mostraram melhora em quatro (função executiva, memória tardia, memória de curto prazo e cognição global), e aqueles do grupo *exergames*, somente em dois (função executiva e memória tardia).

Os indicadores da VFC mostraram alteração durante o desempenho em testes cognitivos em relação a valores de repouso. Contudo, a frequência cardíaca de repouso e os indicadores de tempo e frequência da VFC (em repouso e durante a execução dos testes cognitivos), não sofreram alterações após as 12 semanas de treinamento.

De acordo com os resultados, a prática de *exergames* esportivos pode ser considerada como alternativa contra o tempo de lazer inativo, bem como aumentar estímulos físicos e cognitivos. Os *exergames* podem ser realizados em diferentes ritmos e horários, o que pode contribuir e aumentar a aderência de hábitos saudáveis. Além disso, pode ser praticado em casa, individualmente, e/ou em grupos.

Os consoles de *exergames* disponíveis comercialmente, além de apresentarem função multimídia, oferecem a possibilidade de serem jogados *online*, fator que pode contribuir para interação e convívio social para indivíduos que vivem sozinhos.

Contudo, assim como qualquer programa de exercício físico, a frequência cardíaca durante a prática de *exergames* deve ser verificada. Uma vez que a exigência cardíaca pode variar dependendo da escolha,

motivação e desempenho dos jogos, além do nível de dificuldade desses jogos.

8. RECOMENDAÇÕES

A partir dos resultados do presente estudo recomenda-se:

- ⇒ A realização de pesquisas com diferentes tipos de *exergames*; com maior tempo de intervenção; envolvendo indivíduos de diferentes idades e; indivíduos com comprometimento de funções cognitivas.
- ⇒ A realização de estudos que investiguem a combinação de *exergames* esportivos com outros tipos exercícios físicos convencionais, e seus efeitos no desempenho cognitivo e no sistema cardiovascular dos indivíduos.
- ⇒ Que profissionais da área da saúde utilizem os *exergames* como alternativa para aplicar/compor aulas e/ou atividades, que envolvam especialmente indivíduos idosos.
- ⇒ Que os programas de graduação e pós-graduação, possam preparar os alunos para trabalharem com novas tecnologias, inclusive com relação às características das exigências físicas dos *exergames* esportivos. E orientar os indivíduos para evitar lesões musculares e/ou articulares, uma vez que alguns jogos exigem saltos, corrida no lugar e elevada demanda cardíaca.

REFERÊNCIAS

1. Kramer AF, Bherer L, Colcombe SJ, Dong W, Greenough WT. Environmental influences on cognitive and brain plasticity during aging. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2004;59(9):940-57.
2. Steinberg SI, Negash S, Sammel MD, Bogner H, Harel BT, Livney G, et al. Subjective memory complaints, cognitive performance, and psychological factors in healthy older adults. *Am J Alzheimers Dis Other Demen*. 2013;28(8):776-83.
3. FERNANDES HM, Vasconcelos-Raposo J, Pereira E, Ranalho J, Oliveira S. A Influência da actividade física na saúde mental positiva de idosos. *Motricidade*. 2009;5(1):33-50.
4. Long X, Liao W, Jiang C, Liang D, Qiu B, Zhang L. Healthy aging: an automatic analysis of global and regional morphological alterations of human brain. *Acad Radiol*. 2012;(19):1-9.
5. Mustafa N, Ahearn TS, Waiter GD, Murray AD, Whalley LJ, Staff RT. Brain structural complexity and life course cognitive change. *NeuroImage*. 2012;61(3):694-701.
6. Watson NL, Rosano C, Boudreau RM, Simonsick EM, Ferrucci L, Sutton-Tyrrell K, et al. Health ABC Study. Executive function, memory, and gait speed decline in well-functioning older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2010;65(10):1093-100.
7. Gard T, Holzel BK, Lazar Sw. The potential effects of meditation on age related cognitive decline: a systematic review. *Ann NY Acad Sci*. 2014;1307:89-103.
8. Green CS, Bavelier D. Action video game modifies visual selective attention. *Nature*. 2003;423:534-7.
9. Basak C, Boot WR, Voss MW, Kramer AF. Can training in a real-time strategy video game attenuate cognitive decline in older adults? *Psychol Aging*. 2008;23(4):765-77.

10. Zelinski EM, Reyes R. Cognitive benefits of computer games for older adults. *Gerontechnology*. 2009;8(4):220-35.
11. Green CS, Li R, Bavelier D. Perceptual learning during action video game playing. *Top Cogn Sci*. 2010;2(2):202-16.
12. Latham AJ, Patston LL, Tippett LJ. The virtual brain: 30 years of video-game play and cognitive abilities. *Front Psychol*. 2013;4:1-10.
13. Lautenschlager NT, Cox KL, Flicker L, Foster JK, Van Bockxmeer FM, Xiao J, et al. Effect of physical activity on cognitive function in older adults at risk for Alzheimer disease: a randomized trial. *JAMA*. 2008;300(9):1027–37.
14. Smith PJ, Blumenthal JA, Hoffman BM, Cooper H, Strauman T a, Welsh-Bohmer K, et al. Aerobic exercise and neurocognitive performance: a meta-analytic review of randomized controlled trials. *Psychosom Med*. 2010;72(3):239–52.
15. Wilbur J, Marquez DX, Fogg L, Wilson RS, Staffileno B, Hoyem RL, et al. The Relationship Between Physical Activity and Cognition in Older Latinos. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci*. 2012;9:1–10.
16. Achtman RL, Green CS, Bavelier D. Video games as a tool to train visual skills. *Restor Neurol Neurosci*. 2008;26(4-5):435-46.
17. Belchior P, Marsiske M, Sisco SM, Yam A, Bavelier D, Ball K, Mann WC. Video game training to improve selective visual attention in older adults. *Comput Human Behav*. 2013;29(4):1318-24.
18. Graves LE, Ridgers ND, Atkinson G, Stratton G. The Physiological cost and enjoyment of Wii Fit in adolescents, young adults, and older adults. *J Phys Act Health*. 2010;7(3):393-401.
19. Staiano AE, Calvert SL. Exergames for physical education courses: physical, social and cognitive benefits. *Child Dev Perspect*. 2011;5(2): 93–98.

20. Maillot P, Perrot A, Hartley A. Effects of interactive physical-activity video-game training on physical and cognitive function in older adults. *Psychol Aging*. 2012;28:1-12.
21. Mullins NM, Tessmer KA, McCarroll, Poppel BP. Physiological and perceptual responses to Nintendo® Wii Fit™ in young and older adults. *Int J Exerc Sci*. 2012;5(1):79-92.
22. Duclos C, Miéville C, Gagnon D, Lecler C. Dynamic stability requirements during gait and standing exergames on the wii fit(R) system in the elderly. *J Neuroeng Rehabil*. 2012;9(1):28.
23. Wuest S, Borghese NA, Pirovano M, Mainetti R, Langenberg RV, Bruin ED. Usability and effects of na exergame-based balance training program. *Games Health J*. 2014;3(2):106-14.
24. WHO. *Global Recommendations on Physical Activity for Health*. Geneva, World Health Organization, 2010.
25. Gaber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, et al. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43(7):1334-59.
26. Pescatello, LS, American College of Sports Medicine. *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 9th edition. Baltimore: Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins, 2014.
27. Huang SH, Davis-Brezette JA, Osness WH. Resting heart rate changes after endurance training in older adults: a meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc*. 2005;37(8):1381-6.
28. Albinet CT, Boucard G, Bouquet C a, Audiffren M. Increased heart rate variability and executive performance after aerobic training in the elderly. *Eur J Appl Physiol*. 2010;109: 617-24.

29. Vanderlei LCM, Pastre CM, Hoshi RA, Carvalho TD, Godoy M. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2009;24(2):205-17.
30. Sofi F, Valecchi D, Bacci D, Abbate R, Gensini GF, Casini a, et al. Physical activity and risk of cognitive decline: a meta-analysis of prospective studies. *J Intern Med*. 2011;269(1):107–17.
31. Etgen T, Sander D, Huntgeburth U, Poppert H, Forstl H, Bickel H. Physical activity and incident cognitive impairment in elderly persons. The INVADE study. *Arch Intern Med*. 2010;170(2):186-93.
32. Veras R. Envelhecimento populacional contemporâneo: demandas, desafios e inovações. *Rev Saúde Pública*. 2009;43(3):548-54.
33. Parahyba MI, Veras R, Melzer D. Incapacidade funcional entre as mulheres idosas no Brasil. *Rev Saúde Pública*. 2010;39(3):383-90.
34. Singh AS, Paw MJMCA, Bosscher RJ, Van MW. Cross-sectional relationship between physical fitness components and functional performance in older persons living in long-term care facilities. *BMC Geriatrics*. 2006;6(4):1-9.
35. Peters R. Ageing and the brain. *Postgrad Med J*. 2006;82(964):84–8.
36. Lent R. Cem Bilhões de Neurônios: Conceitos Fundamentais de Neurociência. São Paulo. Atheneu, 2005.
37. Muir SW, Gopaul K, Montero Odasso MM. The role of cognitive impairment in fall risk among older adults: a systematic review and meta-analysis. *Age Ageing* 2012;27:1–10.
38. Raji MAR, Kuo YF, Al Snih S, Markides KS, Peek MK, Ottenbacher KJ. Cognitive status, muscle strength, and subsequent disability in older Mexican Americans. *J Am Geriatr Soc*. 2005;53(9):1462-8.
39. Iwasa H, Gondo Y, Yoshida Y, Know J, Inagui H, Kawaai C, et al. Cognitive performance as a predictor of functional decline among

- the non-disabled elderly dwelling in a Japanese community: a 4-year population-based prospective cohort study. *Arch Gerontol Geriatr.* 2008;47(1):139-49.
40. Harada CN, Natelson Love MC, Triebel KL. Normal cognitive aging. *Clin Geriatr Med.* 2013;29(4):737-52.
41. Argimon IL, Stein LM. Habilidades cognitivas em indivíduos muito idosos: um estudo longitudinal. *Cad. Saúde Pública.* 2005;21(1):64-72.
42. Salthouse TA. Selective review of cognitive aging. *J Int Neuropsychol Soc.* 2010;16:754-60.
43. Yassuda MS, Abreu VPS. Avaliação cognitiva. In EV Freitas, L Py, FAX Cançado, J Doll, MLGorzoni, SM Rocha. *Tratado de Geriatria e Gerontologia* (pp. 1252-59). Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 2006.
44. Hammers D, Spurgeon E, Ryan K, Persad C, Barbas N, Heidebrink J, et al. Validity of a brief computerized cognitive screening test in dementia. *J Geriatr Psychiatry Neurol.* 2012;25(2):89-99.
45. Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. Mini-mental state: a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res.* 1975;12(3):189-98.
46. Borson S, Scanlan JM, Watanabe J, Tu SP, Lessing M. Simplifying detection of cognitive impairment: comparasion of the Mini-Cog and Mini-Mental State Examination in a multi-ethnic sample. *J Am Geriatr Soc.* 2005;53(5):871-4.
47. Atkinson HH, Rapp SR, Williamson JD, Lovato J, Absher JR, Gass M. The relationship between cognitive function and physical performance in older women: results from the women's health initiative memory study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2010;65(3):300-6.

48. Fredrickson J, Maruff P, Woodward M, Moore L, Fredrickson A, Sach J, et al. Evaluation of the usability of a brief computerized cognitive screening test in older people for epidemiological studies. *Neuroepidemiology*. 2010;34(2):65-75.
49. Falletti MG, Maruff P, Collie A, Darby DG. Practice effects associated with the repeated assessment of cognitive function using the CogState battery at 10-minute, one week and one month test-retest intervals. *J Clin Exp Neuropsychol*. 2006;28(7):1095-112.
50. Collie A, Darekar A, Weissgerber G, Toh MK, Snyder PJ, Maruff P, et al. Cognitive testing in early-phase clinical trials: development of a rapid computerized test battery and application in a simulated Phase I study. *Arch Clin Neuropsychol*. 2007;28:391–400.
51. Luft CDB. Aspectos Neuropsicológicos do Envelhecimento e Prática de Atividade Física: Possíveis Relações em Mulheres Idosas. [*Dissertação de Mestrado*]. Florianópolis/SC: Universidade do Estado de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano, 2007.
52. Lopez M. Variabilidade da frequência cardíaca durante desempenho cognitivo: diferenças entre adultos e idosos. [*Dissertação de Mestrado*]. Florianópolis/SC: Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Psicologia, 2010.
53. Darby DG, Pietrzak RH, Fredrickson J, Woodward M, Moore L, Fredrickson A, et al. Intraindividual cognitive decline using a brief computerized cognitive screening test. *Alzheimers Dement*. 2012;8(2):95-104.
54. Xavier AJ, D’orsi E, Oliveira CM, Orrell M, Demakakos P, Bidduph JP, et al. English longitudinal study of aging: can internet/e-mail use reduce cognitive decline? *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2014;69(9):1117-21.
55. Kuider AM, Parisi JM, Gross AL, Rebok GW. Computadorized cognitive training with older adults: a systematic review. *Plos One*. 2012;7(7):1-13.

56. Almeida OP, Yeap BB, Alfonso H, Hankey GJ, Flicker L, Norman PE. Older men who use computers have lower risk of dementia. *Plos One*. 2012;7(8):1-6.
57. Pritchard T. Discovery Channel. “*A Era do Videogame*”, 2007.
58. Braff Z: “*Video Game: The Movie*”, 2014. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=ykSAf23BYWg>
59. Steinberg SI, Sammel MD, Harel BT, Schembri A, Policastro C, Bogner H, et al. Exercise, sedentary pastimes, and cognitive performance in healthy older adults. *Am J Alzheimers Dis Other Demen*. 2015;30(3):290-8.
60. Baer RH. *Videogames: in the beginning*. Springfield: Rolenta Press, 2005.
61. Kent, SL. *The Ultimate History of Video Games*. New York: Three Rivers Press. 2001.
62. ESA - Entertainment Software Association. *Annual Report*. Washington, 2014.
63. Belchior P, Marsiske M, Sisco S, Yam A, Mann W. Older adults engagement with a video game training program. *Activ Adap Aging*. 2012;36(4):269-79.
64. Klompstra LV, Jaarsma T, Stromberg A. Exergaming in older adults: A scoping review and implementation potential for patients with heart failure. *Eur J Cardiovasc Nurs*. 2014;13(5):388-98.
65. Khoshelham K, Elberink SO. Accuracy and Resolution of Kinect Depth Data for Indoor Mapping Applications. *Sensors*. 2012;12:1437-54.
66. Van Diest M, Lamoth CJ, Stegenga J, Verkerke GJ, Postema K. Exergaming for balance training of elderly: state of

- the art and future developments. *J Neuroeng Rehabil.* 2013;10(101):1-12.
67. Anderson-Hanley C, Arciero PJ, Brickman AM, Nimon JP, Okuma N, Westen SC, et al. Exergaming and older adult cognition: a cluster randomized clinical trial. *Am J Prev Med.* 2012;42(2):109-19.
68. Kayama H, Okamoto K, Nishiguchi S, Yamada M, Kuroda T, Aoyama T. Effect of Kinect-based exercise game on improving executive cognitive performance in community-dwelling elderly: case control study. *J Med Interner Res.* 2014;16(2):1-7.
69. Chao YY, Scherer YK, Montgomery CA. Effects of using Nintendo Wii™ exergames in older adults: a review of the literature. *J Aging Health.* 2015;27(3):379-402.
70. Caspersen CJ, Powell KE, Christerson GM. Physical activity, exercise and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep.* 1985;100(2):126-31.
71. Moraes EN. Atenção à saúde do idoso: aspectos conceituais. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 2012.
72. Mourão Junior CA, Melo LBR. Integração de três conceitos: função executiva, memória de trabalho e aprendizado. *Psic.: Teor. e Pesq.* 2011;27:309-14.
73. Hindin SB, Zelinski EM. Extended practice and aerobic exercise interventions benefit untrained cognitive outcomes in older adults: a meta-anaysis. *J Am Geriatr Soc.* 2012;60(1):136-41.
74. Angevaren M, Aufdemkampe G, Verhaar HJ, Aleman A, Vanhees L. Physical activity and enhanced fitness to improve cognitive function in older people without known cognitive impairment. *Cochrane Database Syst Ver.* 2008;16(2):1-56.
75. Tseng C-N, Gau B-S, Lou M-F. The effectiveness of exercise on improving cognitive function in older people: a systematic review. *J Nurs Res* 2011;19(2):119–31.

76. Guimarães AV, Rocha SV, Barbosa AR. Exercício físico e desempenho cognitivo em idosos: revisão sistemática. *Medicina (Ribeirão Preto)*. 2014;47(4):377-86.
77. Hamer M, Chida Y. Physical activity and risk of neurodegenerative disease: a systematic review of prospective evidence. *Psychol Med*. 2009;39:3-11.
78. Evers A, Klusmann V, Schwarzer R, Heuser I. Improving cognition by adherence to physical or mental exercise: a moderated mediation analysis. *Aging Ment Health*. 2011;15:446-55.
79. Klusmann V, Evers A, Schwarzer R, Schlattmann P, Reischies FM, Heuser I et al. Complex Mental and Physical Activity in Older Women and Cognitive Performance: A 6-month Randomized Controlled Trial. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2010; 65: 680-688.
80. Muscari A, Giannoni C, Pierpaoli L, Berzigotti A, Maietta P, Foschi E, et al. Chronic endurance exercise training prevents aging-related cognitive decline in healthy older adults: a randomized controlled trial. *Int J Geriatr Psychiatry* 2010;25:1055–64.
81. Ruscheweyh R, Willemer C, Krüger K, Duning T, Warnecke T, Sommer J, et al. Physical activity and memory functions: an interventional study. *Neurobiol Aging*. 2011;32:1304-19.
82. Forte R, Boreham CA, Leite JC, De Vito G, Brennan L, Gibney ER, et al. Enhancing cognitive functioning in the elderly: multicomponent vs resistance training. *Clin Interv Aging* 2013;8:19-27.
83. Liu-Ambrose T, Nagamatsu LS, Graf P, Beattie BL, Ashe MC, Handy TC. Resistance training and executive functions: a 12-month randomized controlled trial. *Arch Intern Med*. 2010;170:170-8.
84. Liu-Ambrose T, Nagamatsu LS, Voss MW, Khan KM, Handy TC. Resistance training and functional plasticity of the aging brain - a 12-

- month randomized controlled trial. *Neurobiol Aging*. 2012;33:1690-8.
85. Colcombe SJ, Erickson KI, Scalf PE, Kim JS, Prakash R, McAuley E, et al. Aerobic exercise training increases brain volume in aging humans. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2006;61(11):1166-70.
86. Erickson KI, Raji C a, Lopez OL, Becker JT, Rosano C, Newman a B, et al. Physical activity predicts gray matter volume in late adulthood: the Cardiovascular Health Study. *Neurology*. 2010;75:1415–22.
87. Cotman CW, Berchtold NC. Exercise: a behavioral intervention to enhance brain health and plasticity. *Trends Neurosci*. 2002; 25: 295-301.
88. Colcombe SJ, Erickson KI, Raz N, Webb AG, Cohen NJ, McAuley E, et al. Aerobic fitness reduces brain tissue loss in aging humans. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2003;58:176-80.
89. Erickson KI, Voss MW, Prakash RS, Basak C, Szabo A, Chaddock L, et al. Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2011;108:3017-22.
90. Hansen AL, Johnsen BH, Sollers JJ 3rd, Stenvik K, Thayer JF. Heart rate variability and its relation to prefrontal cognitive function: the effects of training and detraining. *Eur J Appl Physiol*. 2004;93(3):263-72.
91. Alderman BL, Olson RL. The relation of aerobic fitness to cognitive control and heart rate variability: A neurovisceral integration study. *Biol Psychol*. 2014;99:26-33.
92. Thayer JF, Fredrikson M, Sollers JJ, Wager TD. A meta-analysis of heart rate variability and neuroimaging studies: implications for heart rate variability as a marker of stress and health. *Neurosci Biobehav Rev*. 2012;36(2):747-56.

93. Aagaard P. Training-induced changes in neural functions. *Exerc Sport Sci Rev.* 2003;31:61-7.
94. Kramer AF, Erickson KI, Colcombe SJ. Exercise, cognition, and the aging brain. *J Appl Physiol* 2006;101(4):1237-42.
95. Gifford KA, Badaracco M, Liu D, Tripodis Y, Gentile A, Lu Z, et al. Blood pressure and cognition among older adults: a meta-analysis. *Arch Clin Neuropsychol.* 2013;28(7):649-64.
96. Elias MF, Goodell AL, Waldstein SR. Obesity, cognitive functioning and dementia: back to the future. *J Alzheimers Dis.* 2012;30(2):S113-25.
97. Cheng G, Huang C, Deng H, Wang H. Diabetes as a risk factor for dementia and mild cognitive impairment: a meta-analysis of longitudinal studies. *Intern Med J.* 2012;42(5):484-91.
98. Knecht S, Wersching H, Lohmann H, Bruchmann M, Duning T, Dziewas R, et al. High-normal blood pressure is associated with poor cognitive performance. *Hypertension.* 2008;51(3):663-8.
99. Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone Singh M a, Minson CT, Nigg CR, Salem GJ, et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(7):1510-30.
100. Chang M, Jonsson PV, Snaedal J, Bjornsson S, Saczynski JS, Aspelund T, et al. The effect of midlife physical activity on cognitive function among older adults: AGES-Reykjavik Study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2010;65(12):1369-74.
101. Chang M, Saczynski JS, Snaedal J, Bjornsson S, Einarsson B, Garcia M, et al. Midlife physical activity preserves lower extremity function in older adults: age gene/environment susceptibility-Reykjavik study. *J Am Geriatr Soc.* 2013;61(2):237-42.

102. Pinel JPJ. *Biopsicologia*. Porto Alegre: Artmed, 2005.
103. Hall JE. *Tratado de fisiologia médica*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.
104. Tarvainen MP, Niskanen JP, Lippnen JA, Ranta-aho PO, Karjalainen PA. Kubios HRV – Heart rate variability analysis software. *Comput Methods Programs Biomed*. 2014;113(1):210-20.
105. Freeman JV, Dewey FE, Hadley DM, Myers J, Froelicher VF. Autonomic nervous system interaction with the cardiovascular system during exercise. *Prog Cardiovasc Dis*. 2006;48(5):342-62.
106. Hazzouri ZAA, Haan MN, Deng Y, Neuhaus J, Yaffe K. Reduced heart rate variability is associated with worse cognitive performance in elderly Mexican Americans. *Hypertension*. 2014 ;63(1):181-7.
107. Kingsley M, Lewis MJ, Marson RE. Comparison of Polar 810s and an ambulatory ECG system for RR interval measurement during progressive exercise. *Int J Sports Med*. 2005;26(1):39-44.
108. Gamelin FX, Berthoin S, Bosquet L. Validity of the Polar S810 heart rate monitor to measure R-R intervals at rest. *Med Sci Sports Exerc*. 2006;38(5):887-93.
109. Melo RC, Santos MD, Silva E, Quitério RJ, Moreno MA, Reis MS, et al. Effects of age an physical activity on the autonomic control of heart rate in healthy men. *Braz J Med Biol Res*. 2005;38(9):1331-8.
110. Paschoal MA, Volanti VM, Pires CS, Fernandes FC. Variabilidade de frequência cardíaca em diferentes faixas etárias. *Rev Bras Fisioter*. 2006;10(4):413-9.
111. Rossi FE, Ricci-Vitor AL, Buonani CS, Vanderlei LCM, Freitas Junior IF. The effects of combined aerobic and resistance training on heart rate variability in postmenopausal women. *Medicina (Ribeirão Preto)*. 2013;46(2):171-7.

112. Sandercock GR, Bromley PD, Brodie DA. Effects of exercise on heart rate variability: inferences from meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc.* 2005;37(3):433-9.
113. Jurca R, Church TS, Morss GM, Jordan AN, Earnest CP. Eight weeks of moderate-intensity exercise training increases heart rate variability in sedentary postmenopausal women. *Am Heart J.* 2004;147:e8–e15.
114. Perini R, Milesi S, Fisher NM, Pendergast DR, Veicsteinas A. Heart rate variability during dynamic exercise in elderly males and females. *Eur J Appl Physiol.* 2000;82(1-2):8-15.
115. Verheyden B, Eijnde BO, Beckers F, Vanhees L, Aubert AE. Low-dose exercise training does not influence cardiac autonomic control in healthy sedentary men aged 55–75 years. *J Sport Sci.* 2006;24:1137-47.
116. Gerage AM. Impacto do treinamento com pesos sobre a pressão arterial e a variabilidade da frequência cardíaca de repouso e pós-exercício em mulheres idosas. [*Dissertação de mestrado*]. Londrina/PR: Universidade Estadual de Londrina, Programa de Pós-Graduação em Educação Física, 2009.
117. Nelson ME, Rejeski WJ, Blair SN, et al. Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation.* 2007;116(9):1094–105.
118. Jadad AR, Enkim MW. Randomized controlled trials. Questions, answers, and musings. 2nd ed. London: Blackwell Publishing/BMJ Books, 2007.
119. Souza RF. O que é um estudo clínico randomizado? *Medicina (Ribeirão Preto).* 2009;42(1):3-8.
120. Escosteguy, CC. Estudos de intervenção. In: Medronho RA. *Epidemiologia.* São Paulo: Atheneu, 2006.

121. Brucki SMD, Nitrini R, Caramelli P, Bertolucci PHF, Okamoto IH. Sugestões para o uso do mini-exame do estado mental no Brasil. *Arq Neuro-Psiquiatr.* 2003;61(3):777-81.
122. Field A. *Descobrendo a estatística usando o SPSS.* 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.
123. Stein PK, Barzilay JI, Chaves PHM, Domitrovich PP, Gottdiener. Heart rate variability and its changes over 5 years in older adults. *Age Aging.* 2009;38(2):212-8.
124. Liao D, Barnes RW, Chambless LE, Simpson Jr RJ, Sorlie P, Heiss G. Age, race, and sex differences in autonomic cardiac function measured by spectral analysis of heart rate variability – the ARIC study. *Atherosclerosis risk in communities. Am J Cardiol.* 1995;76,906–12.
125. O’Leary KC, Pontifex MB, Scudder MR, Brown ML, Hilman CH. The effects of single bouts of aerobic exercise, exergaming, and videogame play on cognitive control. *Clin Neurophysiol.* 2011;122(8):1518-25.
126. Dupuy O, Gauthier CJ, Fraser SA, Desjardins-crèpeau L, Desjardins M, Mekary S, et al. Higher levels of cardiovascular fitness are associated with better executive function and prefrontal oxygenation in younger and older women. *Front Hum Neurosci.* 2015;9:1-12.
127. Kirk-Sanchez NJ, McGough EL. Physical exercise and cognitive performance in the elderly: current perspectives. *Clin Interv Aging.* 2014;9:51-62.
128. Melo RC, Quitério RJ, Takahashi ACM, Silva E, Martins LEB, Catai AM. High eccentric strength training reduces heart rate variability in healthy older men. *Br J Sports Med.* 2008;42(1):59-63.
129. Smith PJ, Blumenthal JA. Diet and neurocognition: review of evidence and methodological considerations. *Curr Aging Sci.* 2010;3(1):57-66.

APÊNDICES

APÊNDICE I: Termo de consentimento



**UFSC - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE DESPORTOS DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO
FÍSICA
TERMO DE CONSENTIMENTO**

Título do trabalho: “**Efeitos do treinamento com *exergames* e exercício físico aeróbico no desempenho cognitivo e físico e nas respostas cardiovasculares de idosos**”.

Pesquisador: Doutorando Alexsander Vieira Guimarães

Coordenadora: Dr^a. 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 treinamento com *exergames* e exercício físico aeróbico no desempenho físico e cognitivo em indivíduos idosos.

2 - Por que eu fui escolhido?

Serão convidados a participar deste estudo os indivíduos idosos, que tenham disponibilidade e queiram participar de programa de treinamento com jogos eletrônicos esportivos ou exercícios físicos aeróbicos, ou fazer parte de um grupo controle (sem intervenção).

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, e estilo de vida. Você também será submetido a uma avaliação com testes cognitivos e motores.

Você poderá participar de um programa de jogos de vídeo game ativos ou exercícios físicos aeróbios, com duração de doze semanas (60 minutos e 3 vezes por semana)

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 antes e após 12 semanas.

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

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.

O estudo não trará riscos para sua integridade física ou moral.

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 e todas as despesas necessárias para a realização da pesquisa não serão de sua responsabilidade.

8 – Informações

Para maiores informações Para maiores informações posso telefonar à Alexsander Vieira Guimarães, no Departamento de Educação Física, tel. 3721-2378 ou no celular n° 9965-0355.

Aceito participar da pesquisa “**Efeito do treinamento com *exergames* e exercício físico aeróbio no desempenho cognitivo e físico e nas respostas cardiovasculares de idosos**”

Florianópolis, ___/___/___

Assinatura do participante _____

Doutorando Alexsander Vieira Guimarães _____

APÊNDICE II: Termo de Autorização para Utilização de Imagem**UFSC - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE DESPORTOS DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO
FÍSICA****Termo de autorização para utilização de imagem**

Eu, _____, autorizo a utilização da minha imagem e som de voz, na qualidade de participante da pesquisa **“Desempenho cognitivo em idosos: jogos eletrônicos, atividade física e nutrição”**, sob responsabilidade do doutorando **Alexsander Vieira Guimarães** vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da UFSC.

Minha imagem poderá ser exibida: nos relatórios parcial e final do referido projeto, na apresentação audiovisual do mesmo, em publicações e divulgações acadêmicas, assim como disponibilizadas no banco de imagens resultante da pesquisa, fazendo-se constar os devidos créditos. O responsável pela pesquisa fica autorizado a executar a edição e montagem das fotos e filmagens, conduzindo as reproduções que entender necessárias, bem como a produzir os respectivos materiais de comunicação, respeitando sempre os fins aqui estipulados.

Deste modo, declaro que autorizo, livre e espontaneamente, o uso da minha imagem para fins de pesquisa, nos termos acima descritos.

Florianópolis, ___/___/___

Assinatura do participante _____

Doutorando Alexsander Vieira Guimarães _____

APÊNDICE III: Rastreio de participantes

1) Nome: _____

2) Sexo: () Masculino () Feminino

3) Data nascimento: ____/____/____ Idade: _____
anos

4) Telefone: _____

5) O Sr(a) participa ou participou de algum programa de atividade física e/ou exercício físico nos últimos três (3) meses?

1() Não 2() Sim: _____

6) O Sr(a) já jogou algum tipo de videogame anteriormente?

1() Não 2() Sim: _____

7) O Sr(a) teria interesse/disponibilidade em participar de um programa de jogos eletrônicos, com objetivo de verificar efeitos no desempenho motor e cognitivo (memória, atenção...)?

1() Não 2() Sim

8) Algum médico lhe disse, alguma vez que o Sr(a) tem:

Hipertensão (1)sim, (2) não, (9)não sabe

Problema cardíaco (1)sim, (2) não, (9)não sabe

Problemas de colesterol (1)sim, (2) não, (9)não sabe

Diabetes (1)sim, (2) não, (9)não sabe

Problemas de coluna (1)sim, (2) não, (9)não sabe

Osteoporose/osteopenia (1)sim, (2) não, (9)não sabe

Artrite/Artrose (1)sim, (2) não, (9)não sabe

Dificuldade auditiva (1)sim, (2) não, (9)não sabe

Depressão (1)sim, (2) não, (9)não sabe

Problema Cognitivo (1)sim, (2) não, (9)não sabe

outra doença _____

9) O Sr(a) têm alguma lesão ortopédica, faz uso de órtese e/ou prótese que possa impedir ou dificultar a realização de movimentos?

(1) Não (2) Sim _____

10) 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?

(1) Não (2) Sim _____

11) O Sr(a) faz uso de algum medicamento? (1) Não (2) Sim

Para _____ uso _____

Para _____ uso _____

Para _____ uso _____

APÊNDICE IV: Questionário pesquisa

DATA ____/____/____

DECLARAÇÃO VOLUNTÁRIA: Antes de começar, gostaria de assegurar-lhe que esta entrevista é completamente voluntária e confidencial. Se houver alguma pergunta que o Sr. não deseje responder, simplesmente me avise e seguiremos para a próxima pergunta.

Após ser informado dos objetivos, riscos, benefícios e privacidade, eu aceito participar da pesquisa **“Desempenho cognitivo em idosos: jogos eletrônicos, atividade física e nutrição”**

Características Sociodemográficas

- 1) Qual é o nome do Sr(a)? _____
- 2) Sexo: 1 Masc () 2 Fem()
- 3) Qual é a idade do Sr(a)? _____ anos completos
- 4) Qual é a data de nascimento do Sr(a)? __ __ / __ __ / __ __
- 5) Pontuação Mini-Mental: _____ pontos
- 6) Até que série o(a) Sr.(a) estudou?
 - 1 Analfabeto ()
 - 2 Primário - 1ª a 4ª série ()
 - 3 Ginásial - 5ª a 8ª série ()
 - 4 Médio – 9 a 11 anos ()
 - 5 Superior \geq 12 anos ()
 Anos de estudo? _____
- 7) 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)

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

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

9) O estado de saúde do Sr(a) é:

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

10) O estado de saúde do Sr(a) comparado com o estado de saúde de outras pessoas da sua idade é: 1() muito pior 2() pior 3() o mesmo 4() melhor 5() muito melhor

11) Como o(a) Sr(a) avalia sua memória atualmente?

1() Excelente 2() Muito boa 3() Boa 4() Regular 5() Má
9() NS/NR

12) Quantas horas diárias o Sr(a) dorme, normalmente? _____

13) O Sr(a) teve alguma queda nos últimos 12 meses?

(1) Sim (2) Não (8) NS (9) NR **Se Sim.** Preencher o campo abaixo, conforme a quantidade de quedas:

Quantidade	Onde (local)	Conseqüências da queda (tombo)
1() uma	1-	1-
2() duas	2-	2-
3() três	3-	3-
4() quatro	4-	4-
5() 5 ou +	5 ou + (a mais grave)	+5 (a mais grave)

14) O Sr(a) apresenta hábito de **leitura** (livros, jornais, revistas...) do Sr(a)?

(1) Diariamente (2) $\geq 3x/sem$ (3) 1-2x/sem (4) 1-2x/mês
(5) nunca

15) O Sr(a) realiza algum tipo de **trabalho manual**? ()sim, () não

(1) Diariamente (2) $\geq 3x/sem$ (3) 1-2x/sem (4) 1-

- 2x/mês (5) nunca
- 16) O Sr(a) **participa de grupos de convivência** do Sr(a)? ()sim, () não
 (1) Diariamente (2) $\geq 3x/sem$ (3) 1-2x/sem (4) 1-2x/mês (5) nunca
- 17) O Sr(a) já jogou algum tipo de **videogame ou jogos de computadores** anteriormente?
 (1) Não (2) Sim: _____
- 18) O Sr(a) tem experiência com **uso/manuseio de computadores**, como e-mail e internet?
 (1) Não (2) Sim
- 19) O Sr(a) têm hábito de praticar **jogos de baralho, palavras-cruzadas, montar quebra-cabeças, dominó ou outros jogos**?
 (1) Diariamente (2) $\geq 3x/sem$ (3) 1-2x/sem (4) 1-2x/mês
 Qual(s)? (1) jogos de cartas (2) dominó (3) quebra-cabeça (4) palavras-cruzada (5) jogos de tabuleiro (6)
 Outros_____

Concepção dos participantes após a intervenção com

Exergames

- 20) Quanto a dificuldade nas sessões de treinamento?
 (1) muito fácil (2) fácil (3) moderado (4) difícil (5) muito difícil (9) NS/NR
- 21) Os movimentos nos jogos (*exergames*) são semelhantes aos esportes convencionais?
 (1) muito parecido (2) parecido (3) relativamente (4) não muito (9) nada
- 22) Gostaria de continuar praticando os *exergames*?
 (1) Sim (2) Não
- 23) Despertou interesse em adquirir um console deste videogame (*exergames*)? (1) Sim (2) Não
- 24) A prática dos *exergames* pode produzir modificações físicas/corporais?
 (1) Sim (2) Não
- 25) A prática dos *exergames* pode estimular o desempenho cognitivo?

(1) Sim (2) Não

Mini Mental State Examination (MMSE)**1. Orientação** (1 ponto por cada resposta correta)

Em que ano estamos? _____ Em que cidade nós
estamos? _____
Em que mês estamos? _____ Em que bairro nós
estamos? _____
Em que dia do mês estamos? _____ Em que instituição nós
estamos? _____
Em que dia da semana estamos? _____ Em que local
específico? _____
Que hora é agora (aproximada)? _____ Em que estado
estamos? _____

2. Memória imediata: (1 ponto por cada palavra corretamente repetida)
"Vou dizer três palavras; queria que as repetisse, mas só depois de eu as
dizer todas; procure ficar a sabê-las de cor". Depois repita novamente as
palavras:

Carro _____ Vaso _____ Tijolo _____

3. Atenção e Cálculo (1 ponto por cada resposta correta. Se der uma
errada mas depois continuar a subtrair bem, consideram-se as seguintes
como corretas. Parar ao fim de 5 respostas) .

"Agora quero que me diga quantos são **30 menos 3** e depois ao número
encontrado volta a **tirar 3** e repete assim até eu lhe dizer para parar".
27 ___ 24 ___ 21 ___ 18 ___ 15 ___

4. Evocação (1 ponto por cada resposta correta.)

"Veja se consegue dizer as três palavras que pedi há pouco para
decorar".

Árvore _____ Mesa _____ Cachorro _____

5. Linguagem (1 ponto por cada resposta correta)

a. "Como se chama isto? Mostrar os objetos:

Relógio _____ Lápis _____

b. "Repita a frase que eu vou dizer: **"O RATO ROEU A ROLHA"** :

c. "Quando eu lhe der esta folha de papel, apanhe o papel com a mão direita, dobre-o ao meio com as duas mãos e coloque-o sobre a mesa"

Pega com a mão direita____ Dobra ao meio ____
Coloca onde deve_____

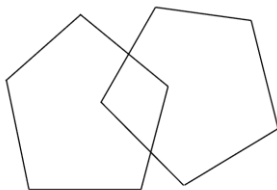
d. "Leia o que está neste cartão e faça o que lá diz". Mostrar um cartão com a frase bem legível, **"FECHE OS OLHOS"**; sendo analfabeto lê-se a frase.

Fechou os olhos_____

e. "Escreva uma frase inteira aqui". Deve ter sujeito, verbo e fazer sentido; os erros gramaticais não prejudicam a pontuação.

Frase:

6. Habilidade Construtiva (1 ponto pela cópia correta.) Deve copiar um desenho.



TOTAL:_____

APÊNDICE V: Imagens da organização da sala e estrutura para execução das sessões de *exergames*.



APÊNDICE VI: Imagem de alguns participantes e dos equipamentos para execução das sessões de exercícios aeróbios.



ANEXOS

ANEXO I: Parecer comitê de ética

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA CATARINA - UFSC



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Desempenho cognitivo em idosos: jogos eletrônicos, atividade física e nutrição

Pesquisador: Aline Rodrigues Barbosa

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 09882613.0.0000.0121

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

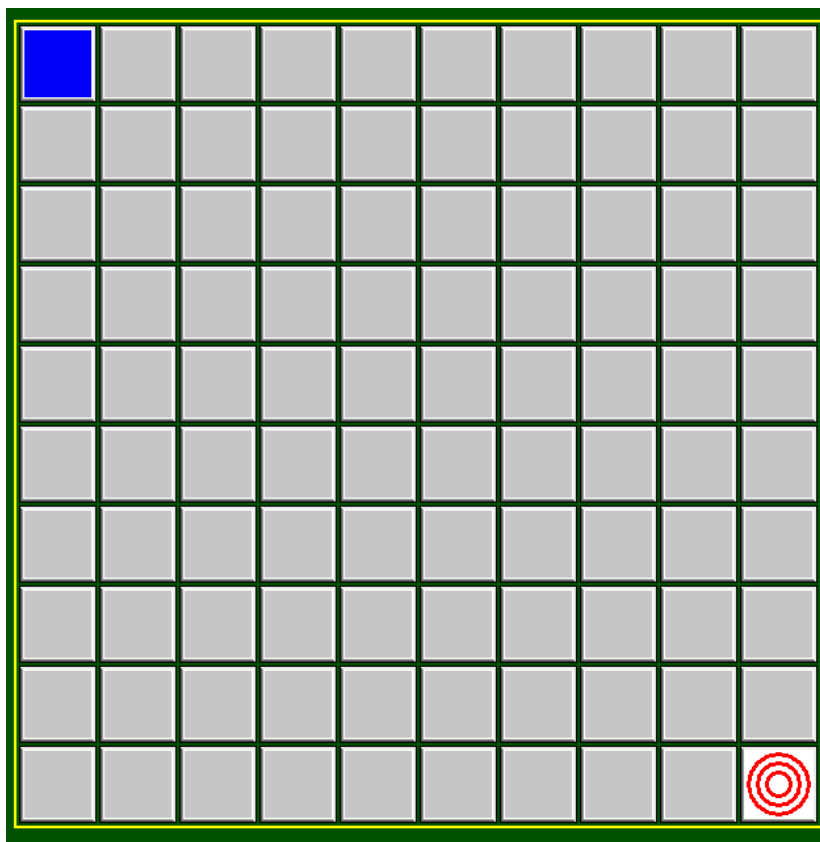
DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 329.649

Data da Relatoria: 08/07/2013

ANEXO II

Groton Maze Learning Test (GMLT): consiste em encontrar a trajetória oculta na grade de quadrados (10 x 10) apresentada na tela do computador. Sendo realizadas cinco vezes consecutivas. Com o uso do mouse deve-se iniciar com clique na caixa azul no canto superior esquerdo, e então encontrar a trajetória oculta, clicando nas caixas uma de cada vez (menos diagonalmente) até chegar ao canto inferior direito. Uma marca verde significa que o caminho está correto, mas uma marca vermelha a escolha está errada, devendo retornar a última caixa correta e tentar o movimento em outra direção.



ANEXO III

Detection (DET): verificado pela velocidade de resposta se a carta já virou. No centro do monitor aparece uma carta de baralho, onde deve-se clicar o comando “SIM” tão rápido quando possível, assim que a carta se vira. Nesta tarefa sempre aparece a mesma carta (coringa).



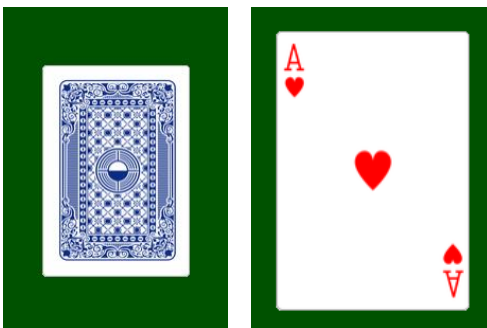
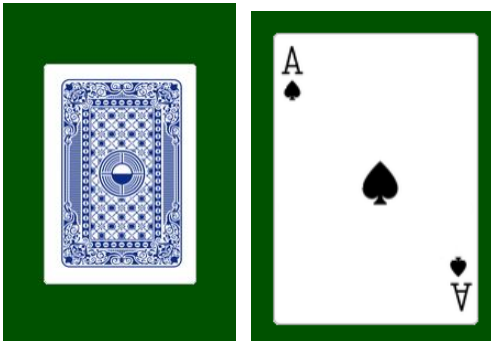
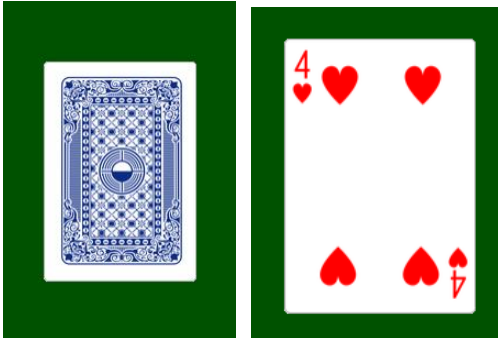
ANEXO IV

Identification test (IDN): Neste teste uma carta aparece no centro da tela do computador, o devendo responder o mais rápido possível, se a carta era ou não da cor vermelha.



ANEXO V

One Card Learning test (OCL): Nesta tarefa, indivíduo deve-se pressionar a opção “SIM” ou “NÃO” assim que a carta virar, e decidir se a carta já apareceu anteriormente o mais rapidamente possível.



ANEXO VI

One Back Memory (ONB): deve-se selecionar o mais rápido possível se a carta é a mesma ou diferente do que a carta anterior. Apenas a última carta deve ser lembrada, devendo pressionar “SIM” se a carta fosse exatamente igual a última apresentada e “NÃO” se a carta fosse diferente.

