

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GERIATRIA E GERONTOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GERONTOLOGIA BIOMÉDICA

SIMONE APARECIDA CELINA DAS NEVES ASSIS

**NEURO REABILITAÇÃO COM JOGOS ELETRÔNICOS CONTROLADOS POR
MOVIMENTO CORPORAL EM IDOSOS PORTADORES DE
COMPROMETIMENTO COGNITIVO LEVE**

PORTO ALEGRE

2015

SIMONE APARECIDA CELINA DAS NEVES ASSIS

**NEURO REABILITAÇÃO COM JOGOS ELETRÔNICOS CONTROLADOS POR
MOVIMENTO CORPORAL EM IDOSOS PORTADORES DE COMPROMETIMENTO
COGNITIVO LEVE**

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Doutora em Gerontologia Biomédica, pelo Programa de Pós-Graduação em Gerontologia Biomédica do Instituto de Geriatria e Gerontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Ivan Izquierdo

Co-orientador: Prof. Dr. Márcio Sarroglia Pinho

Co-orientadora: Prof.^a Dr.^a Carla Helena Augustin Schwanke

PORTO ALEGRE

2015

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)

A848n Assis, Simone Aparecida Celina Das Neves
Neuroreabilitação com jogos eletrônicos controlados por movimento corporal em idosos portadores de comprometimento cognitivo leve / Simone Aparecida Celina das Neves Assis, 2015.
138 f. : il.

Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Gerontologia Biomédica, Instituto de Geriatria e Gerontologia, PUCRS, 2015.

Orientador: Prof. Dr. Ivan Izquierdo
Co-orientador: Prof. Dr. Márcio Sarroglia Pinho
Co-orientadora: Prof.^a Dr.^a Carla Helena Augustin Schwanke

1. GERONTOLOGIA BIOMÉDICA. 2. COGNIÇÃO – IDOSOS.
3. MEMÓRIA - IDOSOS. 4. APRENDIZAGEM. 5. MOTIVAÇÃO.
I. Izquierdo, I. II. Pinho, Márcio Sarroglia. III. Schwanke, Carla Helena Augustin. IV. Título.

CDD: 618.97689
WT 145

SIMONE APARECIDA CELINA DAS NEVES ASSIS

**NEURO REABILITAÇÃO COM JOGOS ELETRÔNICOS CONTROLADOS POR
MOVIMENTO CORPORAL EM IDOSOS PORTADORES DE COMPROMETIMENTO
COGNITIVO LEVE**

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Doutora em Gerontologia Biomédica, pelo Programa de Pós-graduação em Gerontologia Biomédica da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Aprovado em _____ de _____ de _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Iván Antonio Izquierdo
Orientador PPG Gerontología Biomédica PUCRS

Prof. Dr. Ângelo José G. Bós
PPG Gerontologia Biomédica PUCRS

Prof. Dr. Carlos Alexandre Netto
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
PPG Neurociências UFRGS

Prof. Dr. André Luís Fernandes Palmieri
PPG Medicina e Ciências da Saúde PUCRS

Prof.^a Dr.^a Elke Bromberg
PPG Gerontologia Biomédica PUCRS Suplente

DEDICATÓRIA

*A minha mãe Sirlei, minha dinda Galdis, George, **Mestre**, Prof. Ângelo, Prof.^a Letícia Petenuzzo, Prof. Marcio Pinho, Prof.^a Jandyra Fachel e aos idosos participantes do estudo, grata pela compreensão e apoio em todos os momentos da realização deste sonho.*

In Memoriam a Leontina da Cunha Neves e Milson Caldeira.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a DEUS pela prosperidade, saúde, família e pelas pessoas maravilhosas que colocou no meu caminho. Agradeço ao meu querido orientador Prof. Ivan Izquierdo e aos professores, Prof. Marcio Pinho, Prof. Ângelo Bós, minha querida amiga Prof^a. Letícia Petenuzzo e Prof^a. Jociane Myskiw pelo aprendizado, orientação, disponibilidade, empenho e dedicação. Sou grata pela oportunidade de realizar esse trabalho que me trouxe muitas alegrias. Muito obrigada, Prof. Irênio Gomes e Prof^a. Carla Schwanke pelo apoio na projeção das primeiras linhas desta caminhada. À minha família, em especial, as minhas amadas mães, Sirlei Cunha das Neves, dinda Gladis Caldeira e dinda Lala pela compreensão e carinho, mães-trocínio, dinda bolsa e pelas orações a São Miguel Arcanjo. Ao meu amor George Ribeiro Rubattino pelo carinho, atenção e paciência. E a minha amiga e sogra Ceres Ribeiro Rubattino que organizou todas as pastas dos testes. Ao meu companheiro de todas as horas, meu melhor amigo, meu Bichon Frizé, FREUD. À querida Prof^a Jandyra Fachel do Núcleo de Estatística da UFRGS. As minhas amigas Rachel Gick Fan, Cris Wendt, Caroline Thomas e Ana Letícia pelo carinho e parceira. Aos amigos da FACIN, Anderson, Alex, Matheus, Bruno, Leonardo, Bianca, Juliana, Lídia, Prof^a. Soraia e Prof. Bernardo da Faculdade de Informática da PUCRS, Centro de Computação Aplicada pelo apoio. E a toda equipe do CPCA. Aos meus queridos amigos que participaram da pesquisa, duas vezes por semana por 3 meses em 24 sessões, dedico esse trabalho a todos vocês. Aos meus colegas e amigos do Centro de Memória da PUCRS pela contribuição para realização deste trabalho, grata! À Prof^a. Irani Argimoni e Prof^a. Tatiana Iriguaray pelo carinho. À Prof^a. Denise Cantarelli e Prof^a. Mirna Portugues pela acolhida em seus laboratórios. À PUCRS pela Bolsa de estudos e apoio financeiro para realização do trabalho. Ao Prof André Pase pela divulgação gratuita na ZH Dominical - Caderno de Tecnologia e à equipe do Jornalista Marcelo Sarkis. Ao Coach Gabriel Schlatter que não permitiu que eu perdesse o foco e agradeço o incentivo para novas conquistas. A Polícia Federal pela oportunidade de trabalho. E a toda equipe de professores e funcionários do Instituto de Geriatria e Gerontologia da PUCRS. Em especial à Nair Mônica.

“A felicidade está na jornada e cada momento da vida é extraordinário”.

Dan Millman

RESUMO

Introdução: Estudos epidemiológicos têm demonstrado que praticar ao longo da vida atividades como estudo, trabalho e lazer promovem o que a ciência denomina de reserva cognitiva, uma forma de resiliência cerebral que torna o indivíduo que a possui mais tolerante ao declínio patológico da cognição do que outros. Estudos evidenciam que manter a prática destas atividades tardiamente na vida pode aumentar esta reserva e reduzir o risco de desenvolvimento da Doença de Alzheimer. Atualmente, uma modalidade de treino cognitivo, a neuro reabilitação com o uso de jogos de vídeo game tem demonstrado potencial efeito positivo em diferentes domínios da cognição, em especial na memória.

Objetivo: Verificar os efeitos de uma modalidade de treino cognitivo, a neuro reabilitação com o uso de jogos de vídeo game controlados por movimento corporal na cognição de idosos portadores de Comprometimento Cognitivo Leve tipo amnésico (a CCL) agrupados em três níveis educacionais ensino fundamental, médio e superior.

Métodos: 89 idosas portadoras de Comprometimento Cognitivo Leve tipo amnésico (aCCL) completaram o período de intervenção de um programa de neuro reabilitação cognitiva. As idosas foram agrupadas em três níveis educacionais fundamental, médio e superior. As participantes, também, foram divididas em Grupo Experimental (GE) e Grupo Controle (GC) para cada nível educacional. O GE contou com 44 participantes e o GC com 45. O período da intervenção cognitiva foi de 3 meses, 12 semanas, 24 sessões (60 minutos cada) por 2 vezes/semana com carga horária total de 24 horas. Foram realizadas avaliações de desempenho cognitivo com testes neuropsicológicos antes e após as 24 sessões de intervenção. O grupo controle participou das avaliações de desempenho cognitivo e de encontros com o time de pesquisadores (palestras psicoeducativas). Os instrumentos administrados incluíram a Escala Wechsler de Memória 3ª Ed. (WMS III) e a Escala Wechsler de Inteligência para adultos 3ª Ed. (WAIS III).

Resultados: ANOVA de duas vias mais medidas repetidas demonstra interação entre sessão, educação e grupo. A intervenção cognitiva melhorou o desempenho das idosas com ensino fundamental em todas as medidas de memória da Escala Wechsler de Memória 3ª ed. (WMS III). Por outro lado, a intervenção cognitiva melhorou o desempenho das idosas com ensino médio em algumas medidas de

memória como, memória auditiva imediata e tardia, memória imediata e memória geral. E não há melhora no desempenho em medidas de memória no grupo de idosas com ensino superior. A intervenção não alterou o desempenho das voluntárias em medidas de inteligência da Escala Wechsler de Inteligência 3ª ed. (WAIS III) as quais as participantes foram submetidas.

Conclusão: Os achados demonstram que o benefício encontrado no desempenho em todas as medidas de memória para idosas com ensino fundamental foram resultantes da estimulação plástica promovida pelo tempo de treino cognitivo, pelas tarefas cognitivas dos jogos de vídeo game, pelo *setting* terapêutico do programa de treino cognitivo e principalmente pela motivação das participantes em aprender no envelhecimento. Todos esses fatores em conjunto promoveram novas experiências e aprendizagens para as idosas. Os achados sugerem que a melhora no desempenho na habilidade de memória das idosas com ensino fundamental pode ser equiparado ao desempenho das idosas participantes com escolaridade mais alta. Podemos concluir que as novas experiências e o alerta motivacional gerado pela oportunidade de aprender promoveram a consolidação do aprendizado nas voluntárias com baixo nível educacional.

Palavras-chaves: Treino Cognitivo, idosas, consolidação de memória, aprendizagem, escolaridade, motivação.

ABSTRACT

Introduction: Epidemiological studies have shown that practicing, in the course of life, activities such as studying, working and leisure promotes what science calls cognitive reserve, a type of brain resilience that makes the individual that has this property more tolerant to the pathological decline of cognition than others. Studies have evidence that keeping practicing these activities late in life may increase this reserve and reduce the risk of Alzheimer's Disease development. Currently, a modality of cognitive training, neurorehabilitation using video games, has demonstrated a likely positive effect on different domains of cognition, especially on memory.

Goal: To verify the effect of cognitive training modality, neurorehabilitation using video games controlled by body movements, on the cognition of elderly individuals suffering from amnesic Mild Cognitive Impairment (MCI), clustered in three educational levels, primary, secondary and higher education.

Methods: Eighty-nine elderly women suffering from amnesic Mild Cognitive Impairment (aMCI) completed the intervention period of a cognitive neurorehabilitation program. The elderly were grouped in three educational levels, primary, secondary and higher education. Participants were also divided into an Experimental Group (EG) and Control Group (CG) for each educational level. EG included 44 participants and CG, 45. The period of cognitive intervention was three months, 12 weeks, 24 sessions (60 minutes each) twice a week, with total workload of 24 hours. Cognitive performance was assessed using neuropsychological tests before and after the 24 intervention sessions. The control group participated in cognitive performance assessments and meetings with the team of investigators (psychoeducational lectures). Instruments administered included the 3rd edition of the Wechsler Memory Scale (WMS III) and the 3rd edition of the Wechsler Adult Intelligence Scale (WAIS III).

Results: A two-way repeated measures ANOVA demonstrated the interaction between session, education and group. Cognitive intervention improved the performance of the elderly with primary education in all memory measures of the WMS III; whereas the performance of the elderly with secondary education improved in some memory measures, such as immediate and delayed auditory memory, immediate memory, and general memory. There is no improvement on performance

in memory measures of the elderly group with higher education. The intervention did not change the performance of volunteers in the WAIS III intelligence measures to which participants were subjected.

Conclusion: Findings demonstrated that the benefit found in the performance in all memory measures for elderly women with primary education resulted from the plastic stimulation promoted by the cognitive training period, cognitive tasks using video games, therapeutic setting of the cognitive training program and, especially, the motivation of participants to learn during aging. The combination of all these variables led to new experiences and learning for the elderly. The findings suggest that the improvement in performance in the ability of the memory of elderly women with basic education be assimilated to the performance of the elderly participants with a higher education level. We can conclude that the new experiences and motivation alert brought about by the opportunity to learn promoted the consolidation of learning in volunteers with a lower educational level.

Keywords: Cognitive training, elderly women, memory consolidation, learning, schooling, motivation.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - TOPOLOGIA DO SENSOR KINECT	53
FIGURA 2 - DISTÂNCIA ENTRE O SENSOR DE MOVIMENTO E O JOGADOR....	55
FIGURA 3 - PONTOS IR VISTOS PELA CÂMERA IR.	58
FIGURA 4 - IMAGEM DE PROFUNDIDADE SENSOR MICROSOFT KINECT	57
FIGURA 5 - RASTREAMENTO ESQUELÉTICO	60
FIGURA 6 - CLASSIFICAÇÃO DE PARTES DO CORPO IR.....	60
FIGURA 7 - SIMON GAME.	64
FIGURA 8 - JOGO SIMON DIRETO	65
FIGURA 9 - JOGO SIMON INDIRETO.....	66
FIGURA 10 - SIMON TASK – DIREITA E ESQUERDA.....	67
FIGURA 11 - STROOP GAME I.....	68
FIGURA 12 - STROOP GAME II.....	69
FIGURA 13 - JOGO CAÇA MOEDAS.	70
FIGURA 14 - VERSÕES CLÁSSICAS DO JOGO PONG	71
FIGURA 15 – REPRESENTAÇÃO DO JOGO PONG.....	72
FIGURA 16 – REPRESENTAÇÃO DO JOGO DE MEMÓRIA	73

FIGURA 17 - FLUXOGRAMA CONSORT 2010.....	92
FIGURA 18 – MEMÓRIA AUDITIVA IMEDIATA.....	83
FIGURA 19 - MEMÓRIA VISUAL IMEDIATA	84
FIGURA 20 - MEMÓRIA IMEDIATA	85
FIGURA 21 - MEMÓRIA AUDITIVA TARDIA	86
FIGURA 22 - MEMÓRIA VISUAL TARDIA	87
FIGURA 23 - MEMÓRIA GERAL	88
FIGURA 24 - ÍNDICE DE COMPREENSÃO VERBAL	89
FIGURA 25 - ÍNDICE DE MEMÓRIA OPERACIONAL	90
FIGURA 26 - ESCORE VERBAL	90
FIGURA 27 - ÍNDICE DE ORIENTAÇÃO PERCEPTUAL	91
FIGURA 28 - ÍNDICE DE VELOCIDADE DE PROCESSAMENTO	92
FIGURA 29 - ESCORE DE EXECUÇÃO	92

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Principais achados de estudos que investigaram o efeito do treino cognitivo com jogos de videogames na cognição de idosos no período de 2005 a 2015.	37
QUADRO 2 - Limitações, descrição e as adaptações realizadas para uso do kinect microsoft sensor® no estudo.....	56
QUADRO 3 - Fluxo de Entrada.....	61

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

WHO - World Health Organization.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

ADI - Alzheimer's Disease International.

CCL - Comprometimento Cognitivo Leve.

a CCL – Comprometimento Cognitivo Leve tipo amnésico.

DSM 5 - Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais da Associação Psiquiátrica Americana 5ª edição.

DSM - IV - TR – Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais da Associação Psiquiátrica Americana 4ª edição revisada.

CID -10 – Classificação Internacional dos Transtornos Mentais.

OPAS / OMS – Organização Mundial de Saúde.

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento.

DTA – Demência Tipo Alzheimer.

ZSV – Zona Subventricular.

ZSG – Zona Subgranular.

GD – Giro Denteado

CMR – Corrente Migratória Rostral.

DA – Doença de Alzheimer.

SNC – Sistema Nervoso Central.

EA – Enriquecimento Ambiental.

PHF – Filamentos Helicoidais Pareados.

WMS III – Escala de Memória Wechsler – Revisada 3ª edição.

WMS R – Escala de Memória Wechsler – Revisada.

WAIS III – Escala Wechsler de Inteligência para adultos – Revisada 3ª edição.

MEEM – Mine Exame do Estado Mental.

CONSORT – Consolidated Standards of Reporting Trials.

REBEC – Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos.

NINCDS - ADRDA – National Institute of Neurologic Communicative Disorders and Stroke – Alzheimer Disease and Related Disorders Association.

SDK 1.8 – Kit de Desenvolvimento para Windows Kinect.

Microsoft XNA – Framework que serve para o desenvolvimento de jogos para PCs com Windows, para o console Xbox 360.

SCRUM – Metodologia ágil para gestão e planejamento de projetos de Software.

IR – Infravermelho.

CDR – Clinical Dementia Rating.

GDS – 15 – Escala de Intensidade de Sintomas Depressivos – Escala de Depressão Geriátrica.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	19
2 REVISÃO DE LITERATURA	23
2.1 ENVELHECIMENTO POPULACIONAL	23
2.2 ENVELHECIMENTO BIOLÓGICO	24
2.3 IMPACTO DO ENVELHECIMENTO NA MORBIDADE E MORTALIDADE	26
2.4 NEUROGÊNESE	27
2.5 TREINO COGNITIVO	29
2.6 RESERVA COGNITIVA E ESCOLARIDADE	31
2.7 COMPROMETIMENTO COGNITIVO LEVE	33
2.8 JOGOS DE VIDEOGAMES COMO MÉTODO DE TREINO COGNITIVO	34
2.9 JOGOS DIGITAIS	45
2.9.1 Jogabilidade	46
2.9.2 Design	46
2.9.3 Imersão	47
3 OBJETIVOS	48
3.1 OBJETIVO GERAL	48
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	48
4 HIPÓTESE DO ESTUDO	49
5 MÉTODOS	50
5.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO	50
5.2 LOCAL DO ESTUDO	50
5.3 POPULAÇÃO E AMOSTRA	50
5.4 VARIÁVEIS EM ESTUDO	52
5.5 DESCRIÇÃO DA INTERVENÇÃO	52

5.5.1 Desenvolvimento dos jogos de videogames controlados por movimento corporal.....	52
5.5.1.1 <i>Software</i>	52
5.5.1.2 <i>Sensor Kinect</i>	52
5.5.1.2.1 <i>Captura do Movimento</i>	57
5.6 <i>Intervenção Cognitiva com Jogos controlados por movimento corporal.</i>	61
5.6.1 Panorama do Programa de Neuro reabilitação cognitiva	61
5.6.2 Videogames desenvolvidos para o Programa de Neuro Reabilitação Cognitiva.....	62
5.6.2.1 <i>Simon Direto</i>	62
5.6.2.2 <i>Simon Indireto</i>	64
5.6.2.3 <i>Simon Task - direita e esquerda</i>	65
5.6.2.4 <i>Stroop Game I e II</i>	66
5.6.2.5 <i>Caça moedas</i>	68
5.6.2.6 <i>Pong</i>	69
5.6.2.7 <i>Jogo de Cartas de Memória</i>	72
5.7 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS	72
5.7.1 Ficha de Dados Sócio demográficos.....	72
5.7.2 Avaliação do Desempenho Cognitivo	73
5.7.2.1 <i>Avaliação do Estado Mental: Mini exame do Estado Mental</i>	73
5.7.2.2 <i>Versão em português da Clinical Dementia Rating</i>	73
5.7.2.3 <i>Intensidade de Sintomas Depressivos: Escala de Depressão Geriátrica: GDS - 15</i>	74
5.7.2.4 <i>Instrumentos de Avaliação Neuropsicológica</i>	74
5.7.2.4.1 <i>Escala Wechsler de Memória III</i>	74
5.7.2.4.2 <i>Escala Wechsler de Inteligência para adultos</i>	75
5.8 COLETA DE DADOS	76
5.8.1 Etapa 1.....	76
5.8.2 Etapa 2.....	77
5.8.3 Etapa 3.....	79
5.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA	79

5.9.1 ABORDAGEM ANALÍTICA	79
6 ASPECTOS ÉTICOS	80
7 RESULTADOS.....	81
7.1 CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA	81
7.2 INTERVENÇÃO	81
7.2.1 Desempenho pré e pós- treino na Escala Wechsler de Memória III.....	81
7.2.1.1 Memória Auditiva Imediata	82
7.2.1.2 Memória Visual Imediata	83
7.2.1.3 Memória Imediata	84
7.2.1.4 Memória Auditiva Tardia	85
7.2.1.5 Memória Visual Tardia	86
7.2.1.6 Memória Geral	86
7.2.1.7. Intensidade de relação entre as variáveis escolaridade e memória	87
7.2.2 Desempenho pré e pós - treino na Escala Wechsler de Inteligência III	88
7.2.2.1 Escore Verbal	88
7.2.2.2 Escore de Execução.....	90
9 DISCUSSÃO.....	93
10 CONCLUSÕES	102
REFERÊNCIAS.....	103
APÊNDICE A – Artigo de Revisão	114
APÊNDICE B – Folha de Submissão do Artigo - Revista Ciência e Saúde Coletiva	126
ANEXO A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	127
ANEXO B - Reportagem especial sobre a proposta do ensaio clínico publicada no caderno tecnologia do Jornal Zero Hora.	129
ANEXO C – Carta de Aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa/PUCRS.....	130

1 INTRODUÇÃO

A população mundial está envelhecendo rapidamente e para os próximos 5 anos os idosos vão exceder em número crianças e jovens. Entre 2000 e 2050, a população mundial acima de 60 anos vai dobrar de 11% para 22%, sendo que quatro quintos estariam na África, na Ásia e na América Latina (WHO, 2012a). No Brasil, a população idosa, amparada por uma maior expectativa de vida, deve praticamente quadruplicar até 2060, confirmando a tendência de envelhecimento acelerado da população (IBGE, 2010). Os custos globais com as Demências, em especial com a Doença de Alzheimer ultrapassam 1% do Produto Interno Bruto mundial chegando a US\$ 604 bilhões (BUPA, 2010; SUZMAN, 2015).

Segundo os dados compilados pela *Alzheimer's Disease International* (ADI) estima-se que existam atualmente no mundo 35,6 milhões de pessoas vivendo com Doença de Alzheimer e outras Demências. A previsão é de que esse número suba para 65,7 milhões até 2030 e para 115,4 milhões até 2050 (WHO,2015b). A Demência é uma síndrome caracterizada por declínio de memória e outras alterações neuropsicológicas, com um curso de deterioração progressiva, que ocorre preferencialmente no envelhecimento e com aumento exponencial em função da idade (APA,2002a).

As demências afetam cerca de 5% da população idosa acima dos 65 anos, sendo que essa frequência pode alcançar de 20% a 25% acima dos 80 anos. A taxa de conversão anual do Comprometimento Cognitivo Leve (CCL) para a Doença de Alzheimer variou entre 10% e 15%, sugerindo que essa condição seria um fator de risco. O curso de uma Demência pode durar mais de 10 anos e os pacientes, em geral, são cuidados por cuidadores e familiares (JACK, 2011).

Na última versão do Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais da Associação Psiquiátrica Americana (DSM 5). Os quadros de Demência e de Transtorno Amnésico (DSM-IV-TR) foram reunidos no capítulo dos Transtornos Neurocognitivos (APA, 2002a; ARAUJO, 2014).

Os Transtornos Neurocognitivos dividem-se em Transtorno Neurocognitivo Maior que são condições clínicas debilitantes como a Doença de Alzheimer e outras Demências e o Transtorno Neurocognitivo Leve, as condições moderadas, o Transtorno Amnésico, o Comprometimento Cognitivo Leve ou Declínio Cognitivo (APA,2002a; APA,2013b).

Durante os últimos anos, vários autores têm tentado definir as características clínicas e neuropatológicas do CCL, criando diversos termos diagnósticos, tais como: Demência Leve, Declínio Cognitivo Leve, Demência Questionável, Distúrbio Cognitivo Limitado, Demência Mínima, prejuízo de memória associado à idade e recentemente Transtorno Neurocognitivo Leve (CLEMENTE,2008;PETERSEN,2001 a; APA, 2013 b).

O termo Transtorno Cognitivo Leve foi incluído na última versão do Código Internacional de Doenças CID-10 para ser aplicado a idosos que apresentam declínio do desempenho cognitivo, usualmente acompanhado de anormalidades em testes psicométricos, mas que não chegam a preencher critérios diagnósticos para demência, e que preservam as atividades de vida diária e instrumentais (OMS, 1993).

No Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais da Associação Psiquiátrica Americana 4 eds. TR., os critérios diagnósticos incluem queixa de memória, déficit de memória comparado com idosos normais, funcionamento intelectual geral normal, sem dificuldades com atividades de vida diária e

instrumental e alto risco para desenvolver Demência (DSM-IV-TR) (APA, 2002 a). Na nova classificação diagnóstica Norte Americana, os critérios para diagnóstico conforme o DSM 5, são baseados na evidência de declínio de uma ou mais áreas de domínio cognitivo relatado e documentado através de testes padronizados, os sintomas causam prejuízo na independência do indivíduo e nas atividades de vida diária (APA,2013 b).

O Comprometimento Cognitivo Leve (CCL) é caracterizado por queixa subjetiva (relato corroborado por informante), função intelectual geral preservada, demonstração de comprometimento da memória por testagem cognitiva, e ausência de Demência (PETERSEN, 2004 b).

O *National Institute on Aging - Alzheimer's Association* propôs o uso do termo *Mild Cognitive Impairment* para se referir ao subtipo amnésico como uma forma pré-clínica da Doença de Alzheimer (ALBERT,2011). O subtipo amnésico pode ser diferenciado em domínio amnésico de único domínio e domínio amnésico com múltiplos domínios (PETERSEN,2004 b).Estes subtipos podem representar dois pontos ao longo do *continuum* entre o envelhecimento normal e a Doença de Alzheimer. O subtipo amnésico com múltiplos domínios apresenta importante grau de deterioração cognitiva o que corrobora com as altas taxas de conversão para Doença de Alzheimer (HAN, 2012).

Atualmente, evidências sugerem que o treino cognitivo com jogos de vídeo game tem efeito positivo na cognição de idosos em diferentes domínios cognitivos, incluindo velocidade de processamento, atenção e memória espacial (BALLESTEROS, 2015; MAYAS, 2014).

Este estudo foi conduzido para determinar os efeitos do treino com jogos eletrônicos controlados pelo movimento corporal na cognição de idosos portadores

de Comprometimento Cognitivo Leve tipo amnésico em relação ao nível educacional (Ensino Fundamental, Médio e Superior). Para avaliar o efeito cognitivo as idosas participantes do estudo foram randomizadas em Grupo Experimental (GE) e Grupo Controle (GC) e distribuídas em 3 níveis educacionais.

Os achados sugerem que a melhora no desempenho em memória das idosas com ensino fundamental pode ser equiparado ao desempenho em memória das idosas participantes com nível de ensino superior, sendo este um ponto máximo atingido pelo efeito do treinamento na cognição das idosas com menor escolaridade. Importante ressaltar que o desempenho em memória das idosas com nível superior foi melhor em relação aos demais grupos de idosas no pré-teste e este desempenho manteve-se no pós-teste. Podemos concluir que o alerta motivacional gerado pela oportunidade de aprender promoveu neuroplasticidade sináptica e consolidação do aprendizado nas voluntárias idosas portadoras de a CCL e com baixa escolaridade.

Os achados desta tese corroboram com estudos que sugerem que a estimulação gerada em áreas cerebrais pelo treino de habilidades cognitivas associadas à atividade motora pode resultar em sinaptogênese, neurogênese cerebral, promover a formação de ramificações vasculares no encéfalo com melhora da função cerebral, manutenção da integridade cérebro vascular e o aumento do número de conexões sinápticas. Em conjunto todos esses benefícios possibilitam o aprendizado no envelhecimento (SCHAEFFER et al, 2010; SELKO, 2003; GALLUCCI, 2005).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ENVELHECIMENTO POPULACIONAL

Envelhecer é uma das maiores conquistas da humanidade no Século XX. O envelhecimento da população no mundo de hoje não tem paralelo na história. O aumento percentual no número de pessoas idosas, com 60 anos ou mais, é acompanhado pela queda no número de jovens com menos de 15 anos. Até 2050, o número de idosos no planeta excederá o de jovens, pela primeira vez na história da humanidade (WHO,2015).

Em 1950, as pessoas idosas representavam 8% da população; em 2000, representavam 10% e, segundo as projeções, até 2050, deverão corresponder a 21%. Cinquenta e quatro por cento, ou seja, a maior parte dos idosos do planeta vive na Ásia. Segue-se a Europa, onde representam 24% da população. Hoje, a idade mediana do mundo é de 26 anos. Prevê-se que, até 2050, a idade mediana aumente para 36 anos (WHO, 2015).

Historicamente, os países desenvolvidos têm uma proporção de idosos maior do que as regiões do mundo em desenvolvimento (BUPA, 2010). Atualmente, o que se observa é uma tendência contrária, e espera-se que em 2050, mais de 60% da população de idosos vivam nos países em desenvolvimento (SUZMAN, 2015). Uma vez que amparados por uma maior expectativa de vida, o número de brasileiros acima de 65 anos deve praticamente quadruplicar até 2060 (IBGE, 2010).

Segundo o IBGE a expectativa média de vida dos brasileiros deve aumentar dos atuais 75 anos para 81 anos. E conforme o mesmo órgão as mulheres continuarão vivendo mais que os homens e em 2060 a expectativa de vida delas será de 84,4 anos e para os homens 78,03 anos de vida (IBGE, 2010). O

crescimento expressivo de idosos na população brasileira conduz a necessidade de se entender melhor o processo de envelhecimento cognitivo.

Projeta-se para os próximos anos um aumento global na expectativa de vida da população em torno de 8 anos expressando o significativo envelhecimento da população mundial (SUZMAN, 2015).

Segundo os dados do censo de 2010, feito pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, e do Atlas do desenvolvimento humano no Brasil, produzido pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), das 20 cidades com maior concentração de pessoas com mais de 60 anos, 18 são gaúchas. Entre elas Porto Alegre é a capital que concentra não apenas o maior número de idosos, mas também a maior população de longevos (pessoas acima de 80 anos de idade). No Brasil, 10,8% da população pode ser considerada idosa (BUPA, 2010; IBGE, 2010).

2.2 ENVELHECIMENTO BIOLÓGICO

O envelhecimento consiste na perda paulatina da capacidade de adaptação do organismo provocada pela interação de fatores intrínsecos (genéticos) e (extrínsecos) ambientais (CAMEJO, 1989).

O envelhecimento pode ser considerado de dois tipos: o saudável, conhecido como Senescência, em que o idoso retém sua capacidade intelectual e física em níveis aceitáveis; e o patológico chamado Senilidade, em que os sinais de degeneração muito intensos aparecem (PAPALÉO NETTO, 1999).

O envelhecimento pode ser definido, em termos biológicos, como um declínio na habilidade de um organismo em responder a estímulos estressores, levando a uma disfunção na homeostasia e a um aumento na incidência das doenças. Quanto

ao envelhecimento biológico da cognição, a espécie humana compartilha com a maioria dos mamíferos padrões determinados de envelhecimento cerebral, que incluem a atrofia de grupos neuronais, a redução da atividade sináptica, o aumento da atividade glial, a diminuição de determinados grupos de receptores e o acúmulo de produtos metabólicos (PAPALÉO NETTO, 1999; PARENTE, 2006; CHAVES; FINKELSZTE; STEFANI, 2008).

Durante o envelhecimento normal, a presença mais acentuada de mecanismos patogênicos envolvidos em doenças neurodegenerativas tem guiado estudos sobre a biologia do envelhecimento como: o aumento dos radicais livres, o prejuízo no metabolismo energético, à perturbação na homeostase do cálcio intracelular e os processos inflamatórios (PARENTE, 2006).

Sabe - se que a Doença de Alzheimer que está associada com lesão e morte neuronal difusa. As pesquisas têm sido direcionadas para as alterações neuropatológicas e bioquímicas: modificações estruturais e alterações de neurotransmissores, como enovelamento neurofibrilar, placas neuríticas, alterações do metabolismo amilóide, perda sináptica e morte neuronal (PARENTE, 2006).

A fase intermediária entre um declínio normal e a possibilidade de ser um ponto inicial de deterioração cognitiva, o Comprometimento Cognitivo Leve, foco de interesse de um grande número de pesquisadores do envelhecimento, acompanha o surgimento dessas lesões, que se caracterizam pelo depósito fibrilar extracelular de polipeptídeos derivados de glicoproteínas denominadas β -APP (proteína precursora β -amilóide) e por enovelados filamentosos intraneuronais formados por proteínas tau em um arranjo denominado PHF (Filamentos Helicoidais Pareados). Os depósitos amilóides são distribuídos principalmente nas paredes dos vasos cerebrais, nas

placas neuríticas e nas lesões difusas nos gânglios da base e no cerebelo (CHAVES; FINKELSZTE; STEFANI, 2008).

Atualmente, pesquisas sobre envelhecimento neuronal têm procurado definir em que medida fatores genéticos (APOE ϵ 4, associado ao aumento do risco para demências) e ambientais (como atividade física, dieta e estímulo cognitivo) modulam a atividade celular e alteram as chances de degeneração neuronal (ALTMAN, 1990).

Segundo alguns autores, o envelhecimento pode ser explicado pelas complexas manifestações que levam ao encurtamento da expectativa de vida; soma das alterações biológicas, psicológicas e sociais que, depois de alcançar a vida adulta e ultrapassar a idade de desempenho máximo leva a uma redução gradual das capacidades de adaptação e desempenho psicológico do indivíduo (BERNIE, 2002).

2.3 IMPACTO DO ENVELHECIMENTO NA MORBIDADE E MORTALIDADE

Estudos sobre o impacto do aumento da expectativa de vida no Brasil mostram que a maioria das causas de óbito estão relacionadas às doenças crônicas não transmissíveis, comuns entre os idosos (LIVINGSTON, 2005; OTT, 1995).

Entre os quadros neurológicos comumente associados ao envelhecimento destaca-se a Demência de Tipo Alzheimer (DTA), sendo este o tipo de Demência mais comum. E o número de casos vem crescendo em consonância com o aumento da expectativa de vida nas últimas décadas. No Brasil, estima-se que atinja entre 600 mil a um milhão de idosos brasileiros (RIETZE, 2000).

Algumas pesquisas têm enfatizado que anos antes da instalação da DTA aparecem dificuldades cognitivas, do tipo atualmente conhecido por Comprometimento Cognitivo Leve (CCL). Para alguns pesquisadores, o

Comprometimento Cognitivo Leve (CCL) corresponde a um estágio intermediário entre o envelhecimento normal e as demências, enquanto para outros pode ser uma entidade clínica não degenerativa (STEINBERG, 2004; SCHUFF, 1997).

Estudos sobre CCL são relevantes para a melhor compreensão da Doença tipo Alzheimer, segundo Golomb a relevância refere-se ao fato que cerca de 50% dos indivíduos com Comprometimento Cognitivo Leve progridem para Demência Tipo Alzheimer. Tal fato sugere que o diagnóstico de CCL pode ser um bom preditor para este tipo de demência, assim, como os fatores de risco genéticos. Neste ponto focam-se as pesquisas para o desenvolvimento de intervenções terapêuticas no sentido de evitar a progressão da doença para um quadro demencial (GOLOMB, 2001).

Segundo a literatura, a taxa de conversão anual para quadros demenciais em pacientes portadores de Comprometimento Cognitivo Leve varia entre 10% e 15% enquanto para indivíduos normais a taxa fica entre um e dois por cento ao ano. Observando que nem todos os indivíduos que são diagnosticados como portadores de Comprometimento Cognitivo Leve desenvolvem quadros demenciais (BUSSE, 2003).

2.4 NEUROGÊNESE

A neurogênese no sistema nervoso central de mamíferos adultos ocorre por toda vida (KUHN HG, 1996). A Neurogênese ocorre em regiões discretas do cérebro adulto, incluindo a Zona subventricular (ZSV) dos ventrículos laterais e a zona subgranular (ZSG) do giro denteado (GD) (SCHUFF, 1997; SCARMEAS, 2001).

É primariamente um processo do desenvolvimento que compreende a proliferação de células-tronco e progenitoras neurais residentes e sua subsequente

migração, diferenciação em neurônios maduros e integração funcional na rede neuronal pré-existente. Assim, a partir das duas zonas neurogênicas, os novos neurônios migram em direção a seus alvos finais em outras áreas do encéfalo onde se diferenciam e se integram aos circuitos locais (SCARMEAS, 2001; CAMERON; MCKAY, 2001).

Os neurônios que surgem na ZSV migram em direção ao bulbo olfatório através de uma corrente migratória rostral (CMR), e novos neurônios deixando a ZSG migram para a camada de células granulares do GD. Novos neurônios residindo na zona subventricular também entram no neocórtex de associação (córtices pré-frontal, temporal inferior e parietal posterior), estriado, córtex piriforme, amígdala e córtex entorrinal lateral (SCARMEAS, 2001; EHNINGER; KEMPERMANN, 2008).

A neurogênese nestas regiões está sujeita a regulação fisiológica por glicocorticóides, fatores de crescimento, neurotransmissão excitatória, aprendizado, estresse e podem ser modificadas farmacologicamente (BÄCKMAN, 2004; ALBERT, 2011).

A Doença de Alzheimer (DA), a causa mais comum de demência, é caracterizada pela presença no cérebro de placas senis extracelulares contendo peptídeo β -amilóide ($A\beta$) derivado da proteína precursora de amilóide (APP), e de emaranhados neurofibrilares intracelulares contendo proteína Tau hiperfosforilada. Essas alterações induzem disfunção e degeneração neuronal progressivas, resultando em atrofia cerebral grave e déficits cognitivos (CHAVES; FINKELSZTE; STEFANI, 2008; ALTMAN, 1990).

A neurodegeneração na DA ocorre no giro denteado e na sub-região CA1 do hipocampo, no córtex entorrinal e no neocórtex de associação (córtex parieto

temporal, córtex temporal inferolateral, córtex pré-frontal) mesmo em estágios iniciais (MASUR, 1994; TABERT, 2006).

Tem sido relatado que a neurogênese ocorre em outras áreas do cérebro adulto, tais como neocórtex, sub-regiões CA do hipocampo (CA1, CA2-3), amígdala, córtex piriforme, substância negra e III ventrículo, mas esses dados têm sido fonte de debates e controvérsias e ainda precisam ser confirmados (MODREGO, 2006; ANGELUCCI, 2010).

2.5 TREINO COGNITIVO

O envelhecimento cerebral no SNC envolve uma complexa rede de interações entre neurônios e glia, na qual ambas as células alteram sua atividade funcional normal resultando na diminuição da capacidade regenerativa e na manutenção deficiente das funções sinápticas e cognitivas (MORRISON; BAXTER, 2012). O envelhecimento é um processo plástico (LIBERT; PLETCHER, 2007) e a maleabilidade do processo de envelhecer levanta a possibilidade de desenvolvimento de novos métodos tecnológicos de intervenção para retardar ou até mesmo reverter o processo de envelhecimento (KENYON et al, 2010; JEONG et al, 2012).

A reabilitação cognitiva, a estimulação cognitiva e a neuro reabilitação cognitiva são modalidades de treino cognitivo, metodologias de intervenção não farmacológicas desenhadas e direcionadas para tratar prejuízos cognitivos. No processo de envelhecimento estas tecnologias estão focadas, particularmente, em problemas de memória que caracterizam os estágios iniciais da Doença de Alzheimer (BAHAR-FUCHS; CLARE; WOODS, 2013).

A estimulação cognitiva envolve um grupo de atividades direcionadas para o funcionamento cognitivo e social (SIMON et al, 2012; BAHAR-FUCHS; CLARE; WOODS, 2013). O treino cognitivo ensina estratégias compensatórias para desenvolver habilidades cognitivas (LAMPIT, 2014; BAHAR-FUCHS; CLARE; WOODS, 2013). E a reabilitação cognitiva envolve técnicas individualizadas centradas em atividades de vida diária (KUEIDER et al, 2012; BAHAR-FUCHS; CLARE; WOODS, 2013).

A neuro reabilitação cognitiva faz uso de mecanismos compensatórios (HUANG,2001). É predicada em dois princípios fundamentais: (1) que o encéfalo possui plasticidade inerente e capacidade para recuperar-se de danos, e (2) que os indivíduos, ao longo da vida, têm a capacidade de fazer ajustes comportamentais conforme as circunstâncias (STUSS; WINOCUR; ROBERTSON, 2008).

2.6 RESERVA COGNITIVA E ESCOLARIDADE

Estudos demonstram que a reserva cognitiva é resultado do enriquecimento ambiental que decorre da escolaridade, envolvimento ocupacional e outros fatores circunstanciais e ambientais (HUANG, 2001; STUSS; WINOCUR; ROBERTSON, 2008).

Um estudo de coorte prospectivo realizado em uma comunidade do Norte de Manhattan, Nova Iorque, com 593 indivíduos não demenciados com 60 anos de idade ou mais, durante um período de 4 anos, mostrou que o risco de Demência estava aumentado em sujeitos tanto com baixa escolaridade quanto com baixo tempo de envolvimento ocupacional. O risco foi maior para sujeitos com ambos, baixa escolaridade e baixo tempo de envolvimento ocupacional (STERN, 1994; SCHAEFFER et al, 2010).

Já outro estudo transversal conduzido na população de Rotterdam (Holanda) com 7.528 indivíduos com 55-100 anos de idade, durante um período de 4 anos, demonstrou uma prevalência de Demência substancialmente maior em sujeitos com baixo nível educacional. Entre os sujeitos com nível educacional elementar, o diagnóstico para Demência foi significativo em comparação ao grupo de sujeitos com nível educacional mais alto. Para a Doença de Alzheimer, níveis educacionais mais baixos foram associados ao risco relativo aumentado de Demência. A tendência de uma prevalência de Demência mais alta com menos educação foi altamente significativa. O risco relativo de Demência diminuiu com o aumento do nível educacional (OTT, 1995; SCHAEFFER et al, 2010).

Pessoas com nível educacional mais alto possuem capacidade de reserva cognitiva maior. Isso pode ser explicado pelo fato de que níveis educacionais

maiores levam a maior engajamento em atividades cognitivamente estimuladoras, e reserva cognitiva pode ser resultante do aumento de experiências em nível educacional e envolvimento ocupacional. O termo reserva cerebral é algumas vezes utilizado para se referir diretamente ao tamanho do cérebro ou à densidade sináptica no córtex e reserva cognitiva para se referir a atividade cognitiva realizada pelo cérebro para superar o dano cerebral utilizando aprendizagens pré-existentes através de estratégias compensatórias (STERN, 2012).

Os pesquisadores concluíram que esses indivíduos podem ter tido DA incipiente, mas escaparam da perda de grande número de neurônios ou, alternativamente, começaram com cérebros maiores e mais neurônios e assim poder-se-ia dizer que têm tido uma reserva maior. De acordo com isso, um estudo de coorte prospectivo conduzido em uma comunidade do Norte de Manhattan, Nova Iorque, com 1.772 indivíduos não demenciados com 65 anos de idade ou mais, por até 7 anos (média de 2,9 anos), mostrou que o risco de Demência estava diminuído em sujeitos com engajamento alto em atividades de lazer (WILSON et al, 2002; SCHAEFFER ET AL et al, 2010).

A pesquisa concluiu que tal engajamento pode reduzir o risco de Demência possivelmente ao fornecer uma reserva que retarda o início das manifestações clínicas da doença. Um estudo de coorte longitudinal realizado nos Estados Unidos com 801 freiras, padres e irmãos católicos idosos sem demência, durante um seguimento médio de 4,5 anos, sugeriu que a participação frequente em atividades cognitivamente estimuladoras (assistir à televisão, ouvir música, ler jornais, revistas e livros, jogar cartas, xadrez, palavras-cruzadas, montar quebra-cabeças e ir a museus) na velhice está associada com um risco reduzido de Doença de Alzheimer (WILSON et al, 2002; SCHAEFFER et al, 2010).

2.7 COMPROMETIMENTO COGNITIVO LEVE

O Registro Mayo de doença de Alzheimer iniciou em 1986 como um estudo longitudinal de base comunitária sobre envelhecimento e Demência. À medida que os participantes eram avaliados, os pesquisadores identificaram que classificá-los apenas como normais ou demenciados deixava um vazio entre estas duas categorias. Assim, esses indivíduos foram categorizados com uma designação separada e, quando seguidos ao longo do tempo, pareceram progredir para Demência em uma taxa maior do que a população geral (PETERSEN, 2001a).

O conceito sobre Comprometimento Cognitivo Leve (CCL) descrito por Petersen inclui as seguintes características: queixa subjetiva de memória (relato corroborado por informante colateral e por escalas), função intelectual geral preservada demonstrada por desempenho em habilidades linguísticas (vocabulário), demonstração de comprometimento de memória por testagem cognitiva, desempenho preservado em atividades de vida diária e ausência de Demência (PETERSEN, 2001a).

O construto CCL propõe identificar os indivíduos que apresentam certo declínio cognitivo em um ponto inicial do comprometimento no qual até são possíveis às intervenções terapêuticas. No entanto, esta zona de transição tem sido descrita na literatura científica de diversas formas e tem recebido diferentes nomenclaturas.

Petersen e Morris observaram a heterogeneidade clínica do CCL e propuseram a seguinte classificação (PETERSEN, 2001a; MORRIS, 2011).

CCL amnésico: somente afeta a memória é a apresentação mais frequente de CCL na qual se observa um importante prejuízo da memória, com uma relativa

preservação das outras capacidades cognitivas. É o tipo de CCL mais estudado e conhecido.

CCL amnésico com múltiplos domínios: se caracteriza por um leve prejuízo em mais de uma área cognitiva, sendo uma delas a memória, mas de gravidade insuficiente para constituir demência. Implica em afetar diferentes graus em domínios cognitivos como a linguagem, as funções executivas e as habilidades visuo espaciais, com alteração da memória.

CCL de múltiplos domínios não amnésicos: Afeta várias áreas cognitivas distintas. Considerando que a memória poder ser prejudicada pela inter-relação com outras áreas cognitivas que estão prejudicadas.

CCL de domínio único não amnésico: prejuízo em um único domínio distinto da memória, por exemplo, linguagem, funções executivas, habilidades visuo espaciais. E conservam relativamente intactas as outras capacidades cognitivas, com certo prejuízo das atividades básicas de vida diária.

O CCL é entendido como uma entidade clínica de difícil definição, alguns autores consideram o Comprometimento Cognitivo Leve como uma fase, um *continuum* da normalidade à Demência (PETERSEN, 2001a).

A dificuldade para definir o Comprometimento Cognitivo Leve é maior devido à ausência de um consenso clínico que sirva como padrão ouro e a falta de um marcador biológico validado que o identifique (MORRIS, 2011).

2.8 JOGOS DE VIDEOGAMES COMO MÉTODO DE TREINO COGNITIVO

Novas experiências promovem mudanças funcionais e anatômicas no Sistema Nervoso Central (SNC) (SPOLIDORO, 2009). Na literatura encontramos diversos modelos que promovem modificações plásticas no SNC, tais como,

exercício físico, estresse crônico ou agudo, enriquecimento ambiental e jogar jogos de videogames (GATZ et al, 2005). Atualmente, é crescente a literatura sobre a potencialidade dos jogos de videogames como ferramentas de enriquecimento ambiental através do treino cognitivo. Os jogos de videogames, assim como, o Enriquecimento Ambiental (EA) têm como característica proporcionar aumento dos estímulos visuais, sensoriais e motores (NITHIANA NTHARAJAH & HANNAN, 2006).

Para compreender o panorama científico do presente estudo que compõe esta tese realizamos uma revisão sistemática sobre os principais achados de estudos entre 2005 e 2015 sobre o efeito do Treino cognitivo com jogos de videogame na cognição de idosos. Dos 70 artigos encontrados inicialmente, 21 estudos atenderam aos critérios de seleção da revisão sistemática. Sete estudos (33%) verificaram melhoras significativas em velocidade de processamento, atenção sustentada, alerta, memória de trabalho viso espacial, flexibilidade cognitiva, memória visual imediata e tardia e coordenação viso-motora-espacial. Em relação à metodologia de treino dos estudos, 11 (52%) foram com treino de curta duração (uma a seis semanas) e tempo total entre menor tempo 4,5 horas e maior tempo 23,5 horas; e 10 (47%) com treino de longa duração (sete a 12 semanas) e tempo total de treino entre 12 e 36 horas. Os treinos de curta duração foram mais eficazes.

A constatação do tempo total necessário de treino foi o achado principal desta revisão sistemática. Intervenção cognitiva com uso de jogos de vídeo game de curta duração, entre uma e seis semanas, e tempo total do programa de treino cognitivo entre 4,5 horas e 23,5 horas foi eficaz para idosos, sendo esta uma dose de tempo de intervenção cognitiva necessária e suficiente para a consolidação de sistemas e aquisição de um aprendizado no envelhecimento. Os efeitos cognitivos encontrados

nos estudos sugerem que o cérebro idoso é capaz de adquirir, manter e enriquecer-se com novas aprendizagens.

No Quadro 1 apresentamos a revisão sistemática realizada para esta tese sobre os principais achados de estudos entre 2005 e 2015 sobre o efeito do Treino cognitivo com jogos de videogame na cognição de idosos.

Quadro 1 - Principais achados de estudos que investigaram o efeito do treino cognitivo com jogos de videogames na cognição de idosos no período de 2005 a 2015.

(Continua)

Autor (ano)	N	Controle	Instrumentos de medida pré-intervenção e pós-intervenção	Variáveis analisadas	Treino (Nº sessões, tempo sessão, Nº sessões por semana, Nº horas total)	P (entre grupo)	Principais achados	Jogos
CASSAVAUGH & KRAMER	21	Controle sem contato	Tarefas cognitivas: Tarefa de atenção seletiva Tarefa N-back	Atenção viso espacial, memória de trabalho controle mental em tarefas de dupla condição	8 sessões, 3 semanas	0,005	GE melhora em tempo de reação	<i>Programa de treino Simulador de direção</i>
BOZOKI ET AL.	60	Grupo controle com atividades <i>online</i>	Bateria de testes neuropsicológicos computadorizados	Atenção visual, Memória de trabalho visual Velocidade de processamento Memória verbal Processamento executivo espacial Planejamento estratégico	6 semanas 30 sessões, 1h, 5 vezes por semana, 30h	0,001	GE melhora em memória de trabalho e habilidade viso-espacial	<i>Jogos on-line My Better Mind® (Michigan State University, USA)</i>
ANGUERA ET AL.	174	Grupo ativo de única tarefa e Grupo não ativo	Memória de trabalho: Reconhecimento visual tardio Tarefa de controle motor Velocidade de Processamento Tarefa símbolos (dígitos) Test of Variables of Attention (TOVA) Useful field of view test (UFOV)	Controle cognitivo	12sessões (4semanas), 1h, 3 vezes por semana, 12h.	0,005	GE melhora em atenção sustentada e memória de trabalho	<i>Neuroracer® (University of California, San Francisco, USA)</i>

Fonte: ASSIS et al. (2015).

Quadro 1 - Principais achados de estudos que investigaram o efeito do treino cognitivo com jogos de videogames na cognição de idosos no período de 2005 a 2015.

(Continuação)

Autor (ano)	N	Controle	Instrumentos de medida pré-intervenção e pós-intervenção	Variáveis analisadas	Treino (Nº sessões, tempo sessão, Nº sessões por semana, Nº horas total)	P (entre grupos)	Principais achados	Jogos
BELCHIOR ET AL.	58	Grupo controle sem contato Grupo controle ativo: jogo de ação (Medal of Honor)	MEEM Useful Field of View (UFOV) test	Atenção visual seletiva	6 sessões, 90 min, 2-3 sessões por semana, 9h.	0,001	GE melhora em atenção visual seletiva	<i>Useful Field of View® (UFOV)</i> <i>Medal of Honor®</i> (Electronic Arts, Sony, Japan)
BOOT ET AL.	62	Grupo controle Grupo ativo: jogo de ação <i>Mario Kart DS®</i>	Corsi Block Tapping Raven's Matrices	Velocidade de processamento (Tempo de reação) Memória Atenção Controle executivo	1,5 a 2h por sessão, 12 semanas, 60 horas de jogo.	0,002	GE melhora em atenção com transferência para funções executivas	<i>Brain Fitness Game (BFG)®</i> (Happy Neuron Inc, USA) <i>Mario Kart DS®</i> (Nintendo, Japan)
STERN ET AL.	60	Grupo ativo com <i>game play</i> Grupo controle sem <i>game play</i>	Subteste símbolos WAIS III Trail Making Test parte A Trail Making Test Part B Subteste cubos WAIS III California Verbal Learning Test (recordação) Controlled Oral Word Association Test Subteste sequência de números e letras Stroop Color and WordTest	Controle executivo Viso construção Memória Linguagem Atenção dividida Multi tarefas Controle motor Memória Memória de trabalho	36 sessões, 1h, 3 vezes por semana, 36h.	0,001	GE melhora em controle executivo	<i>Space Fortress® (SF)</i> (University of Illinois, USA)

Fonte: ASSIS et al. (2015).

Quadro 1 - Principais achados de estudos que investigaram o efeito do treino cognitivo com jogos de videogames na cognição de idosos no período de 2005 a 2015.

(Continuação)

Autor (ano)	N	Controle	Instrumentos de medida pré-intervenção e pós-intervenção	Variáveis analisadas	Treino (Nº sessões, tempo sessão, Nº sessões por semana, Nº horas total)	P (entre grupos)	Principais achados	Jogos
NOUCHI ET AL.	32	Grupo controle	Teste de trilhas e Bateria de avaliação frontal	Funções executivas	20 sessões, 15min, 5 sessões por semana, 5h.	0,005	GE melhora em funções executivas e velocidade de processamento	<i>Brain Age® (BA)</i> (Nintendo, USA)
ACKERMAN ET AL.	78	Grupo de leitura	CogAT battery	Velocidade de processamento Memória de trabalho visual Espacial orientação Velocidade de percepção Inteligência fluída e cristalizada	20 sessões, 1h, 5vezes por semana, 4 semanas, 20 h.	0,001	GE melhora de desempenho de tarefas cognitivo motoras.	<i>Wii Big Brain Academy®</i> (Nintendo, USA)
NACKE ET AL.	21	Grupo de comparação : jovens	Tarefas cognitivas informatizadas para medida de desempenho em jogar Nintendo DS Comparação entre grupo jovem e grupo idoso	Solução de problemas na experiência em jogar com Nintendo DS versus lápis e papel	1 sessão (com 5 min de treino para aprendizado)	0,001	GE melhora no desempenho e motivação tarefas envolvendo solução de problemas matemáticos.	<i>Dr Kawashima Brain training</i> Nintendo DS® (Nintendo, Japan)

Fonte: ASSIS et al. (2015).

Quadro 1 - Principais achados de estudos que investigaram o efeito do treino cognitivo com jogos de videogames na cognição de idosos no período de 2005 a 2015.

(Continuação)

Autor (ano)	N	Controle	Instrumentos de medida pré-intervenção e pós-intervenção	Variáveis analisadas	Treino (Nº sessões, tempo sessão, Nº sessões por semana, Nº horas total)	P (entre grupos)	Principais achados	Jogos
BASAK ET AL.	40	Grupo controle sem treino e sem contato	Tarefas de Controle Executivo: Operation Span, Tarefa de alternância, N-Back Task, Tarefa de memória visual de curto prazo, Raven, Stopping Task, Tarefas de Atenção Viso-espacial: Functional Field of View, Attentional Blink, Enumeration, Mental Rotation	Alternância de tarefas Memória de trabalho, memória de curto prazo visual.	15 sessões, 1,5h treino, 3vezes por semana, 23,5 horas.	0,001	GE melhora de desempenho na velocidade de jogo	<i>Rise of Nations®</i> (RON) (Microsoft Game Studios, USA)
BALLESTERO S ET AL.	60	Grupo controle (palestras)	Speed of Processing Task WCST cross-modal visual-auditory odd- ball task Corsi blocks Jigsaw-puzzle tasks Rey-Osterrieth Complex Figure Test. Faces I e II e Family Pictures I e II WMS III	Efeito na cognição	20 sessões, 1h, 5 semanas, 20h.	0,005	GE melhora em Alerta atencional e tarefas de memória visual imediata e tardia.	<i>Lumosity®</i> cognitive training platform (Lumos Lab, San Francisco, USA)
MAYAS ET AL.	40	Grupo controle (encontros)	MEEM GDS Subteste vocabulário WAIS III Cross –modal addball task: medidas de alerta e distração.	Plasticidade cognitiva	20 sessões, 1h, 2 vezes por semana, 20h.	0,007	GE redução da distração, aumento do alerta atencional	<i>Lumosity®</i> cognitive training platform (Lumos Lab, San Francisco, USA)

Fonte: ASSIS et al. (2015).

Quadro 1 - Principais achados de estudos que investigaram o efeito do treino cognitivo com jogos de videogames na cognição de idosos no período de 2005 a 2015.

(Continuação)

Autor (ano)	N	Controle	Instrumentos de medida pré-intervenção e pós-intervenção	Variáveis analisadas	Treino (Nº sessões, tempo sessão, Nº sessões por semana, Nº horas total)	P (entre grupos)	Principais achados	Jogos
MAILLOT ET AL.	32	Grupo controle sem contato	MEEM GDS Modifiable Activity Questionnaire (MAQ) Trail Making Test Stroop Color Word Interference Test Letter Sets Test Matrix Reasoning Test Digit Symbol Substitution Test Spatial Span Test Directional Headings Test Mental Rotation Test Cancellation Test Number Comparison Test Reaction Time Test Plate Tapping Test	Atividade física, controle executivo, velocidade de processamento, visoespacial	24 sessões, 1h, 2 vezes por semana, 24h.	0,001	GE melhorou mais do que o GC em medidas: controle executivo, velocidade de processamento e física. Sem melhora em medida visoespacial	<i>Nintendo Wii®</i> <i>Wii Sports : Wii Tennis : Wii Boxing game Wii Bowling game Wii Soccer Headers Wii Ski Jump Wii Marbles games (Nintendo, Japan)</i>
MC DOUGALL S & HOUSE B	41	Grupo controle sem contato	Digit Span Test	Velocidade de processamento, funções executivas, memória de trabalho visoespacial	6 semanas		GE melhorou em memória de trabalho visoespacial, funções executivas e velocidade de processamento	<i>Nintendo Brain Training® (Nintendo, Japan)</i>

Fonte: ASSIS et al. (2015).

Quadro 1 - Principais achados de estudos que investigaram o efeito do treino cognitivo com jogos de videogames na cognição de idosos no período de 2005 a 2015.

(Continuação)

Autor (ano)	N	Controle	Instrumentos de medida pré-intervenção e pós-intervenção	Variáveis analisadas	Treino (Nº sessões, tempo sessão, Nº sessões por semana, Nº horas total)	P (entre grupos)	Principais achados	Jogos
PERETZ ET AL.	121	Grupo controle: jogos de PC	Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery Raven's Standard Progressive Matrices WCST Continuous Performance Test Stroop Test	Memória Atenção Habilidades viso espaciais Funções executivas Flexibilidade Mental	36 sessões, 25 min, 3 vezes por semana, 16h.	0,005	GE melhorou em memória de trabalho viso espacial, aprendizagem viso espacial e foco atencional. O teste personalizado é mais eficaz que os jogos computadorizados	<i>CogniFit® Personal Coach</i> (Cognifit, USA)
SOSA ET AL.	31	Grupo controle não ativo	Memory Alterations Test Mini Mental State Examination The Trail Making Test Global Feelings of Control Stroop Test	Memória Funções Executivas Bem estar Interferência e flexibilidade cognitiva	5 sessões, 1 semana.	Sem diferença entre os grupos	GE melhora (tempo) processamento silábico e aritmético, melhora em atenção seletiva e funções executivas, flexibilidade cognitiva e suscetibilidade a interferência.	<i>Brain Age®</i> Nintendo DS (Nintendo Japan)

Fonte: ASSIS et al. (2015).

Quadro 1 - Principais achados de estudos que investigaram o efeito do treino cognitivo com jogos de videogames na cognição de idosos no período de 2005 a 2015.

(Continuação)

Autor (ano)	N	Controle	Instrumentos de medida pré-intervenção e pós-intervenção	Variáveis analisadas	Treino (Nº sessões, tempo sessão, Nº sessões por semana, Nº horas total)	P (entre grupos)	Principais achados	Jogos
TORRES ET AL.	43	Grupo de relaxamento muscular Grupo sem contato	Cognitive Sub-scale of Alzheimer's Disease Assessment Scale Clinical Inventory of Self-Concept WHOQOL-Bref ADAS-Cog	Autoconceito Qualidade de vida Cognição	8 semanas.	0,003	GE melhora do funcionamento cognitivo geral, auto-conceito e qualidade de vida.	<i>Super Granny®</i> (Sandlot Games, USA), <i>Zoo Keeper®</i> (USA), <i>Penguin Push®</i> (USA), <i>Bricks®</i> (Brick Game, USA), <i>memory games®</i> (USA).
VAN MUIJDEN ET AL.	72	Grupo questões documentário	MMSE Stroop color-word test Stop-signal test Counting span Mental counters Useful field of view test Raven standard progressive matrices Global-local switching test Smiling faces switching test Test of attentional performance	Memória de trabalho Alternância e inibição da atenção Raciocínio intuitivo	49 sessões, 30min, 7 sessões por semana, 25h.	0,005	GE melhora no processo inibitório em Stop-Signal task e em raciocínio intuitivo (Raven-SPM) GC melhora em atenção seletiva (UFoV-3)	<i>Anagram®</i> (USA), <i>Falling bricks®</i> (Bricks games, USA).

Fonte: ASSIS et al. (2015).

Quadro 1 - Principais achados de estudos que investigaram o efeito do treino cognitivo com jogos de videogames na cognição de idosos no período de 2005 a 2015.

(Final)

Autor (ano)	N	Controle	Instrumentos de medida pré-intervenção e pós-intervenção	Variáveis analisadas	Treino (Nº sessões, tempo sessão, Nº sessões por semana, Nº horas total)	P (entre grupos)	Principais achados	Jogos
KIM KW ET AL.	28	Grupo atividades comunitárias, duração 8 semanas	Digit Span Test, Trail-Making Test Parts A and B, Stroop Word-Color Test, Rey Complex Figure Test, and a verbal fluency test	Coordenação viso motora Flexibilidade cognitiva Viso – especial Memória Cognição verbal	8 semanas, 40 min., 3 vezes por semana	0,005	GE melhora em coordenação viso motora, flexibilidade cognitiva, habilidade viso espacial, memória e habilidade verbal	<i>Music Game Training Program Smart Harmony®</i> (Logitech, USA)
HUGHES ET AL.	20	Grupo controle: saúde educacional	Computerized Assessment of Mild Cognitive Impairment (CAMCI) Cognitive Self-Report Questionnaire-25	Atenção, funções executivas, memória e velocidade de processamento.	24 sessões, 90 min, total de 36 h.	0,002	Tamanho de efeito mediano	Wii Sports® games, including boliche, golf, tennis, and baseball (Nintendo, Japan)
FERNÁNDEZ-CALVO ET AL.	45	Grupo ativo: programa de estimulação cognitiva tradicional Grupo controle: sem contato	Mini-Mental State Examination ADAS-Cog NPI-Q (inventário neuropsiquiátrico) Escala de depresión de Cornell	Atenção, memória e linguagem.	12 semanas, 3 sessões por semana (total de 36h)	0,001	GE melhora significativa em ADAS-COG em comparação com o grupo tradicional de treino cognitivo. Programa Big Brain Academy (BBA)	Big Brain Academy® (Nintendo DS, USA)

Fonte: ASSIS et al. (2015).

2.9 JOGOS DIGITAIS

Em 1944, nasce oficialmente a Teoria de Jogos com a publicação do livro “*Theory of Games and Economic Behavior*”, escrito pelos matemáticos John von Neumann e Oskar Morgenstem (NEUMANN&MORGENSTEM, 1944). Neste clássico livro, os autores lançam as bases que dariam origem a um conjunto de teorias e aplicações relacionadas a várias áreas do conhecimento, entre elas a Economia, a Biologia e a Ciência da Computação.

Os jogos digitais surgiram a partir de meados da década de 70. Um jogo eletrônico é uma atividade lúdica formada por ações e decisões que resultam numa condição final. As ações e decisões, nos jogos eletrônicos, são limitadas por um conjunto de regras e por um universo virtual regido por um programa de computador(SCHUYTEMA,2008). O universo virtual de imersão desenhado para o jogo contextualiza as ações e decisões do jogador, fornecendo a ambientação adequada à narrativa do jogo, enquanto as regras definem os desafios, a fim de dificultar ou impedir o jogador de alcançar os objetivos estabelecidos pelo jogo (BATTAIOLA,2000).

A jogabilidade é o produto final que estimula o jogador a utilizar estratégias de jogo previamente aprendidas para driblar as dificuldades das fases de jogo e alcançar o objetivo final. Para a neuroreabilitação cognitiva este é o ponto chave para o desenvolvimento de jogos digitais, ou seja, criar mecânicas de jogos desafiadoras para o cérebro.

O jogo eletrônico é composto de três partes, segundo Battaiola (2000): enredo, motor e interface interativa. O enredo são os objetivos do jogo e a sequência com a qual os acontecimentos surgem. O motor do jogo é o mecanismo que controla a reação do ambiente às ações e decisões do jogador, efetuando as alterações de

estado neste ambiente. E, por fim, a interface interativa que permite a comunicação entre o jogador e o motor do jogo, fornecendo uma via de entrada para as ações do jogador e outra de saída para as respostas audiovisuais referentes às mudanças solicitadas pelo ambiente do jogo (BATTAIOLA, 2000). Nesta tese utilizamos jogos controlados pelo Microsoft Kinect Sensor®.

2.9.1 Jogabilidade

A jogabilidade ou o *Gameplay* é a interação do jogador com o jogo, a interface de comunicação entre o mundo real e o virtual. A aceitação de um jogo por um determinado público está ligada, entre outros aspectos, à jogabilidade do mesmo. Esta característica determina o que o jogador pode ou não fazer dentro do ambiente de jogo. Para a neurociência, a jogabilidade é a ferramenta para desenvolvimento de tarefas cognitivas direcionadas ao exercício da memória (ROUSE, 2005).

2.9.2 Design

O Design é o que define cada detalhe da jogabilidade de um jogo (ROUSE, 2005). O design do jogo (*Game Design*) determina como funcionarão as ações e reações dentro de um jogo e é através desta ferramenta que as regras que farão parte do jogo são definidas. Esta é uma das etapas mais importantes do ciclo de desenvolvimento de um jogo. Fatores importante do projeto de desenvolvimento de um jogo são determinados durante a fase de design, como, o tipo de ações, a identidade artística, os objetivos e a determinação do público alvo, podemos incluir aqui as atividades cognitivas para estimular sinapses específicas de áreas do cérebro (ROUSE, 2005).

2.9.3 Imersão

Esta terminologia refere-se ao quanto uma pessoa está envolvida em um ambiente virtual, fictício. Este pode ser um livro, um filme, um jogo de vídeo game, entre outros. Para os jogos digitais este conceito determina se a jogabilidade e a apresentação do universo do jogo, tem sucesso em fazer com que o usuário acredite estar participando ativamente do ambiente de realidade virtual. O nível de imersão vai determinar a qualidade da jogabilidade e da experiência como um todo (ROUSE, 2005).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Verificar os efeitos de um programa de Neuro Reabilitação Cognitiva com uso de jogos eletrônicos controlados pelo movimento corporal em idosos portadores de Comprometimento Cognitivo Leve tipo amnésico (a CCL).

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

a) Realizar uma revisão sistemática da literatura sobre os efeitos dos jogos de videogames na cognição de idosos.

b) Desenvolver jogos de videogames controlados pelo movimento corporal para compor um programa de Neuro reabilitação cognitiva desenhado para idosos portadores de Comprometimento Cognitivo leve tipo amnésico.

c) Verificar se o grupo que recebeu o programa de Neuro reabilitação cognitiva apresentou melhora no desempenho cognitivo em comparação ao grupo controle.

4 HIPÓTESE DO ESTUDO

O programa de Neuro reabilitação cognitiva com uso de jogos de videogames controlados pelo movimento corporal é eficaz em promover melhora no desempenho cognitivo de idosos portadores de Comprometimento Cognitivo Leve tipo amnésico.

5 MÉTODOS

5.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO

Trata-se de um ensaio clínico randomizado, controlado.

5.2 LOCAL DO ESTUDO

O estudo foi desenvolvido no município de Porto Alegre (RS), Brasil. A coleta de dados foi realizada no Centro de Pesquisa em Computação Aplicada (CPCA) da Faculdade de Informática da PUCRS.

5.3 POPULAÇÃO E AMOSTRA

A partir da divulgação da seleção de participantes para o estudo no Jornal Zero Hora Dominical através de uma reportagem sobre os benefícios dos jogos de videogame para a terceira idade. Um total de 180 idosos (65 anos a 87anos) interessados entraram em contato com a pesquisadora. Todos os interessados foram chamados e entrevistados pelo time de pesquisadores. Destes 50 idosos foram excluídos por não preencherem os critérios de seleção do estudo, sendo que 130 foram selecionados e iniciaram o programa de treino cognitivo e somente 89 idosos completaram o período de intervenção. Os participantes foram agrupados em três níveis educacionais: fundamental, médio e superior. Os idosos são autônomos, socialmente ativos e residentes na grande Porto Alegre e região. O estudo foi desenvolvido entre agosto de 2013 e março de 2014. O ensaio foi realizado em três meses de outubro a dezembro de 2013.

Todos os participantes leram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) foi realizada à randomização de forma sequencial, um sujeito em cada grupo de escolaridade. Para o cálculo da amostra, foi utilizado o programa

“samples.exe” do pacote Estatístico PEPE. Foi levado em consideração um erro alfa de 0.05 e um poder de estudo de 80%, tendo sido utilizado como referência o estudo de Soledad Ballesteros, Julia Mayas & José Manuel Reales et al. (2013). A variável de interesse utilizada a partir das informações da literatura foi efeito cognitivo. Foram estimados 6 grupos, sendo 3 grupos experimentais (Ensino Fundamental, Ensino Médio, Ensino Superior) e 3 grupos controles (Ensino Fundamental, Ensino Médio e Ensino Superior). Foi calculado um tamanho amostral de 150 idosos.

Para participar do estudo, os indivíduos deveriam ter 60 anos ou mais e pontuação inferior a 5 pontos na Escala de Depressão Geriátrica (GDS-15).

Participantes com *Clinical Dementia Rating* (CDR) de 0,5 (sugestivo de Demência incipiente) ou maior (sugestivo de Demência) foram excluídos da amostra. Para identificar o aCCL foram utilizados os critérios usados pela *Mayo Clinic Alzheimer Disease Research Center* que são as seguintes: (a) queixa de memória referida pelo paciente e corroborada por um familiar e por um médico; (b) atividades de vida diária normais; (c) função cognitiva geral normal; (d) prejuízo cognitivo em uma área cognitiva (escore $>1.5DP$ conforme a idade); (e) sem Demência. O diagnóstico seguiu os critérios diagnósticos do DSM-IV-TR e NINCDS-ADRDA (*National Institute of Neurologic, Communicative Disorders and Stroke-Alzheimer Disease and Related Disorders Association*).

Outros critérios de exclusão foram condições clínicas, como Doença Renal Crônica, sequela de Trauma Crânio Encefálico, Epilepsia, Infarto cerebral, condições psiquiátricas, tais como Distúrbios do Humor e Depressão atual. Foram também excluídos os participantes usuários de álcool e outras drogas e outros medicamentos que possam alterar a cognição e a presença de problemas de visão ou audição não corrigidos.

5.4 VARIÁVEIS EM ESTUDO

- Variáveis socioculturais e econômicas;
- Variáveis cognitivas;
- Hábitos de vida (leitura, atividades cognitivas e físicas);
- História pessoal e familiar de declínio cognitivo.

5.5 DESCRIÇÃO DA INTERVENÇÃO

5.5.1 Desenvolvimento dos jogos de videogames controlados por movimento corporal

5.5.1.1 Software

O Software foi especificamente desenvolvido para uso com o sensor de movimento Kinect da Microsoft®. Os jogos foram desenvolvidos com o Kit de desenvolvimento para Windows Kinect SDK1.8 em XNA Game Studio. Os estágios de desenvolvimento dos jogos são chamados de *Sprints* e foram organizados em implementação, teste e entrega (metodologia SCRUM).

5.5.1.2 Sensor Kinect

Os jogos utilizam para mecânica de funcionamento o sensor Kinect que é um dispositivo de captura de movimento desenvolvido pela Microsoft ® que possui dois sensores de profundidade infravermelhos, uma câmera RGB convencional, microfones e uma base motorizada que em conjunto servem para registrar os movimentos corporais dos usuários em um espaço 3D. O que permite uma interação com o ambiente virtual sem o uso de dispositivos de controle, como o joystick ou mouse. A câmara foi conectada a um computador (PC) através de uma entrada USB.

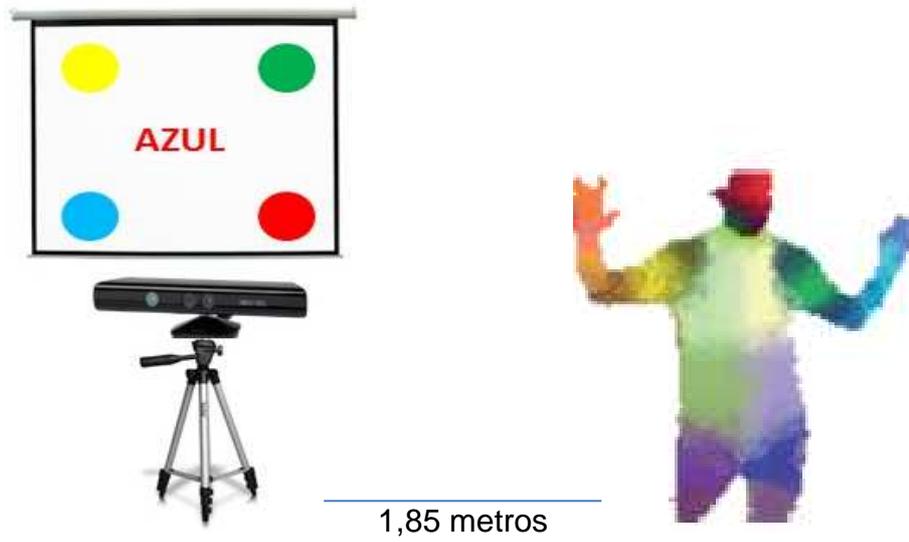
Figura 1 - Topologia do Sensor Kinect



Fonte: MICROSOFT, 2011.

Para o projeto de desenvolvimento dos jogos foram analisadas as limitações técnicas do sensor de movimento e a partir disso foram realizadas adaptações no ambiente com o objetivo de obter um bom funcionamento do sensor de movimento. O **Quadro 2** apresenta as limitações, a descrição das mesmas e as adaptações necessárias para o bom funcionamento do Kinect. A **figura 2** representa a distância entre o jogador e o sensor de movimento.

Figura 2 - Distância entre o sensor de movimento e o jogador



Fonte: ASSIS et al. (2015) adaptada de Fonte: AL-GHOSIEN, M. et al., 2012.

Quadro 2 - Limitações, descrição e as adaptações realizadas para uso do Kinect Microsoft sensor® no estudo.

TIPO DE LIMITAÇÃO	DESCRIÇÃO	ADAPTAÇÃO
Distância entre o usuário e o sensor	Distância mínima de 1,85 metros e uma distância máxima de 3 metros.	Foram feitas marcas de posicionamento na cor vermelha no chão para sinalizar a posição do usuário e do tripé que serve de suporte para o sensor com uma distância entre as marcas de 1,85 metros.
Posição do usuário	O sensor Kinect só é capaz de capturar os movimentos do usuário corretamente se o usuário estiver de pé e não estiver escondendo nenhum dos seus membros.	Os jogos foram programados para captar somente o movimento dos membros superiores sendo assim foi possível fazer uso de uma cadeira caso o idoso não pudesse jogar de pé.
Espaço no ambiente	Espaço adequado sem móveis ou objetos que possam bloquear a visibilidade do sensor.	As duas pesquisadoras e um carrinho armário com PC e projetor ficavam posicionados em pontos cegos para o sensor de movimento. Foram realizadas marcações no chão em azul para posicionar os pontos cegos.
Iluminação no ambiente	Exposição à luz intensa pode causar interferência na captura dos movimentos.	Foram utilizadas persianas para controle da luz no ambiente.
Roupas do usuário	O usuário não deve usar roupas com movimento, como saias, capas, batas etc.	Foi solicitado aos idosos o uso de roupas apropriadas. Foi solicitado o uso de roupas esportivas.
Detalhes do ambiente	Janelas, espelhos e sombras podem causar leitura de profundidade incorreta.	Foram utilizadas persianas nas janelas.

Fonte: ASSIS et al. (2015).

5.5.1.2.1 Captura do Movimento

Avanços recentes em câmeras de profundidade 3D têm possibilitado muitas oportunidades para o desenvolvimento em computação multimídia. O sensor de movimento Kinect foi construído para revolucionar a forma como as pessoas jogam videogames. O sensor possibilita a interação do jogador com os jogos de forma natural através dos movimentos do corpo. (<http://www.xbox.com/en-US/kinect>) (ZENG, 2012; TASHEV, 2011).

O ponto chave desta tecnologia de baixo custo é a compreensão da linguagem dos movimentos do corpo humano. O computador compreende o movimento do usuário antes do mesmo responder conduzindo o jogador diretamente a uma sensação em 3D tornando a tarefa muito fácil. Portanto, o sensor comunica-se com o jogador identificando e interpretando o movimento. A partir da leitura do movimento o sensor traduz esses dados em um formato que possibilita aos desenvolvedores a construção de novas experiências (ZENG, 2012; ZHANG, 2000; TASHEV, 2011).

Em 1º de fevereiro de 2012, a Microsoft lançou o software de desenvolvimento para Windows (SDK). Este amplificou o que a Microsoft chama de **efeito Kinect** devido à intensa produtividade de aplicações com o Kinect ® na educação, saúde, transporte e entretenimento (ZENG, 2012). A tecnologia de detecção de profundidade é licenciada pela empresa israelense Prime Sense ® e é baseada no princípio físico da luz (www.primesense.com).

O projetor IR é um lazer infravermelho que é projetado através de uma rede de difração e transforma-se em um conjunto de pontos IR. A **figura 3.** representa pontos IR vistos pela câmera IR e o efeito do sensor resulta de uma geometria relativa entre o projetor e a câmera IR através de uma triangulação 3D por

correlação cruzada entre pontos de projeção e padrão de imagem para obter a comparação de pequenos pontos vizinhos (ZENG , 2012; VELARDO;DUGELAY , 2011).

Figura 3 - Pontos IR vistos pela câmera IR. A imagem da esquerda mostra um *clouse up* da área IR.



Fonte: AL-GHOSIEN, M. et al., 2012.

A **figura 4** mostra o mapa de profundidade produzido pelo kinect para as imagens IR. O valor da profundidade produzido é codificado com valores de cinza, em preto o pixel. O pixel indica que não há valor de profundidade disponível. Isso pode acontecer se os pontos estão muito distantes e os valores de profundidade não podem ser calculados com precisão ou estão muito próximos, ou seja, campo limitado de visão entre o projetor e a câmera (ZENG, 2012; VELARDO; DUGELAY, 2011).

Figura 4 - Imagem de profundidade. Sensor Microsoft Kinect

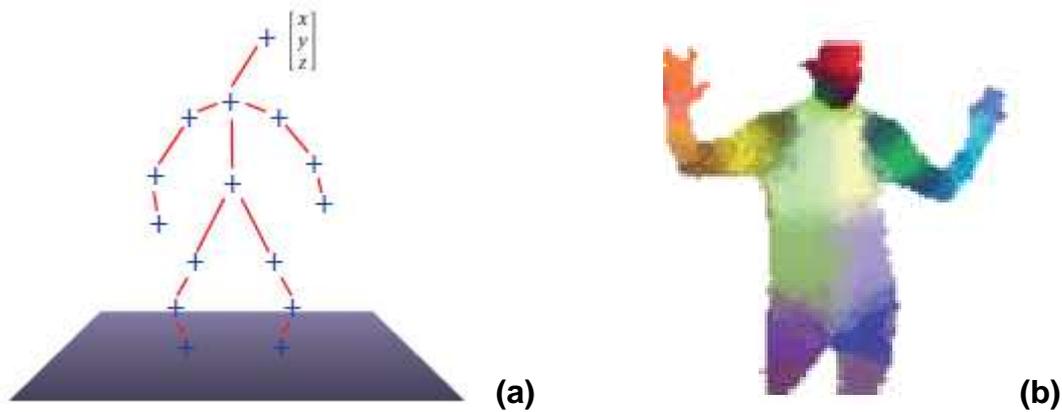


Fonte: Figura retirada de AL-GHOSIEN, M. et al., 2012.

A inovação por trás do kinect é o avanço em um pacote de variáveis para rastreamento esquelético. Este pacote pode ser utilizado por qualquer pessoa no planeta em função das múltiplas possibilidades de combinações entre as variáveis da biblioteca de códigos de rastreamento esquelético. O rastreamento é feito a partir de um conjunto de dimensões que são utilizados para descrever indivíduos únicos incluindo a distância entre o sensor kinect e o ângulo de inclinação, tamanho, forma, movimentos e poses que possibilitam descrever indivíduos únicos (ZENG, 2012; ZHANG,2000).

O rastreamento analisa o corpo humano através do número de juntas que representam partes do corpo, tais como, cabeça, pescoço, ombros, cotovelos, mãos e braços **figura 5a**. Cada Junta é representada por coordenadas em 3D. O objetivo é determinar todos os parâmetros em tempo real para permitir a interatividade. Na **figura 5b** temos o reconhecimento de partes do corpo (ZENG, 2012; VELARDO; DUGELAY, 2011).

Figura 5 - Rastreamento esquelético



Notas:

(a) representação esquelética de vários pontos do corpo.

(b) reconhecimento de partes do corpo através de per pixel, etapa intermediária para evitar uma pesquisa combinatória sobre diferentes partes do corpo.

Fonte: AL-GHOSIEN, M. et al., 2012.

A **figura 6** ilustra a classificação de partes do corpo IR.

Figura 6 - Classificação de partes do corpo IR.

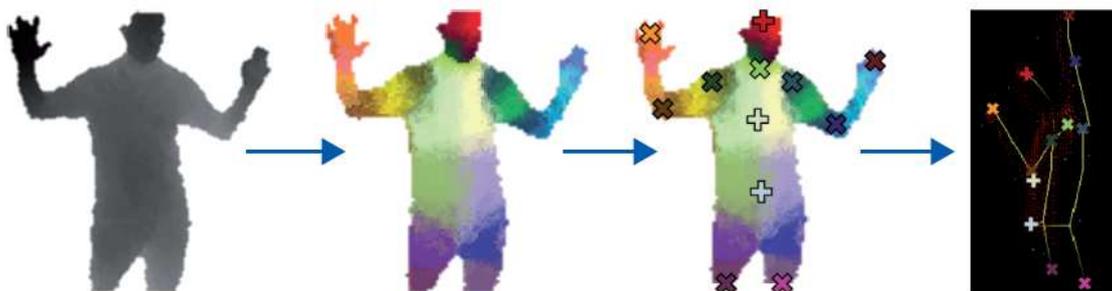


Imagem de profundidade → partes do corpo IR → Hipótese de juntas → Rastreo do esqueleto.

Fonte: AL-GHOSIEN, M. et al., 2012.

Figura 6. Depois do Kinect realizar o per pixel e a classificação de partes do corpo em IR. O sistema levanta a hipótese de articulações para calcular a probabilidade do centro de massa global e a seguir mapeia as articulações.

O Kinect utiliza para programação uma biblioteca de códigos a *Application Programming Interface (API)* do Microsoft *Kinect sensor*® que permite a captura do movimento através de fluxos de entrada (ZENG, 2012; TASHEV,2011) **Quadro 3.** representa os fluxos de entrada e o funcionamento do sensor.

Quadro 3 - Fluxo de Entrada

FLUXO DE ENTRADA	FUNCIONAMENTO
<i>Color Image Stream</i>	Realiza a captura de fotos (câmera RGB) e auxilia na identificação do usuário através da análise da face do jogador.
<i>Depth Image Stream</i>	Realiza o mapeamento da profundidade do ambiente e detecta a posição do jogador. Para isto utiliza os sensores de profundidade.
<i>Skeleton Stream</i>	Realiza o cálculo em tempo real a partir da combinação dos fluxos <i>Color Image Stream</i> e <i>Depth Image Stream</i> . Oferece a abstração de um esqueleto do usuário, o qual permite definir a posição dos membros do corpo e de algumas articulações.

Fonte: ASSIS et al. (2015).

5.6 Intervenção Cognitiva com Jogos controlados por movimento corporal.

5.6.1 Panorama do Programa de Neuro reabilitação cognitiva

A pesquisa foi realizada no Centro de Pesquisa em Computação Aplicada (CPCA) da Faculdade de Informática da PUCRS. O procedimento de testagem neuropsicológica e o treinamento com os jogos foram realizados em salas de laboratório do CPCA.

Para realização da pesquisa foram utilizadas duas salas do CPCA. A sala para testagem neuropsicológica possuía isolamento acústico, ambiente climatizado, iluminação e móveis para escritório adequados para receber os idosos confortavelmente.

A sala de jogos possuía isolamento acústico, ambiente climatizado. Os equipamentos para funcionamento dos jogos: projetor de vídeo com tela de projeção com tamanho padrão, PC para desenvolvimento e programação dos jogos, implementação e treinamento, sensor de movimento Kinect, computador portátil para atualização da planilha de desempenho dos idosos e tripé para máquina fotográfica.

O Kinect foi utilizado com tripé para máquina fotográfica para obtermos melhor desempenho do sensor. O sensor de movimento apresenta melhor funcionamento com 1,8 m de altura do chão e distância de 1,8 m. Para padronizar o treinamento foram realizadas marcações no chão da sala para fixar o posicionamento do jogador e do sensor de movimento. Durante o treinamento ficavam na sala duas pesquisadoras e o jogador. Uma pesquisadora oferecia as instruções de jogo e operava o computador fazendo os ajustes necessários. A outra pesquisadora atualizava a planilha de desempenho de jogo de cada jogador. Os

jogos foram desenvolvidos para captar o movimento dos membros superiores. Alguns idosos optaram por jogar sentados, os jogos foram programados para essa possibilidade. E para isso foi utilizada uma cadeira poltrona regulável apropriada.

Os participantes do Grupo Controle participaram de encontros em grupo de 90 minutos, os idosos foram divididos em grupos A e B e os encontros ocorriam a cada 15 dias, em uma sala da Faculdade de Informática (FACIN). Nos encontros foram discutidos temas variados sobre o envelhecimento.

5.6.2 Videogames desenvolvidos para o Programa de Neuro Reabilitação Cognitiva

5.6.2.1 Simon Direto

O jogo eletrônico Simon Direto é uma versão controlada pelo movimento corporal do jogo Simon (Figura 7) desenvolvido pela Hasbro em 1978. Neste jogo, o jogador deve memorizar sequências espaciais de 4 cores e 4 sons apresentadas pelo computador e imediatamente responder indicando a sequência correta de estímulos. O jogo estimula o jogador a utilizar a memória *on line* ao longo de 8 fases em 60 minutos de treino (Figura 8).

Mecânica de jogo: primeiramente, o jogo emite e projeta na tela uma sequência de estímulos, essa sequência é retida brevemente na memória *on line* e imediatamente deve ser evocada pelo jogador. O jogador então deve indicar na tela com uso do sensor de movimento a sequência memorizada. Sequencialmente, uma nova informação é adicionada a sequência de jogo, o jogador deve, novamente, evocar a sequência de jogo anterior e adicionar a novidade (novo *span* espacial, auditivo e visual). A cada fase de jogo aumenta o número de sequências de *spans* visuais, auditivos e espaciais podendo chegar a um total de 32 combinações de

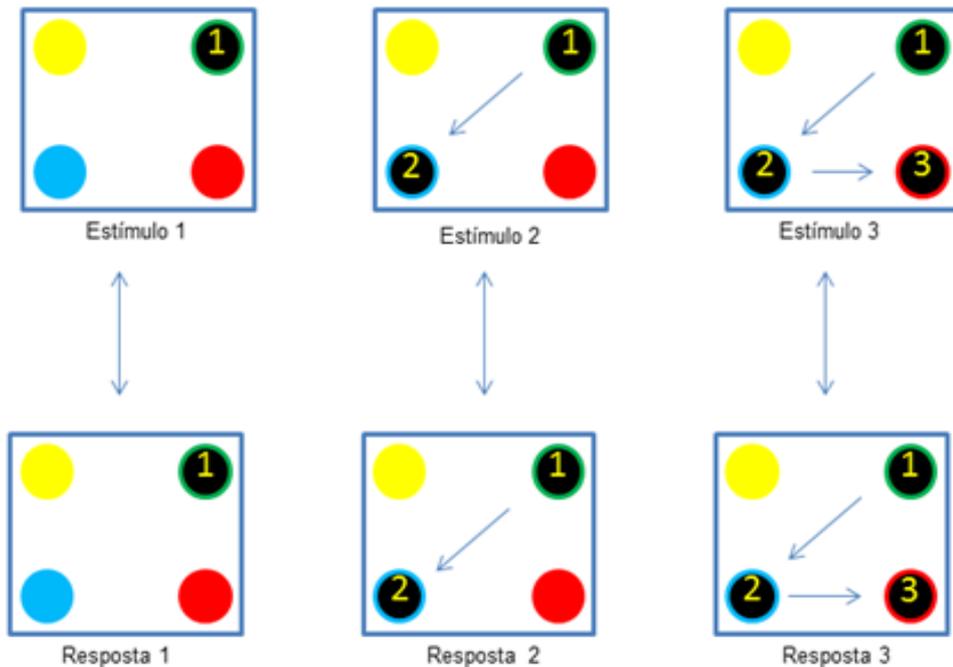
spans. O jogo possui 8 fases de 32 combinações, pontuação de 4 a 18 pontos (valor por acerto 0, 1,2 pontos), pontuação máxima 16 pontos.

Figura 7 - Simon Game.



Nota: Jogo eletrônico conhecido no Brasil na década de 80 como Genius da Estrela ®.
Fonte: ESTRELA (1980).

Figura 8 - Jogo Simon Direto



Nota: O jogo solicita ao jogador que repita a sequência de cores e sons apresentada pelo computador, imediatamente.

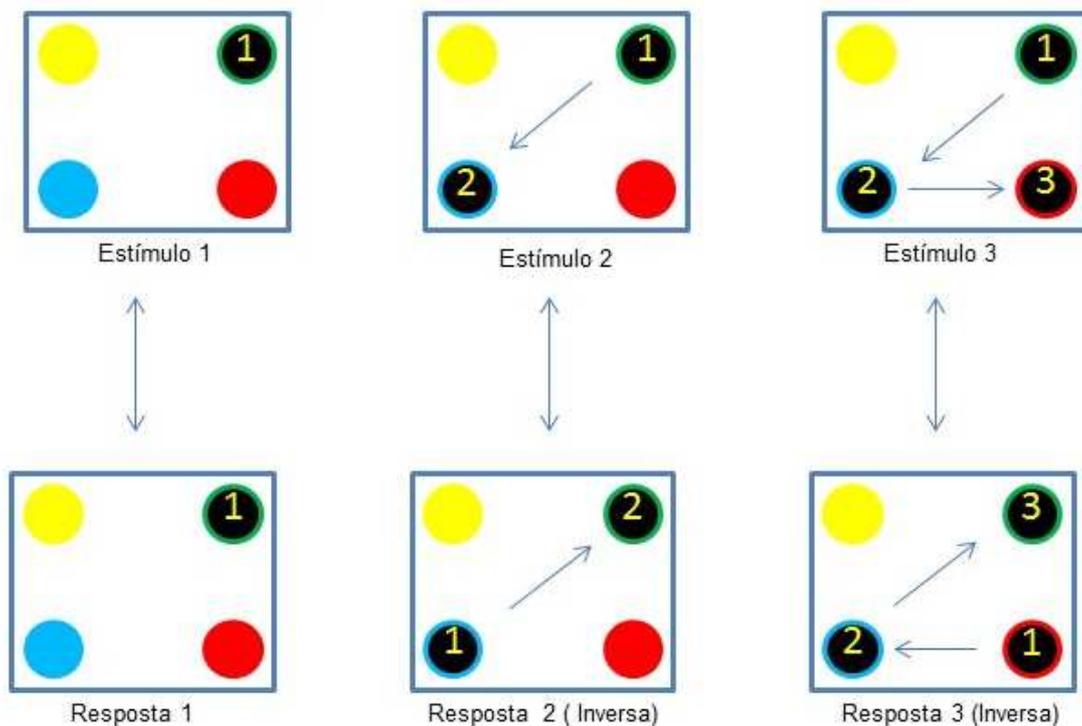
Fonte: ASSIS et al. (2015).

5.6.2.2 Simon Indireto

Como já citado anteriormente, o jogo eletrônico Simon Indireto é uma versão controlada pelo movimento corporal do Jogo Simon (Figura 7) desenvolvido pela Hasbro em 1978. Neste jogo, o jogador deve memorizar as sequências espaciais de 4 cores e 4 sons apresentadas pelo computador e imediatamente deve responder indicando a sequência de estímulos correta de forma inversa. O jogo estimula o jogador a utilizar a memória *on line* ao longo de 7 fases em 60 minutos de treino (Figura 9). **Mecânica de jogo** semelhante ao jogo Simon Direto. A cada fase de jogo aumenta o número de novos *spans* visuais, auditivos e espaciais apresentados pelo jogo em **sequência direta e que deve ser respondido pelo jogador de forma**

inversa podendo chegar a um total de 28 combinações de *spans*. O jogo possui 8 fases de 28 combinações, pontuação de 4 a 18 pontos (valor por acerto 0, 1,2 pontos), pontuação máxima 14 pontos.

Figura 9 - Jogo Simon Indireto.



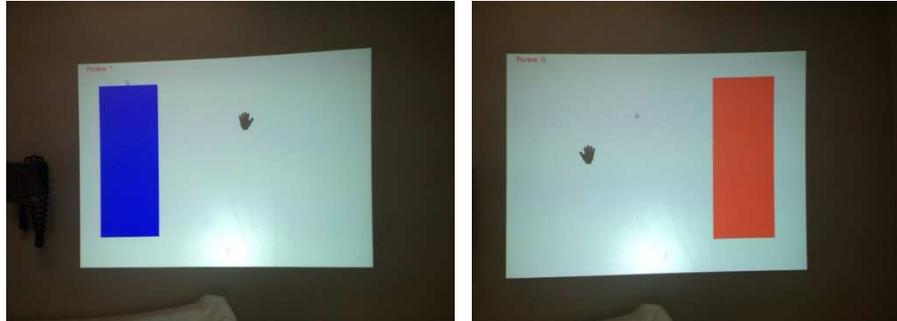
Nota: O jogo solicita ao jogador que selecione como resposta a cor selecionada pelo computador de forma indireta. O jogador deve repetir a sequência de cores emitida pelo PC em ordem inversa. Fonte: ASSIS et al. (2015).

5.6.2.3 Simon Task - direita e esquerda

O jogo Simon Task direita e esquerda é baseado no efeito Simon (1969) (Bernhard Hommel, 1993). O jogo exercita o controle cognitivo inibitório do jogador através do exercício de focar a atenção na informação relevante e ignorar a informação distratora. **Mecânica de jogo:** durante a partida, dois retângulos nas cores vermelha e azul vão aparecer à direita e a esquerda da tela. O jogador deve

selecionar o retângulo vermelho com a mão direita e o azul com a mão esquerda. Tempo de inicial e final é avaliado. Cada acerto = 1 ponto.

Figura 10 - Simon Task – Direita e Esquerda.



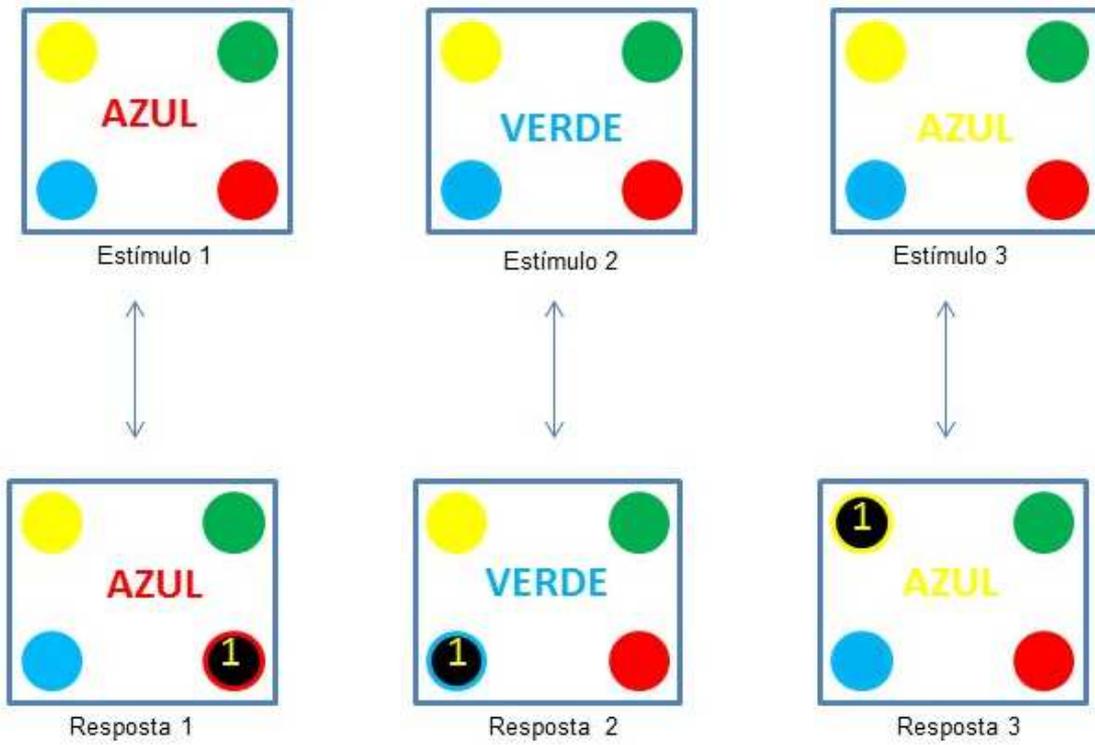
Fonte: ASSIS et al. (2015).

5.6.2.4 Stroop Game I e II

O jogo Stroop Game é uma versão gamificada do teste Stroop. O teste Stroop foi desenvolvido por John Ridley Stroop, em 1935 baseado em evidências de que se leva mais tempo para nomear cores do que para ler nomes de cores. Da mesma forma, também se leva mais tempo para nomear a cor de impressão e/ou ler nomes de cores, quando esses se acham impressos em uma cor de tinta diferente da cor que nomeiam (STROOP, 1935). O teste é uma medida psicológica reconhecida internacionalmente de atenção seletiva e flexibilidade mental (LEZAK, 1995; SPREEN & STRAUSS, 1998).

O Stroop Game possui duas modalidades de desafios de controle inibitório. O jogador deve responder selecionando entre as 4 opções de cores dispostas na tela. No primeiro desafio, Stroop Game I (Figura 11), o jogo exige que o jogador selecione a opção com a cor da tinta que a palavra foi escrita inibindo a palavra escrita. E no segundo desafio, Stroop Game II (Figura 12), o jogo exige que o jogador selecione a opção com a cor que a palavra refere inibindo a cor da tinta que a palavra foi escrita. Acertos = 1 ponto, Erros = - 2 pontos.

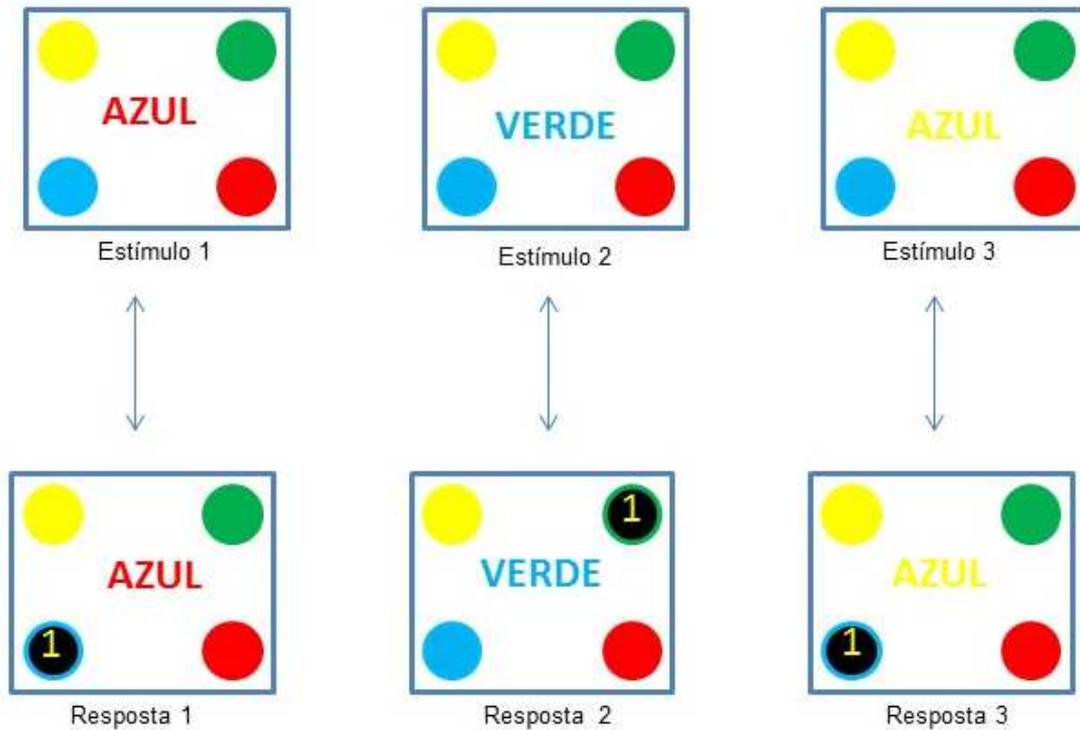
Figura 11 - Stroop Game I



Nota: O jogo solicita ao jogador que selecione como resposta a cor de tinta que a palavra foi escrita.
Anulando o nome da cor escrita.

Fonte: ASSIS et al. (2015).

Figura 12 - Stroop Game II.



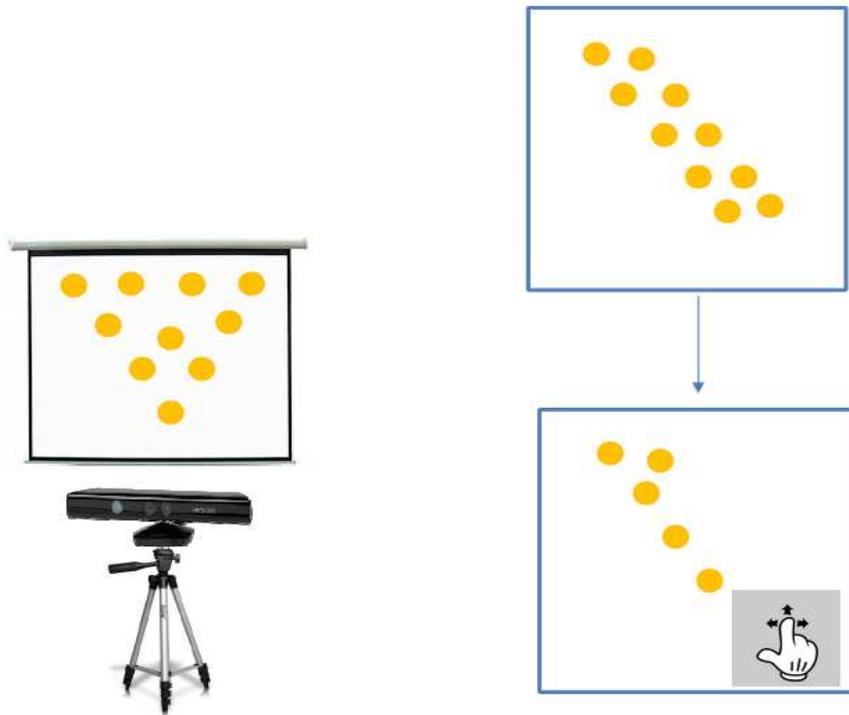
Nota: O jogo solicita ao jogador que selecione como resposta o nome escrito da cor anulando a cor da tinta que a palavra foi escrita.

Fonte: ASSIS et al. (2015).

5.6.2.5 Caça moedas

O jogo exige que o jogador pegue as moedas conforme elas forem surgindo na tela e caindo. O jogo exercita a tomada rápida de decisões. Conforme o desempenho do jogador no jogo o número de moedas aumenta bem como a velocidade do jogo. Cada moeda = 1 ponto. Figura 13.

Figura 13 - Jogo Caça Moedas.



Nota: O jogador deve pegar o maior número de moedas que conseguir em um menor tempo.
 Fonte: ASSIS et al. (2015).

5.6.2.6 Pong

O clássico jogo Pong foi o primeiro jogo desenvolvido pela Atari®. Este é um jogo eletrônico de esporte em duas dimensões que simula uma mesa de jogo de Tênis. O jogador controla uma paleta (barra vertical) no jogo movendo a barra verticalmente no lado esquerdo da tela e compete contra o computador ou outro jogador que controla uma segunda raquete no lado oposto. Os jogadores usam suas paletas para acertar a esfera (bola) e mandá-la para o outro lado. A paleta é dividida em oito segmentos, com o segmento central retornando à bola em um ângulo de 90° em relação à paleta e os segmentos externos retornando à bola em ângulos cada

vez menores. A bola aumenta de velocidade cada vez que é rebatida, reiniciando a velocidade caso algum dos jogadores não acerte a bola. O objetivo é fazer mais pontos que seu oponente, fazendo com que o oponente não consiga retornar à bola para o outro lado [https://pt.wikipedia.org/wiki/Pong]. Figura 14.

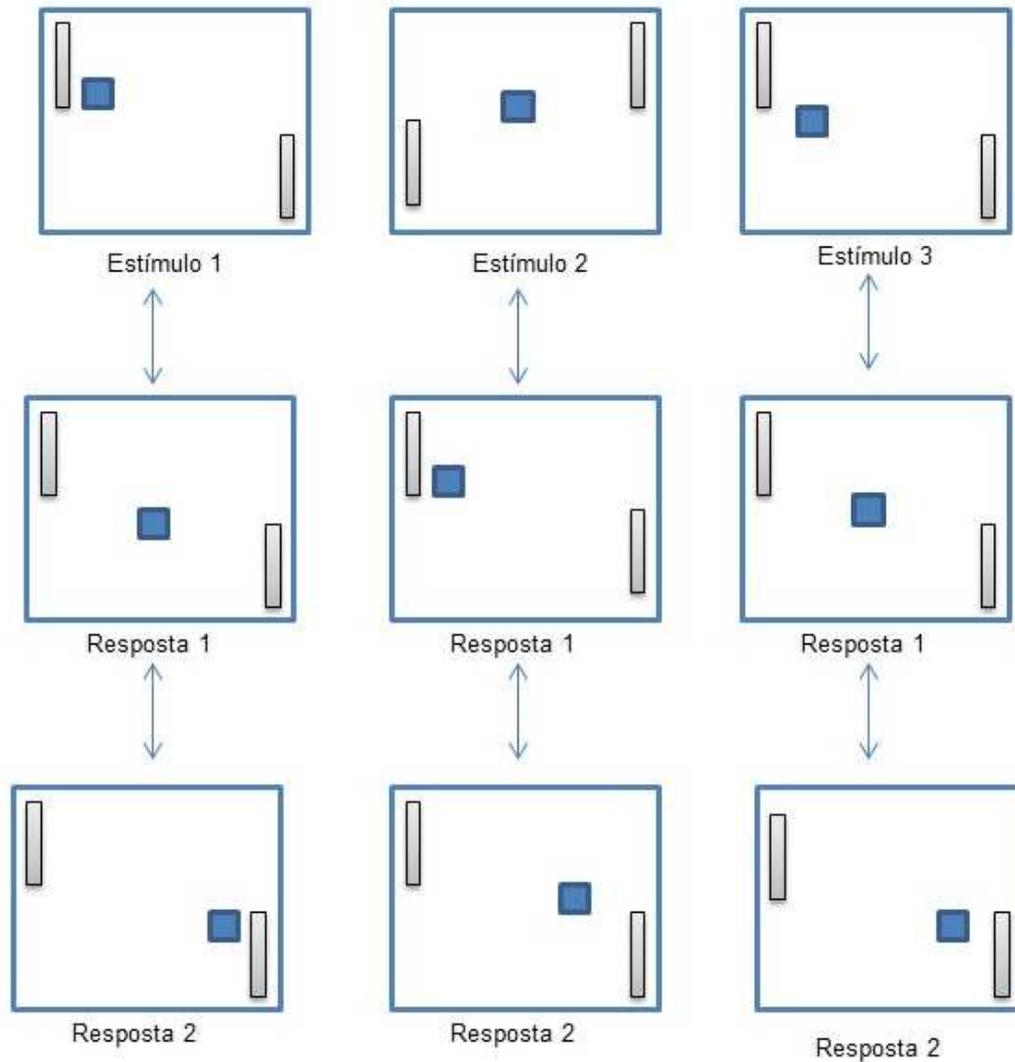
Figura 14 - Versões Clássicas do Jogo Pong



Fonte: PONG (2015).

O jogo Pong adaptado para o nosso estudo é uma tarefa experimental que exige o controle atencional do idoso para a tarefa. O jogo foi desenvolvido para ser controlado pelo sensor de movimento Kinect 360° da Microsoft®. O jogo exige o controle das paletas com ambas as mãos simulando uma partida de tênis do jogador contra ele mesmo, ou seja, mão direita contra mão esquerda. O jogador não pode deixar que a bola saia do campo de jogo. Cada acerto = 1 ponto. O tempo de jogo depende do desempenho do jogador. Figura 15.

Figura 15 – Representação do jogo PONG



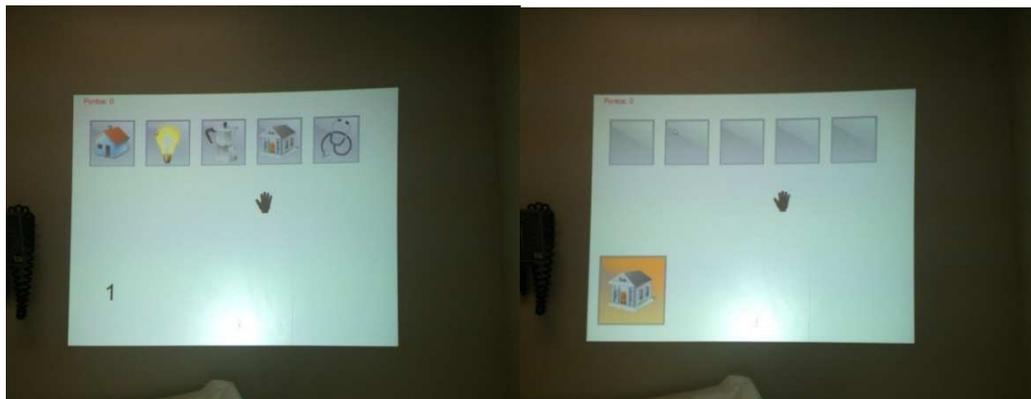
Nota: O jogador controla uma paleta (barra vertical) no jogo movendo-a verticalmente no lado esquerdo e direito da tela, e compete contra ele mesmo, mão direita = barra direita, mão esquerda = barra esquerda. O jogador usa as paletas para acertar a esfera (bola quadrada) mandá-la para o outro lado. A bola aumenta de velocidade cada vez que é rebatida, reiniciando a velocidade caso o jogador não acerte a bola. O objetivo é fazer o maior número de pontos não permitindo que a bola saia do campo de jogo.

Fonte: ASSIS et al. (2015).

5.6.2.7 Jogo de Cartas de Memória

Este jogo é o clássico jogo de memória de cartas. No presente trabalho o jogo de memória de cartas foi desenvolvido para exercitar a **memória de reconhecimento de objetos e localização espacial**. Na tarefa de jogo 5 figuras foram apresentadas ao jogador que deve memorizar a localização visualizando a figura por 5 segundos, após este tempo as cartas foram viradas (face cinza). O jogador deve localizar espacialmente a figura na tela utilizando o sensor. Acerto = 1 ponto, Erro = - 2 pontos. **Figura 16**.

Figura 16 – Representação do jogo de memória



Fonte: ASSIS et al. (2015).

5.7 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

5.7.1 Ficha de Dados Sócio demográficos

A ficha de dados sócio demográficos inclui as seguintes variáveis: sexo, idade, estado civil, escolaridade, renda, situação de moradia, ano de aposentadoria, ocupação atual, número de filhos, netos e bisnetos, atividade física realizada, atividades de lazer, percepção de saúde, uso de medicações, uso de cigarro e

bebida (quantidade e frequência), percepção das habilidades cognitivas, em especial a memória.

5.7.2 Avaliação do Desempenho Cognitivo

5.7.2.1 Avaliação do Estado Mental: Mini exame do Estado Mental

O MEEM é um instrumento de avaliação das funções cognitivas. Foi utilizado para seleção dos participantes do estudo. É composto por questões que avaliam orientação para tempo, orientação para local, registro de três palavras, atenção e cálculo, lembrança de três palavras, linguagem e capacidade construtiva visual. O escore pode variar de zero até 30 pontos. Foi utilizada a versão em português, traduzida por Bertolucci (BERTOLUCCI, 1994).

5.7.2.2 Versão em português da Clinical Dementia Rating

Desenvolvido por Hughes e Colaboradores (1982) e adaptado por Morris (1993), o *Clinical Dementia Rating* (CDR) é o instrumento ideal para identificar casos que tenham alto risco para evoluírem para Demência. O CDR permite classificar a prevalência dos diversos graus de Demência, além de identificar casos de Transtorno Cognitivo Leve. O CDR avalia cognição e comportamento, além da influência das perdas cognitivas na capacidade de realizar adequadamente as atividades de vida diária. Esse instrumento está dividido em seis categorias cognitivo comportamentais: memória, orientação, julgamento ou solução de problemas, relações comunitárias, atividades no lar ou de lazer e cuidados pessoais. De acordo com Morris cada categoria deve ser classificada em: 0 (nenhuma alteração); 0,5

(questionável); 1 (Demência leve); 2 (Demência moderada); e 3 (Demência grave), exceto a categoria cuidados pessoais, que não tem o nível 0,5.

5.7.2.3 Intensidade de Sintomas Depressivos: Escala de Depressão Geriátrica: GDS - 15

A GDS-15 é uma medida utilizada para identificação e para quantificação de sintomas depressivos em idosos. A versão curta é composta por 15 perguntas em relação à escala original que apresenta 30, com respostas classificadas em sim ou não. O escore total da GDS, versão curta, é feito a partir do somatório das respostas assinaladas pelos examinandos nos 15 itens. O menor escore possível é zero, e o maior é 15. Será utilizada a versão do instrumento em português. Ponto de corte de 5/6. Foi utilizada para seleccionar o grupo de participantes (ALMEIDA, 1999).

5.7.2.4 Instrumentos de Avaliação Neuropsicológica

Foram utilizados os instrumentos neuropsicológicos:

5.7.2.4.1 Escala Wechsler de Memória III

A Escala de Memória de Wechsler-Revisada compõe-se de uma série de subtestes, cada um medindo uma diferente faceta da memória. A WMS III é constituída por 11 subtestes, 7 dos quais já faziam parte da versão anterior (WMS-R) e 4 são novos. Dos 11 subtestes, 6 são considerados principais e 5 complementares. Instrumento de aplicação individual (WECHSLER, 1997).

A Escala Wechsler de Memória III oferece uma avaliação clínica detalhada do funcionamento da memória. No contexto de uma avaliação neuropsicológica, a WMS-III é **capaz de detectar e localizar uma disfunção cerebral**. Na Reabilitação Cognitiva, a WMS III é útil para determinar domínios de capacidades de memória

sobressalentes que podem ser recrutados para compensar habilidades prejudicadas em outros domínios cognitivos.

Os subtestes principais são:

- Com apresentação auditiva: Memória Lógica I e II; Pares de Palavras I e II; Sequência de Letras e Números.

- Com apresentação visual: Faces I e II; Cenas de família I e II; Localização Espacial.

Os subtestes complementares são:

- Com apresentação auditiva: Informação e Orientação; Listas de Palavras I e II; Controle Mental; Memória de Dígitos.

- Com apresentação visual: Reprodução Visual I e II.

5.7.2.4.2 Escala Wechsler de Inteligência para adultos

O teste de inteligência original de Wechsler, denominado a Escala de Inteligência Wechsler-Bellevue, criado em 1939, foi um marco na história dos testes de inteligência porque incorporou uma escala verbal e uma de execução que possibilitavam um resultado composto global. Em 1955 foi renomeado como Escala de Inteligência Wechsler para Adultos (WAIS), e revisado em 1981 como WAIS R.

A escala de Inteligência Wechsler para adultos – III (WAIS III) consiste na mais recente revisão realizada da versão para adultos, tendo sido publicada, nos Estados Unidos, em 1997, por *The Psychological Corporation*.

A WAIS III é um instrumento clínico de aplicação individual para **avaliação da capacidade intelectual de adultos** na faixa etária entre 16 e 89 anos. A escala é composta por vários subtestes, cada qual medindo um aspecto diferente da inteligência e fornece três escores de QI Verbal, de Execução, e Total. Além de

quatro escores de Índices Fatoriais, compreensão verbal, Organização Perceptual, Memória Operacional e Velocidade de Processamento (NASCIMENTO, 2004).

5.8 COLETA DE DADOS

Primeiramente, o projeto foi examinado e aprovado pelo Comitê Científico do Instituto de Geriatria e Gerontologia (IGG). Posteriormente, recebeu parecer favorável da Comissão de Ética (ANEXO C) em Pesquisa sob o número **CAAE 02854712.1.0000.5336**. Após, os participantes foram recrutados através de anúncio em jornal local e divulgação na rádio da região. O presente estudo foi realizado em 3 etapas.

5.8.1 Etapa 1

Na etapa 1, foram realizadas 3 entrevistas individuais de 45 minutos, na qual cada idoso preencheu o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO A) e respondeu a informações sócio demográficas, funções cognitivas (WAIS-III, WMS-III, MEEM, CDR), sintomas depressivos (GDS-15). Os testes neuropsicológicos foram aplicados por uma Psicóloga e por uma bolsista de iniciação científica do Curso de Psicologia da PUCRS.

Nessa etapa, 180 idosos foram entrevistados e 130 idosos selecionados para o estudo. Dos 180 participantes foram excluídos 50 idosos que não preencheram os critérios de inclusão do estudo, sendo que 10 idosos foram excluídos por apresentarem CDR = 1 (Demência leve), 1 idoso com CDR= 2 (Demência moderada), 20 idosos sem condições de deslocamento até a PUCRS, 2 vezes por semana e 19 idosos não compareceram na 2^a e/ou 3^a entrevistas, apenas preencheram a ficha de interesse no estudo.

Dos 130 idosos selecionados todos aderiram à proposta e permaneceram na pesquisa ao longo de dois meses e meio, sendo um total de 20 sessões. Completaram o estudo com 24 sessões, 89 idosos.

O ambiente de testagem era uma sala silenciosa, iluminada e climatizada com móveis de escritório e recursos de informática adequados para receber os idosos de forma confortável. As testagens eram agendadas pela secretária do centro de pesquisa em uma agenda das 9:00 da manhã as 19:00 da noite.

5.8.2 Etapa 2

A segunda etapa iniciou-se com a participação de 130 idosos selecionados que foram divididos de forma não aleatória em Grupo Experimental e Grupo Controle agrupados conforme o nível educacional. Todos os participantes do estudo foram recrutados através de anúncio em jornal local e divulgação na rádio da região. Todos residentes na grande Porto Alegre e região.

Ao grupo experimental foi oferecido 3 sessões com pré-treino para adaptação e as 24 sessões de intervenção com jogos de vídeo game controlados pelo movimento corporal, de 60 minutos, 2 vezes por semana, no período de 3 meses. Os jogos foram desenvolvidos para exercitar processos plásticos subjacentes à formação da memória.

O treino segue um protocolo de treinamento, sendo uma sessão de 5 jogadas com cada jogo do programa de reabilitação cognitiva em um total de 60 minutos, 2 vezes por semana. Os resultados diários foram anotados, assim como, o tempo de início e fim de cada jogada. Cada participante tinha a sua planilha de pontuação e tempo nos jogos para fins de acompanhamento individual do desempenho.

Os participantes gostavam de ser considerados como atletas cognitivos, já que a chamada para o trabalho foi uma reportagem realizada pela Zero Hora

dominical que referiu o estudo como Academia da Memória. O papel do pesquisador na figura de um *Coach*, anotando o tempo e a pontuação possibilitou uma padronização do treino cognitivo, motivando o idoso a melhorar seu desempenho na tarefa cognitivo-motora proporcionada pelos jogos de videogames.

Os jogos desenvolvidos foram inspirados em jogos clássicos da História dos jogos de vídeo game como: Simon game criado por Ralph H. Baer e Howard J. Morrison em 1978, fabricado pela Hasbro®. No Brasil foi popularmente conhecido como Jogo Gênio®, na década de 80 e fabricado pela Estrela®. Outro clássico que serviu de inspiração para os desenvolvedores dos jogos desse estudo foi o jogo PONG de 1972, inspirado na Guerra fria e na tecnologia militar foi criado por Ralph H. Baer, Nolan Bushnell e Ted Dabney na forma de um console ligado a um monitor, movido a moedas. Posteriormente, a empresa ATARI® investiu na ideia e o mundo conheceu o primeiro jogo de vídeo game que poderia ser jogado em casa.

O *insight* desse trabalho foi adaptar jogos eletrônicos clássicos das décadas de 70 e 80 à tecnologia de sensores de movimento recentes. A ideia uniu o que os idosos conheciam como jogos de videogames com a fácil usabilidade dos jogos eletrônicos controlados por movimento corporal, logo, ficou fácil e prazeroso jogar vídeo game, sendo considerado o presente estudo pelo caderno de tecnologia da ZH como pioneiro na área de reabilitação da memória com uso de jogos ARCADE.

Para o Grupo Controle (GC) foi oferecido um grupo de discussão de temas sobre envelhecimento e atualidades. Os pesquisadores e os participantes traziam os temas a serem discutidos de forma aberta. A origem do tema poderia ser um artigo de jornal ou revista, internet ou curiosidades sobre o tema. Nestes encontros eram oferecido *Coffee Break*. Os grupos ocorriam a cada 15 dias em uma sala de aula da Faculdade de Informática da PUCRS. O grupo controle foi dividido em dois grupos

de reuniões. Agenda de encontros organizadas em Grupo A e Grupo B. Grupo A (1ª semana e 3ª semana do mês) e o Grupo B (2ª semana e 4ª semana do mês). Encontros com duração de 90 minutos no período de 3 meses.

5.8.3 Etapa 3

Na terceira etapa, os participantes do Grupo Experimental (GE) e Grupo Controle (GC) foram reavaliados. Os instrumentos utilizados foram exatamente os mesmos utilizados na Etapa I da pesquisa. No pós-teste foram reavaliados todos os participantes. Sendo uma vez que apenas 89 idosas concluíram as 24 sessões do programa de treino estas foram distribuídas em 3 grupos de escolaridade.

5.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

5.9.1 ABORDAGEM ANALÍTICA

O banco de dados foi estruturado em Excel 2013 e posteriormente analisado no Programa SPSS versão 17.0. As diferenças entre os grupos em relação ao desempenho cognitivo em testes neuropsicológicos em relação ao nível educacional foram analisados com o teste ANOVA de duas vias mais medidas repetidas. E para verificar a relação entre as variáveis score de memória geral e níveis de escolaridade foi avaliado se as medidas possuíam correlação, e o coeficiente escolhido foi o coeficiente de Spearman.

6 ASPECTOS ÉTICOS

Com base na resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de saúde (CNS) o projeto de pesquisa foi submetido para Comissão Científica do Instituto de Geriatria e Gerontologia (IGG) e para o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS).

Para cada participante da pesquisa foi lido e assinado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (**TCLE**) (ANEXO A), respeitando a privacidade e confiabilidade dos participantes. O termo informou os propósitos, com linguagem fácil e acessível, deixando claro que o estudo é voluntário, tendo o direito de abandoná-lo a qualquer momento e após a utilização dos dados, os mesmos não serão utilizados com nenhum outro fim.

Cabe salientar que o projeto foi aprovado pela Comissão Científica do IGG (ANEXO C) e posteriormente recebeu parecer favorável da **Plataforma Brasil de nº CAAE 02854712.1.0000.5336**.

Este projeto de pesquisa atende as diretrizes do *Consolidated Standards of Reporting Trials* (CONSORT) (MOHER, 2010) e Normas Regulamentadoras em Pesquisa, conforme a resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde (2003). O mesmo foi registrado na plataforma REBEC (Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos) do MS. Figura 17 - **Fluxograma CONSORT 2010**.

7 RESULTADOS

7.1 CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA

As características sócio demográficas e de estilo de vida das participantes que concluíram o ensaio clínico serão apresentadas a seguir. A amostra foi constituída por 89 idosas portadoras de aCCL que foram divididas em Grupo Treino (GT) com 44 voluntárias e Grupo Controle (GC) com 45 voluntárias, distribuídas de acordo com o nível educacional em 3 níveis: ensino fundamental, ensino médio e ensino superior. Concluíram o estudo 61(68,53%) idosas com idades entre 65-69 anos de idade, 22(24,71%) idosas com idades entre 70-79 anos de idade e 6 (6,74%) idosas maiores de 80 anos. Das voluntárias 18(20,22%) possuem ensino fundamental, 18(20,22%) ensino médio, 53 (59,55%) ensino superior. Quanto à atividade ocupacional 30% das idosas são trabalhadoras do lar, 50% aposentadas e 20% são aposentadas e retornaram ao mercado de trabalho. Das voluntárias todas as participantes apreciam a leitura diária do jornal local, gostam de assistir televisão, participam de atividades culturais e viagens com amigos e familiares. Destas 40% das idosas moram com familiares e contribuem financeiramente, 20% possuem a renda principal da família, 40% moram sozinhas, estas são viúvas, pensionistas militares ou solteiras. Quanto a Etnia 84 (94,38 %) idosas são de cor branca e 5 (5,61%) de cor negra ou parda.

7.2 INTERVENÇÃO

7.2.1 DESEMPENHO PRÉ E PÓS-TREINO NA ESCALA WECHSLER DE MEMÓRIA III

7.2.1.1 MEMÓRIA AUDITIVA IMEDIATA

ANOVA de duas vias mais medidas repetidas demonstra interação entre sessão, educação e grupo ($F_{2,83}=11.47$, $p<0,001$). O gráfico representa o desempenho de idosas com Ensino Fundamental (EF), Ensino Médio (EM) e Ensino Superior (ES) no teste de memória auditiva imediata da Escala Wechsler de memória 3ª edição. Pode-se observar que a diferença entre o teste e o reteste das idosas com EF é maior que a diferença entre o teste e o reteste dos demais grupos de idosas com EM e ES. O gráfico mostra que as idosas com EF após o treino cognitivo melhoraram o desempenho em teste de memória auditiva imediata apresentando desempenho melhor no teste do que as idosas com nível de escolaridade média ou superior. As idosas com nível médio também se beneficiaram com o treino cognitivo apresentando bom desempenho no reteste. Já as idosas com nível superior o desempenho manteve-se.

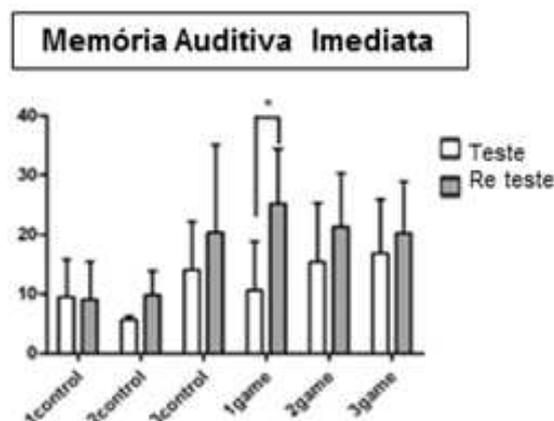


Figura 18 - Desempenho Pré e Pós-treino em medidas de memória auditiva imediata - WMS III.

Nota: O gráfico demonstra o efeito do treino cognitivo na memória auditiva imediata (WMS III) de idosas com Ensino Fundamental (1 control e 1 game), Ensino Médio (2control e 2 game) e Ensino

Superior (3 control e 3 game). (*) a diferença entre o teste e o reteste das idosas com baixa escolaridade é maior que a diferença entre teste e reteste dos demais grupos.

Fonte: WECHSLER (1997).

7.2.1.2 MEMÓRIA VISUAL IMEDIATA

Os resultados representados na figura 19 demonstram uma tendência à interação entre sessão, educação e grupo ($F_{2,83}=2,81$, $p=0.066$) para habilidade de memória visual imediata. No gráfico observa-se uma diferença entre o teste e o reteste maior para as idosas com EF expressando melhor desempenho após o período de treino cognitivo em memória visual imediata comparado aos demais grupos de idosas com EM e ES. Pode-se observar que o desempenho das idosas com EF pode ser equiparado ao desempenho das participantes com ES.

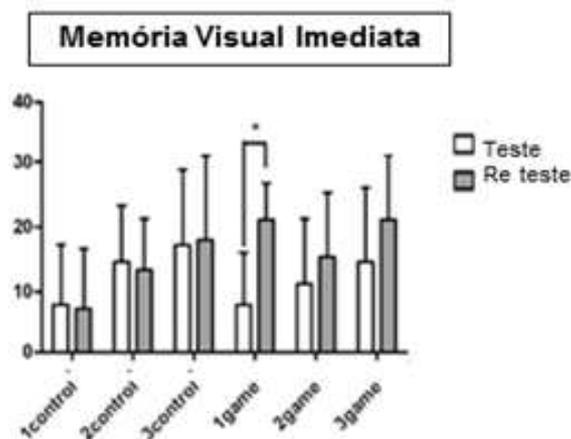


Figura 19 - Desempenho Pré e Pós – treino em medidas de memória visual imediata - WMS III.

Nota: O gráfico demonstra o efeito do treino cognitivo na memória visual imediata (WMS III) de idosas com Ensino Fundamental (1 control e 1 game), Ensino Médio (2control e 2 game) e Ensino Superior (3 control e 3 game). (*) a diferença entre o teste e o reteste das idosas com baixa escolaridade é maior que a diferença entre teste e reteste dos demais grupos.

Fonte: WECHSLER (1997).

7.2.1.3 MEMÓRIA IMEDIATA

Para memória imediata os resultados indicaram Interação entre sessão, educação e grupo ($F_{2,83} = 8.88, p < 0,001$). A figura 20 mostra que as idosas com EF apresentaram uma diferença maior entre o teste e o reteste que a diferença entre os demais grupos. Pode-se observar que as idosas com EF beneficiaram-se com o treino cognitivo melhorando de forma significativa seu desempenho em comparação aos outros níveis de escolaridade. O benefício também pode ser observado no grupo de idosas com escolaridade de nível médio, já as idosas com ES o desempenho manteve-se.

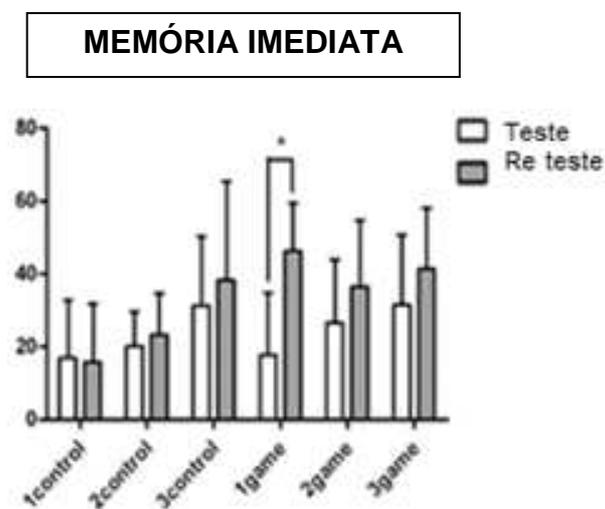


Figura 20 – Desempenho Pré e Pós – treino em medidas de memória imediata – WMS III

Nota: O gráfico demonstra o efeito do treino cognitivo na memória imediata (WMS III) de idosas com Ensino Fundamental (1 control e 1 game), Ensino Médio (2control e 2 game) e Ensino Superior (3 control e 3 game). (*) a diferença entre o teste e o reteste das idosas com baixa escolaridade é maior que a diferença entre teste e reteste dos demais grupos.

Fonte: WESCHSLER (1997).

7.2.1.4 MEMÓRIA AUDITIVA TARDIA

Os resultados demonstram que ocorreu interação entre sessão, educação e grupo ($F_{2, 83} = 6.35, p = 0,003$). A figura 21 representa o efeito do treino cognitivo na habilidade de memória auditiva tardia. Podemos observar que as idosas com EF apresentaram uma diferença entre o teste e o reteste maior que a diferença entre os demais grupos, sendo que o desempenho das idosas com EF melhorou após o treino com os jogos de videogames e seu desempenho pode ser equiparado ao desempenho das idosas treinadas com ES. Para as idosas com EM ocorreu uma diferença entre o teste e o reteste do grupo treino maior que a diferença entre o teste e o reteste das participantes com a mesma escolaridade que não jogaram.

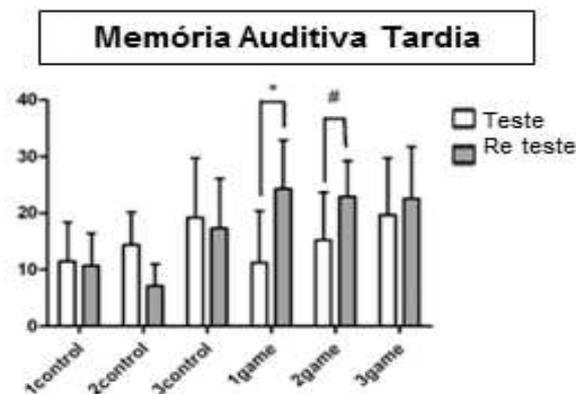


Figura 21-Desempenho Pré e Pós - treino em medidas de memória auditiva tardia - WMS III

Nota: O gráfico demonstra o efeito do treino cognitivo na memória auditiva tardia (WMS III) de idosas com Ensino Fundamental (1 control e 1 game), Ensino Médio (2control e 2 game) e Ensino Superior (3 control e 3 game). (*) a diferença entre o teste e o reteste das idosas com baixa escolaridade é maior que a diferença entre teste e reteste dos demais grupos. (#) a diferença entre o teste e o reteste das pessoas que jogaram é maior que a diferença entre teste e reteste das pessoas com a mesma escolaridade que não jogaram.

Fonte: WESCHSLER (1997).

7.2.1.5 MEMÓRIA VISUAL TARDIA

Para memória visual tardia os resultados indicaram Interação entre sessão, educação e grupo ($F_{2, 83} = 5.16, p=0,008$). A figura 22 representa o efeito do treino cognitivo com jogos de videogames na memória. Ressalta-se que a diferença entre teste e reteste das idosas com EF que jogaram é maior que a diferença entre teste e reteste das idosas com a mesma escolaridade que não jogaram.

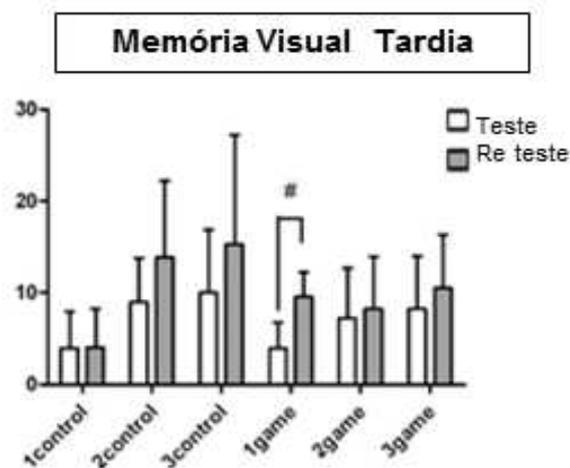


Figura 22 - Desempenho Pré e Pós - treino em medidas de memória visual tardia – WMS III. Nota: O gráfico demonstra o efeito do treino cognitivo na memória visual tardia (WMS III) de idosas com Ensino Fundamental (1 control e 1 game), Ensino Médio (2control e 2 game) e Ensino Superior (3 control e 3 game). (#) a diferença entre o teste e o reteste das pessoas que jogaram é maior que a diferença entre teste e reteste das pessoas com a mesma escolaridade que não jogaram.

Fonte: WESCHSLER (1997).

7.2.1.6 MEMÓRIA GERAL

Para memória geral os resultados indicaram Interação entre sessão, educação e grupo ($F_{2,83} = 8.018, p=0,001$). A figura 23 representa a habilidade de memória geral. As idosas com EF a diferença entre o teste e o reteste das idosas EF é maior que a diferença entre os demais grupos de outras escolaridades. E para as

idosas com EM a diferença entre teste e reteste das pessoas que jogaram é maior que a diferença entre teste e reteste das pessoas com a mesma escolaridade que não jogaram.

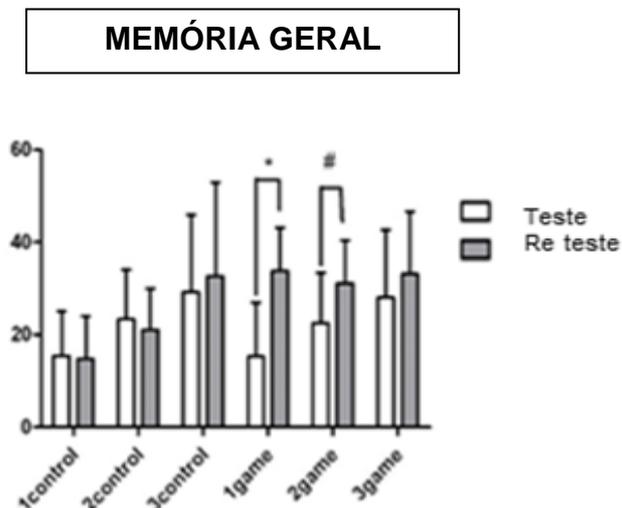


Figura 23 - Desempenho Pré e Pós – treino em medidas de memória geral – WMS III.

Nota: O gráfico demonstra o efeito do treino cognitivo na memória geral (WMS III) de idosas com Ensino Fundamental (1 control e 1 game), Ensino Médio (2control e 2 game) e Ensino Superior (3 control e 3 game). (*) a diferença entre o teste e o reteste das idosas com baixa escolaridade é maior que a diferença entre teste e reteste dos demais grupos. (#) a diferença entre o teste e o reteste das pessoas que jogaram é maior que a diferença entre teste e reteste das pessoas com a mesma escolaridade que não jogaram.

Fonte: WESCHSLER (1997).

7.2.1.7 INTENSIDADE DE RELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS ESCOLARIDADE E MEMÓRIA

Com o objetivo de verificar a intensidade de relação entre as variáveis escolaridade e memória geral foi realizada uma correlação. Observou-se a partir disso que após o treino a correlação entre as variáveis é perdida. No teste, para o grupo controle, o valor de Spearman = 0,430 e no reteste $r=0,432$. Para o grupo experimental, no teste, o valor de Pearson = 0,330, no reteste $r =0,117$. Estes dados

demonstram o efeito positivo, o benefício do treino cognitivo de neuro reabilitação na habilidade de memória das idosas portadoras de aCCL e com baixa escolaridade.

7.2.2 DESEMPENHO PRÉ E PÓS-TREINO NA ESCALA WESCHLER DE INTELIGÊNCIA III

7.2.2.1 ESCORE VERBAL

O escore verbal de inteligência da Escala WAIS III resulta do somatório dos escores ponderados de dois índices de Inteligência, o índice de compreensão verbal e o índice de memória operacional. As figuras 24 e 25 representam o desempenho das idosas participantes no estudo e a figura 26 representa o somatório dos dois índices, o escore verbal. Podemos observar que ANOVA de duas vias mais medidas repetidas demonstrou que não ocorreu interação entre sessão, educação e grupo para os índices de compreensão verbal e de memória operacional em nenhum dos grupos e o mesmo ocorreu para memória operacional.

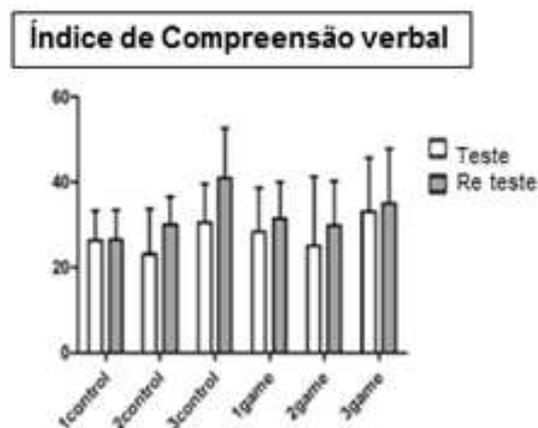


Figura 24 - Desempenho Pré e Pós – treino em medida de índice de compreensão verbal de Inteligência - WAIS III.

Nota: O gráfico demonstra que não ocorreu interação entre sessão, educação e grupo para as medidas de inteligência d Escala Wechsler de Inteligência 3ª Ed. (WAIS III) em nenhum dos grupos.

Fonte: NASCIMENTO (2004).

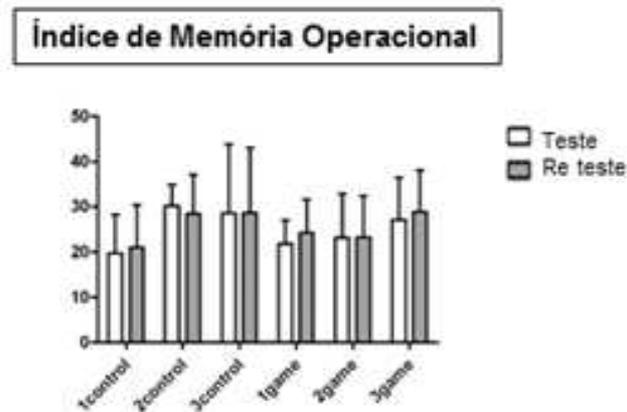


Figura 25 - Desempenho Pré e Pós - treino em medida de índice de memória operacional de Inteligência - WAIS III.

Nota: O gráfico demonstra que não ocorreu interação entre sessão, educação e grupo para as medidas de inteligência d Escala Wechsler de Inteligência 3ª Ed. (WAIS III) em nenhum dos grupos.

Fonte: NASCIMENTO (2004).

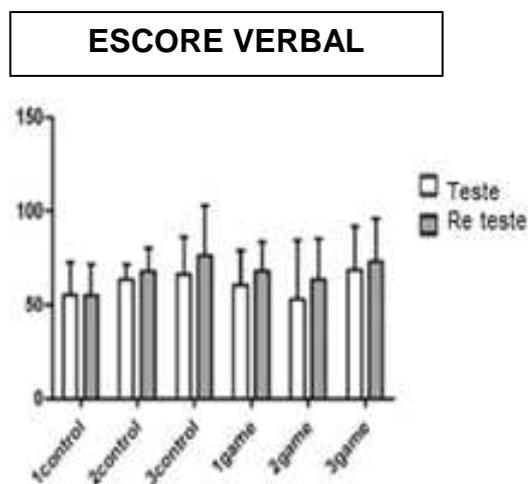


Figura 26 - Desempenho Pré e Pós – treino em medidas de Escore verbal de Inteligência - WAIS III.

Nota: O gráfico demonstra que não ocorreu interação entre sessão, educação e grupo para as medidas de inteligência d Escala Wechsler de Inteligência 3ª Ed. (WAIS III) em nenhum dos grupos.

Fonte: NASCIMENTO (2004).

7.2.2.2 ESCORE DE EXECUÇÃO

O escore de execução de inteligência da Escala WAIS III resulta do somatório dos escores ponderados de dois índices de Inteligência, o índice de orientação perceptual verbal e o índice de velocidade de processamento. As figuras 27 e 28 representam o desempenho das idosas participantes no estudo e a figura 29 representa o somatório dos dois índices, o escore de execução. Podemos observar que ANOVA de duas vias mais medidas repetidas demonstrou que não ocorreu interação entre sessão, educação e grupo para as medidas de inteligência em nenhum dos grupos.



Figura 27 - Desempenho Pré e Pós-treino em medidas de Índice de Orientação Perceptual - WAIS III.

Nota: O gráfico demonstra que não ocorreu interação entre sessão, educação e grupo para as medidas de inteligência d Escala Wechsler de Inteligência 3ª Ed. (WAIS III) em nenhum dos grupos.

Fonte: Nascimento (2004).

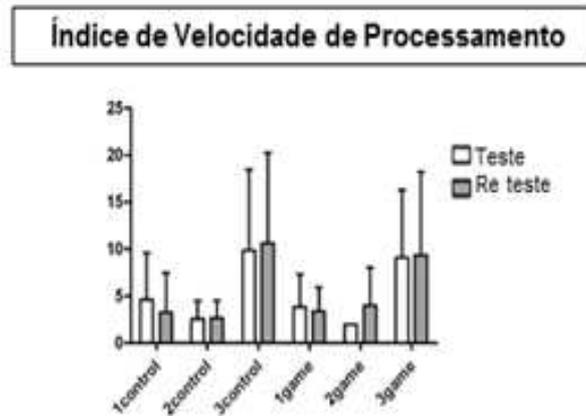


Figura 28 - Desempenho Pré e Pós-treino em medidas de Índice de Velocidade de Processamento - WAIS III.

Nota: O gráfico demonstra que não ocorreu interação entre sessão, educação e grupo para as medidas de inteligência d Escala Wechsler de Inteligência 3ª Ed. (WAIS III) em nenhum dos grupos.

Fonte: Nascimento (2004).

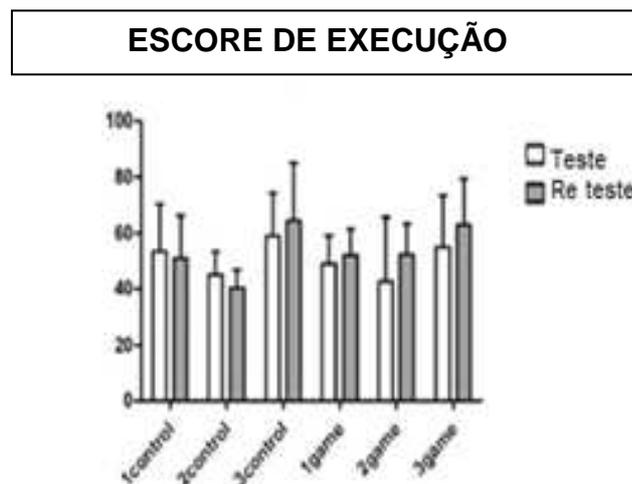
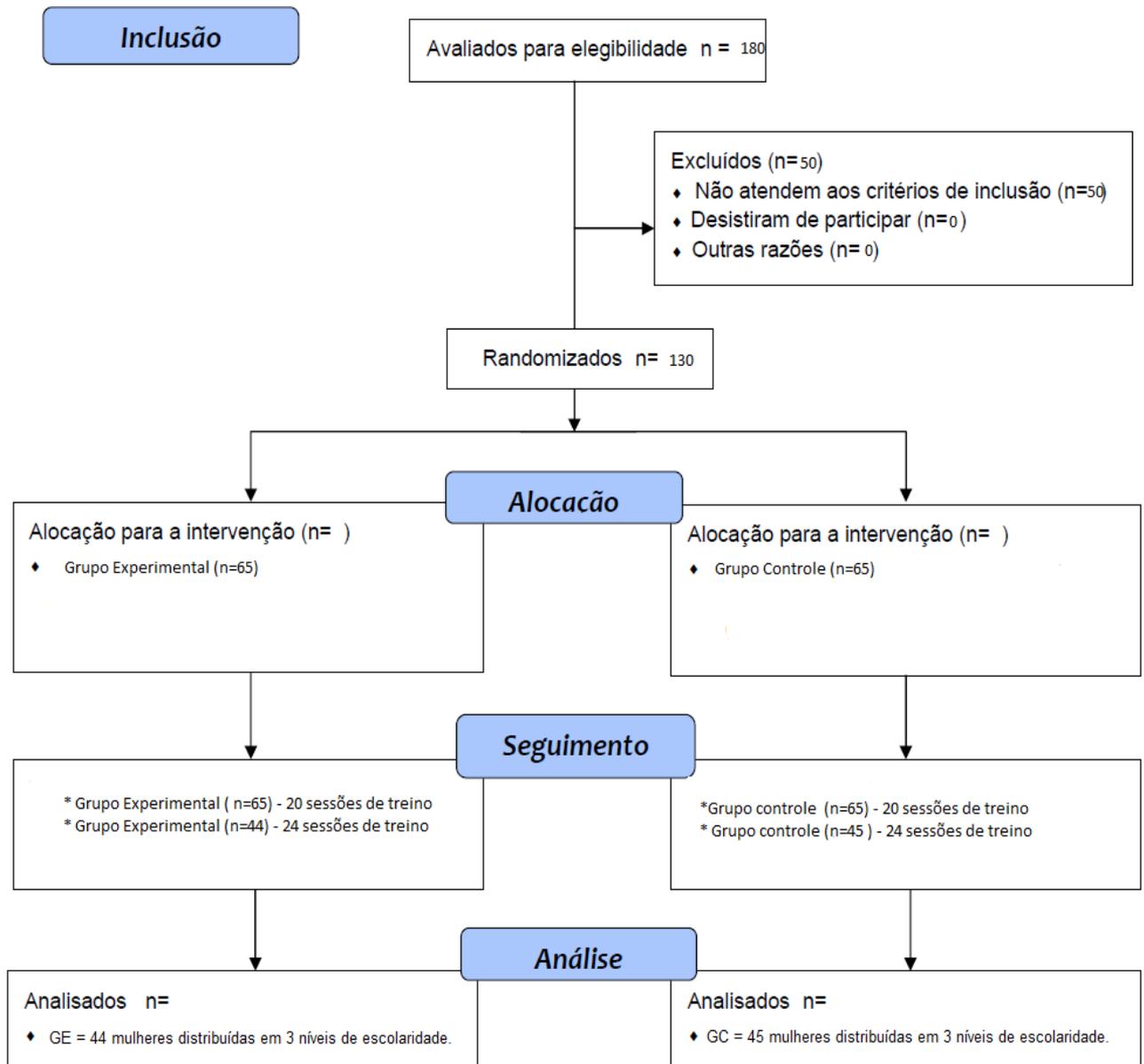


Figura 29 - Desempenho Pré e Pós-treino em medidas de Índice de Escore de Execução - WAIS III.

Nota: O gráfico demonstra que não ocorreu interação entre sessão, educação e grupo para as medidas de inteligência d Escala Wechsler de Inteligência 3ª Ed. (WAIS III) em nenhum dos grupos.

Figura 17 - Fluxograma CONSORT 2010



Fonte: CONSORT (2010).

9 DISCUSSÃO

Capacidade de reserva cognitiva é uma forma de resiliência cerebral que possibilita ao indivíduo que a possui uma maior tolerância aos efeitos das alterações cognitivas associadas ao envelhecimento (STERN, 2011; STERN, 2012). Clinicamente, pessoas com alto nível de capacidade de reserva cognitiva são pouco afetadas e mantêm seu desempenho cognitivo e comportamental, apesar de possuírem evidências neuropatológicas em exames de imagens que demonstram o avanço da doença (PHAM, 2002).

A Reserva Cognitiva (RC) é um conceito complexo que determinadas pessoas possuem para retardar as perdas cognitivas ao longo da vida (LAKS, 2015). A hipótese de RC explica porque alguns indivíduos que possuem nível educacional superior e mantêm suas atividades ocupacionais, de leitura e de lazerativas apresentam baixo risco para desenvolver Doença de Alzheimer ou Demência Vasculiar (MENG & ARCY, 2012).

A RC resulta de alterações morfológicas e neuroquímicas resultantes da prática cognitiva ao longo da vida (PHAM, 2002; KATZMAN, 1993). Segundo Stern há duas formas de Reserva: (1) Reserva Cerebral que faz referência ao tamanho do cérebro, ao número de sinapses e neurônios. Este modelo passivo sugere que o cérebro pode simplesmente tolerar a patologia até que as perdas decorrentes da doença atinjam o limiar crítico de reserva cerebral e aparecerem os primeiros sinais e sintomas (STERN, 2006; STERN 2012); e, (2) Reserva Cognitiva que é um modelo ativo que faz uso de estratégias ou mecanismos compensatórios para dar suporte cognitivo as perdas geradas pela doença, aumentando ou mantendo estável a capacidade de reserva cognitiva através da prática (STERN, 2006; STERN, 2012).

Para Stern a Reserva Cognitiva pode agir como um moderador entre a patologia e o desfecho clínico (STERN, 2012). Agem neste modelo mecanismos protetores e compensatórios (MENG & ARCY, 2012). Isso significa que um indivíduo com alta capacidade de reserva cognitiva é capaz de lidar melhor com o Declínio Cognitivo (DC), ser mais tolerante aos déficits cognitivos do que um indivíduo com menor capacidade de reserva cognitiva. Este modelo tem como base as diferenças individuais e experiências vividas ao longo da vida de cada pessoa (STERN, 2006; STERN, 2009; STERN 2012).

O nosso trabalho mostra que o treino cognitivo com jogos de videogame pelo período de 3 meses beneficiou as idosas portadoras de a CCL e com Ensino Elementar de modo geral em memória melhorando de forma significativa o desempenho das voluntárias, as idosas portadoras de a CCL e com Ensino Médio o efeito da intervenção foi de benefício em memória e manutenção do conhecimento adquirido. O grupo de idosas portadoras de a CCL e com Ensino Superior o efeito foi de manutenção do conhecimento adquirido em todas as medidas de memória testadas. Por este grupo possuir maior capacidade de reserva cognitiva pré-existente o curto tempo de prática cognitiva estimulou a cognição, mas não a ponto de gerar uma melhora significativa no desempenho que inicialmente já era bom. Desse modo, podemos constatar que os efeitos encontrados neste estudo foram de enriquecimento cognitivo para as idosas com ensino elementar e a evidencia do efeito protetor do treino cognitivo para as idosas com ensino médio e superior mantendo estável o desempenho cognitivo.

Podemos observar nos resultados do presente estudo que quanto maior a capacidade de reserva cognitiva do sujeito, maior se torna a tolerância aos efeitos do Comprometimento Cognitivo Leve tipo amnésico, sendo a expressão

dos sintomas menos severa. Os resultados demonstram que o treino cognitivo tem efeito protetor e compensatório promovendo a aquisição de melhor desempenho e a manutenção do desempenho cognitivo se praticado continuamente.

A prática cognitiva desempenha o papel de mantenedor do desempenho cognitivo. Estimular sinapses através da prática cognitiva é a melhor forma de melhorar ou conservar a função (IZQUIERDO, 2011).

Segundo Kaasinem et al (2000) prejuízos no desempenho cognitivo no envelhecimento estão associados a uma desregulação dopaminérgica em regiões frontais resultante de uma perda da eficiência dopaminérgica que está associada a alterações em mecanismos cognitivos de recompensa (DREHER et al, 2008). Recentemente, um estudo demonstrou que o treino cognitivo aumenta os níveis dopaminérgicos em regiões frontais e parietais associadas à melhora de desempenho em tarefas que envolvem as habilidades de funções executivas e memória *on line* (MCNAB et al, 2009; GOH & PARK,2009).

Um fator importante que gerou o efeito positivo em memória, neste estudo, foi a **jogabilidade** e a imersão das idosas na complexidade do **gameplay** variáveis relacionadas a mecanismos cognitivos de recompensa. A jogabilidade foi baseada em **adquirir** uma informação, imediatamente **evoca-la** tornando a via neurológica sensível e apta ao recebimento de uma nova informação. Posteriormente, o conjunto de informações, o somatório de *spans* de cores e sons era novamente **reativado, recordado** em uma nova fase de jogo, no final dos 60 minutos de partida. Outros desafios incluídos foram manter *on line* uma informação e **flexibiliza-la** de forma inversa ou **reter** a mesma por um tempo maior e **inibir** a informação mais latente e evocar a informação retida

tardamente, segundos depois de apresentada. Sendo este um exercício cognitivo que recruta conexões novas formando pontes para suprir o déficit cognitivo.

O Comprometimento Cognitivo Leve tipo amnésico (a CCL) é um diagnóstico dado a indivíduos idosos não demenciados com progressivo declínio de memória. O lobo temporal é afetado neste quadro clínico e este está envolvido na consolidação da memória. Há evidências de que ambas as formas de consolidação estão prejudicadas no Comprometimento Cognitivo Leve tipo amnésico (CONVIT et al, 1997; PENNANEN et al, 2005; REBER, ALVAREZ & SQUIRE, 1997).

Idosos com a CCL demonstram evidente prejuízo em recuperação tardia de informações associado a esquecimentos entre os primeiros 10 minutos, 30 minutos e 1 semana de recuperação em comparação a controles, indicando um subjacente prejuízo na consolidação da memória (BUDSON, 1993).

Recentemente, estudos demonstram que o enriquecimento ambiental implica em formação de reserva cognitiva em qualquer momento ao longo da vida, estudos controlados com idosos com aCCL imersos em jogos com *gameplay* complexos têm evidenciado resultados promissores como método de intervenção cognitiva (STERN, 2012).

Acredita-se que o benéfico causado pelos estímulos sensoriais do programa de treinamento promoveu a facilitação de vias sinápticas para novos aprendizados. Como se os exercícios gerados pelos estímulos sensoriais dos jogos permitissem uma janela de oportunidades para a ativação plástica envolvendo o hipocampo e suas conexões para a formação de novas aprendizagens e formação de reserva cognitiva no envelhecimento.

Na Escala de Inteligência WAIS III não foi observado alteração no desempenho porque essa escala avalia o conhecimento fluido e o cristalizado, mede o quociente de inteligência através do conhecimento aprendido ao longo da vida. O que se pode supor, neste caso, é que o conhecimento cristalizado ao longo dos anos, seja superior ao conhecimento fluido que está em declínio para todas as voluntárias com a CCL, sendo assim, os resultados na escala WAIS III para os três níveis educacionais se mantêm, mesmo sofrendo alterações.

Evidenciando **reserva cognitiva cristalizada** de acordo com o nível educacional de cada grupo e pronta para ser estimulada em todas as voluntárias. A riqueza desse achado encontra-se na demonstração da possibilidade de enriquecer cognitivamente pessoas com prejuízo cognitivo e com nível escolar baixo, médio e superior em qualquer momento da vida.

Já a Escala de Memória avalia o funcionamento da memória, ou seja, plasticidade sináptica, esta escala é útil em identificar domínios com reserva de capacidade de memória que podem ser recrutados para compensar habilidades cognitivas com prejuízo, sendo um instrumento de primeira escolha para identificar o efeito de treino cognitivo de memória. Por essa razão, os resultados em Memória foram evidenciados na WMS-III e não na WAIS-III (WECHSLER, 1997; LEZAK, 2005).

Os achados demonstram a importância do engajamento cognitivo ativo em qualquer momento da vida (PETERSEN, 1998).

Podemos observar nos resultados do estudo que a possibilidade de engajamento em uma proposta cognitiva ativa e tecnológica (novidade) para as idosas com ensino elementar, médio e superior promoveu estimulação sináptica,

melhorando o desempenho cognitivo ou mantendo o desempenho como resultado da oportunidade de enriquecimento ambiental.

Conforme “*scaffolding theory*” descrita por Park & Reuter - Lorenz (2009), circuitos neurológicos foram recrutados criando uma ponte sob a deficiência possibilitando a ativação sináptica e a eficiência no processo de aprendizagem para as idosas com baixa escolaridade, média e superior. Don Santiago Ramón y Cajal postulou, em 1893, que as memórias resultam de alterações a nível funcional e morfológico em sinapses específicas de distintas vias que incluem o hipocampo e suas principais conexões (IZQUIERDO, 2011).

A interação com o meio, as novas descobertas ao longo da vida promovem modificações estruturais e funcionais nas sinapses, jogar videogames em um ambiente virtual, também. Pesquisas em Neurociências têm examinado as bases neurológicas dos benefícios de jogar videogames em diferentes momentos na vida, estudos demonstram que gera alterações em redes corticais visomotoras (GRANEK et al, 2010), aumento de volume de matéria cinzenta no estriado dorsal (KUHN et al, 2011), córtex parietal posterior direito (TANAKA et al, 2013), córtex entorrinal, hipocampo, córtex occipital (KUHN S & GALLINAT,2013), formação hipocampal (direito), córtex pré-frontal dorsolateral (direito), bem como, ambos os hemisférios do cerebelo(KUHN et al , 2013).

Mecanicamente, o sucesso do armazenamento de memória conta com os dois estágios da consolidação: consolidação sináptica, processos moleculares e celulares e consolidação de sistemas. Ambas as formas são afetadas pelo a CCL. Isto está associado a uma interrupção na plasticidade sináptica na rede de conexão entre o hipocampo e o córtex pré-frontal, temporal e parietal, quando comparado a

controles (GAUDINO et al, 2001;MUHLERT et al, 2011;VANDERPLOEG et al, 2001;WILKINSON et al , 2012,WALSH et al,2014).

Podemos inferir que o enriquecimento cognitivo promovido pelos jogos de videogames para as idosas voluntárias com ensino fundamental proporcionou o aumento da eficiência sináptica gerando os benefícios em memória que são os resultados deste estudo revertendo o quadro clínico e retardando a progressão da doença.

Estudos referem que no envelhecimento, normalmente, ocorre um estreitamento, uma diminuição da eficiência sináptica, com o Comprometimento Cognitivo Leve tipo amnésico essa eficiência é ainda mais reduzida em decorrência da falha sináptica na consolidação ou evocação da memória (GOH & PARK, 2012; PARK & REUTER-LORENZ, 2009). Observamos no presente estudo que o treino cognitivo proporcionou ativação plástica de vias nervosas envolvendo o hipocampo e suas conexões que gerou benefícios cognitivos para todas as idosas participantes do estudo, mas isso mostrou-se evidente entre as idosas com menor reserva cognitiva, nas idosas com baixo nível educacional (GOH & PARK, 2012).

Podemos compreender os achados deste estudo através da “*scaffolding theory*”, essa teoria sugere que o cérebro constrói andaimes ou pontes de proteção “*scaffolds*” recrutando circuitos próximos para compensar o prejuízo decorrente do Declínio Cognitivo (DC). O DC causa encolhimento cerebral, decréscimo na integridade da matéria branca e no número de receptores dopaminérgicos. O engajamento das idosas com ensino fundamental no treino cognitivo resultou em “*compensatory scaffolding*”, pontes de conexão compensatórias, um esforço que o cérebro realiza para se manter frente ao prejuízo (GOH & PARK, 2012).

A compensação é resultante do treino cognitivo, em resposta, o cérebro aumenta o recrutamento de estruturas frontais, promove o desenvolvimento e a integração de novos tecidos no hipocampo e o processamento da informação é distribuído por um número maior de “locais” áreas cerebrais, frequentemente, evidenciado no córtex frontal e no parietal bilateralmente (GOH & PARK, 2012; PARK & REUTER-LORENZ, 2009).

O fator moderador chave para a eficiência da atividade compensatória, neste estudo, de acordo com o modelo foi o compromisso e dedicação dos idosos no treinamento. Podemos completar o pensamento dizendo “treinar, praticar, ou seja, exercitar sinapses” no treino cognitivo por um tempo de treinamento (duração) resultou nos achados (GOH & PARK, 2012).

Podemos inferir que a medida que o desempenho do jogador melhorou, mais pontes de conexões entre circuitos e área cerebrais foram construídas facilitando conexões entre redes sinápticas por todo o cérebro em envelhecimento e declínio cognitivo. Como resultado melhor eficiência na consolidação da memória tanto em processos sinápticos quanto em estruturais e conseqüentemente melhor desempenho em testes neuropsicológicos apesar do prejuízo cognitivo (GOH & PARK, 2012).

Os achados deste estudo corroboram com estudos anteriores sobre evidências de plasticidade no cérebro em envelhecimento após treino cognitivo com jogos de videogames (BALLESTEROS; MAYAS; PRIETO; TORIL; PITA; PONCE DE LEÓN; REALES; WATERWORTH, 2015; BASAK; BOOT; VOSS; KRAMER, 2008). E inferir que ocorreu a reversão ou o adiamento do quadro amnésico após o período de treino evidenciando que o treino cognitivo de imersão em jogos computadorizados é capaz de retardar o quadro de Comprometimento Cognitivo

Leve tipo amnésico através de pontes compensatórias, plasticidade sináptica, como resposta adaptativa ao treinamento recrutando e adicionando processos cognitivos. O nível de compensação varia de acordo com o nível de dano neural, sendo assim em fases iniciais de declínio quando diagnosticado previamente, o treino cognitivo com uso de jogos de videogames pode ser uma opção de tratamento (RAO et al, 2015; JOHNSON, 2014).

Podemos concluir que somos aquilo que recordamos ser, como afirma Norberto Bolbio (IZQUIERDO, 2011). O acervo de nossas memórias faz com que cada um de nós seja o que é um indivíduo com uma história de vida para recordar e recriar com novas experiências (IZQUIERDO, 2011). E essas experiências, essas recordações, são a reserva cognitiva que mantém o cérebro ativo e saudável e pronto para ser enriquecido por novas experiências de vida, novas aprendizagens e quanto mais aprendemos, mais tolerantes ao Declínio Cognitivo nos tornamos.

10 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nesta tese indicam que:

- Foi desenvolvida uma Revisão Sistemática que norteou a conduta para o desenvolvimento dos jogos cognitivos e o Ensaio Clínico.
- Os jogos de vídeo games desenvolvidos são um instrumento válido para o treino cognitivo com idosos.
- Podemos concluir que o presente estudo alcançou seu objetivo que foi desenvolver e verificar o efeito na cognição de idosos com a CCL de uma intervenção cognitivo motora não farmacológica de baixo custo. Os achados demonstram que a intervenção cognitiva estimula processos endógenos no envelhecimento patológico, benefícios naturais que podem ser estimulados em qualquer momento da vida. Estes resultados podem contribuir com futuros estudos objetivando a reversão do quadro clínico de Comprometimento Cognitivo leve de forma não farmacológica.

REFERÊNCIAS

- ACKERMAN PL, KANFER R, CALDERWOOD C. Use it or Lose it? Wii Brain Exercise Practice and Reading for Domain Knowledge. **Psychol Aging**, 25(4):753-66, 2010.
- ANGELUCCI F; SPALLETTA G; DI IULIO F; CIARAMELLA A; SALANI F; COLANTONI L; VARSÌ AE; GIANNI W; SANCESARIO G; CALTAGIRONE C; BOSSÙ P. Alzheimer's disease (AD) and Mild Cognitive Impairment (MCI) patients are characterized by increased BDNF serum levels. **Curr Alzheimer Res**, 7(1):15-20, 2010.
- AL-GHOSIEN, M. et al. **Kinect skeletal tracking**. [S.L.: SN], 2012. Disponível em: <www.microsoft.com/about/technicalrecognition/kinect-skeletal-tracking.aspx>. Acesso em: 11 NOV. 2015.
- ALMEIDA OP, ALMEIDA SA. Confiabilidade da versão brasileira da escala de depressão em geriatria (GDS) versão reduzida. **Arq Neuropsiquiatr**, 57(2B):421-6, 1999.
- ALTMAN J & BAYER SA. Prolonged sojourn of developing pyramidal cells in the intermediate zone of the hippocampus and their setting in the stratum pyramidal. **J Comp Neurol**, 301 (3):343-64.
- ALBERT MS ET AL. The diagnosis of Mild Cognitive Impairment due to Alzheimer's disease: Recommendations from the National Institute on Aging – Alzheimer Association Workgroups on diagnostic guidelines for Alzheimer's disease. **Alzheimer's & Dementia**, 7:270-279, 2011.
- AMERICAN PSYCHIATRY ASSOCIATION. **Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders**. 4th Ed. Porto Alegre: Art Med. 2002.
- AMERICAN PSYCHIATRY ASSOCIATION. **Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders**. 5th Ed. Washington: APA. 2013.
- ANGUERA JA; BOCCANFUSO J; RINTOUL JL; AL-HASHIMI O; FARAJI F; JANOWICH J; KONG E; LARRABURO Y; ROLLE C; JOHNSTON E; GAZZALEY A. Video game training enhances cognitive control in older adults. **Nature**, 501(7465):97-101, 2013.
- ARAUJO CA & NETO FL. The new North American classification of mental disorders: DSM-5. **Rev . Bras . de Ter .Comp. Cogn.** v. XVI, nº 1, p. 67-82,2014.
- BAHAR-FUCHS A; CLARE L; WOODS B. Cognitive training and cognitive rehabilitation for mild to moderate Alzheimer's disease and vascular dementia. **Cochrane Database Syst Rev**, 6:CD003260, 2013.
- BÄCKMAN L; FRATIGLIONI L; SMALLBS & ROSNICK CB. Apolipoprotein E and Cognitive performance: a Meta – analysis. **Psychology & Aging**, 19(4):592-00, 2004.

BALLESTEROS S, PRIETO A, MAYAS J, TORIL P, PITA C, PONCE DE LEÓN L, REALES JM, WATERWORTH J. Brain training with non-action video games enhances aspects of cognition in older adults: a randomized controlled trial. **Front Aging Neurosci**, 6:277, 2014.

BALLESTEROS S; MAYAS J & REALES JM. Cognitive function in normal aging and in older adults with mild cognitive impairment. **Psicothema**, Vol. 25, No. 1, 18-24, 2013.

BALLESTEROS S;MAYAS J;PRIETO A;TORIL P;PITA C;PONCE DE LEÓN L; REALES JM & WATERWORTH JA. A randomized controlled trial of brain training with non-action video games in older adults: results of the 3-month follow-up. **Front. Aging Neurosci**, 7:45, 2015.

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**, 23(4):765-77, 2008.

BATTAIOLA A L. **Jogos por computador: Histórico, relevância tecnológica e mercadológica, tendências e técnicas de implementação**. Anais do XIX Jornada de Atualização em Informática, 2000. p. 83 -122.

BELCHIOR PDC. Cognitive training with video games to improve driving skills and driving safety among older adults [dissertation]. Dissertation Abstract International: **The Science and Engineering**, 68 :(9-B), 2008.

BERNIER PJ, BEDARD A, VINET J, LEVESQUE M, PARENT A. Newly generated neurons in the amygdala and adjoining cortex of adult primates. **Proc Natl Acad Sci**, 99:1146-49, 2002.

BERTOLUCCI PHF; BRUCKI SMD; CAMPACCI SR; JULIANO Y. The mini-mental state examination in a general population: impact of educational status. **Arq. Neuropsiquiatr**, 52(1):1-7, 1994.

BOOT WR; CHAMPION M; BLAKELY DP; WRIGHT T; SOUDERS DJ; CHARNESS N. Video games as a means to reduce age-related cognitive decline: attitudes, compliance, and effectiveness. **Front Psychol**, 4:31, 2013.

BOZOKI A, RADOVANOVIC M, WINN B, HEETER C, ANTHONY JC. Effects of a computer based cognitive exercise program on age-related cognitive decline. **Arch Gerontol Geriatr**, 57(1):1-7, 2013.

BUDSON AE; SIMONS JS; WARING JD; SULLIVAN AL; HUSSOIN T; SCHACTER DL. Memory for the September 11, 2001, terrorist attacks one year later in patients with Alzheimer's disease, patients with mild cognitive impairment, and healthy older adults. **Cortex**, 43(7):875-88, 2007.

BUPA. Demência nas Américas. **Custo atual, futuro e prevalência da Doença de Alzheimer e outras Demências**. 2010. Available from :< <http://www.bupa.com>> Acesso em: 07 nov.2015.

BUSSE A; BISCHKOPF J; RIEDEL-HELLER SG; ANGERMEYER MC. Mild Cognitive Impairment: Prevalence and Predictive validity according to current approaches. **Acta Neurologica Scandinavica**, 108(2), 71 - 81, 2003.

CAMEJO RT ET AL. La salud en la terceira edad: América Latina y el Caribe. **Boletín de La Oficina Sanitaria Panamericana**, 107(4): 347-355 1989.

CAMERON HA, MCKAY RD. Adult neurogenesis produces a large pool of new granule cells in the dentate gyrus. **J Comp Neurol**, 435(4):406e417, 2001.

CASSAVAUGH ND, KRAMER AF. Transfer of computer-based training to simulated driving in older adults. **Appl Ergon**, 40(5):943-52, 2009.

CHAVES MLF; FINKELSZTEJN A & STEFANI MA. **Rotinas em Neurologia e Neurocirurgia**. Porto Alegre: Artmed, 2008.

CLEMENTE RS ET AL. Comprometimento Cognitivo Leve: Aspectos Conceituais, abordagem clínica e diagnóstica. **Revista do Hospital Universitário Pedro Ernesto, UFRJ**. Ano 7, janeiro-junho, 2008.

CONSORT Flow diagram. [S.l.: s.n.], 2010. Disponível em: <<http://www.consort-statement.org/checklists/view/32-consort/66-title>>. Acesso em: 11 nov. 2015.

CONVIT A, DE LEON MJ, TARSHISH C, DE SANTI S, TSUI W, RUSINEK H, GEORGE A. Specific hippocampal volume reductions in individuals at risk for Alzheimer's disease. **Neurobiol Aging**, 18(2):131-8, 1997

DEBIEC J; LEDOUX JE; NADER K. Cellular and systems reconsolidation in the hippocampus. **Neuron**, 36 (3):527-538, 2002.

DREHER JC; MEYER- LINDENBERG A; KOHN P; BERMAN KF. Age - related changes in midbrain dopaminergic regulation of the human reward system. **Proc Natl Acad Sci USA**, 105(39):15106-15111, 2008.

EHNINGER D, KEMPERMANN G. Neurogenesis in the adult hippocampus. **Cell Tissue Res**, 331:243-50, 2008.

ESTRELA. **Genius: jogo**. [S.l.: s.n.], 1980. Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/wiki/genius_\(jogo\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/genius_(jogo))>. Acesso em: 11 nov . 2015.

FERNÁNDEZ-CALVO B, RODRÍGUEZ-PÉREZ R, CONTADOR I, RUBIO-SANTORUMY A, RAMOS F. Eficacia del entrenamiento cognitivo basado en nuevas tecnologías en pacientes con demencia tipo Alzheimer. **Psicothema**, 23:44-50, 2011.

GALLUCCI NJ ET AL. Diagnostico diferencial das demências. **Rev. Psiq. Clin.** 32: 119-30, 2005.

GATZ M. Educating the brain to avoid dementia: can mental exercise prevent Alzheimer disease? **PLoS Med**, 2:7, 2005

GAUDINO EA; CHIARAVALLLOTI ND; DELUCA J; DIAMOND BJ. A comparison of memory performance in relapsing-remitting, primary progressive and secondary progressive, multiple sclerosis. **Neuropsychiatry Neuropsychol Behav Neurol**, 14(1):32-44, 2001.

GOLDBERG E. O cérebro executivo – Lobos frontais e a mente civilizada. Imago, 2009.

GOH JO, PARK DC. Neuroplasticity and cognitive aging: the scaffolding theory of aging and cognition. **Restor Neurol Neurosci**, 27(5):391-403, 2009.

GOLOMB J; KLUGER ET AL. **Clinician's manual on mild cognitive impairment**. London: Science Press; 2001.

GRANEK J A; GORBET D J & SERGIO L E. Extensive video-game experience alters cortical network for complex visuomotor transformations. **Cortex**, 46:1165–1177, 2010.

HAN JW ET AL. Predictive Validity and diagnóstico Stability of Mild Cognitive Impairment Subtypes. **Alzheimer's & Dementia**, 8:553-559, 2012.

HOMMEL B. The role of attention for the Simon effect. **Psycho Res**, 55:208-222, 1993.

HUGHES CP; BERG L; DANZIGER WL; COBEN LA; MARTIN RL. A new clinical scale for the staging of dementia. **Br J Psychiatry**, 140:566-72, 1982.

HUGHES TF, FLATT JD, BO FU, BUTTERS MA, CHANG CCH, GANGULI M. Interactive video gaming compared with health education in older adults with mild cognitive impairment: a feasibility study. **Int J Geriatr Psychiatry**, 29: 890-898, 2014.

HUANG EJ & REICHARDT LF. Neurotrophins: Roles in Neuronal Development and Function. **Annu Rev Neurosci**, 24: 677–736, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html>>. Acesso em: 07 nov.2015.

IZQUIERDO I, MEDINA JH. Memory formation, the sequence of biochemical events in the hippocampus and its connection to activity in other brain structures. **Neurobiol Memory**, 68:285-316, 1997.

IZQUIERDO I. Memória. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed. 2011.

IZQUIERDO I; BARROS DM; MELLO E; DE SOUZA T et al. Mechanisms for memory types differ. **Nature**, 393:635-636,1998.

IZQUIERDO I, VIANNA MR, IZQUIERDO LA, BARROS DM, SZAPIRO G, COITINHO AS, MULLER L, CAMMAROTA M, BEVILAQUA LR, MEDINA JH. Memory retrieval and its lasting consequences. **Neurotox Res**,4(5-6):573-593,2002.

KINECTHACKS. [S.l: sn], 2015. Disponível em:<<http://www.kinecthacks.com/>>. Acesso em: 11 nov. 2015.(kinecthacks,2015).

JACK CR, JR, ALBERT MS, KNOPMAN DS, MCKHANN GM, SPERLING RA, CARRILLO MC, ET AL. Introduction to the recommendations from the National Institute on Aging-Alzheimer's Association workgroups on diagnostic guidelines for Alzheimer's disease. **Alzheimer's Dement**, 7:257–62, 2011.

JEONG B, CHOI J & KIM J-M. MRI Study on the Functional and Spatial Consistency of Resting State-Related Independent Components of the Brain Network. **Korean J Radiol**, 13(3): 265–274, 2012.

JOHNSON RJ, NESSLER D & FRIEDMAN D. Temporally Specific Divided Attention Tasks in Young Adults Reveal the Temporal Dynamics of Episodic Encoding Failures in Elderly Adults. **Psychol Aging**, 28(2): 443–456, 2013.

KAASINEN V, VILKMAN H, HIETALA J, NÄGREN K, HELENIUS H, OLSSON H, ET AL. Age-related dopamine D2/D3 receptor loss in extrastriatal regions of the human brain. **Neurobiol Aging**, 21(5):683–688, 2000.

KATZMAN R. Education and the prevalence of dementia and Alzheimer's disease. **Neurology**, 43:13-20.

KIM KW, CHOI Y, YOU H, NA DL, YOH MS, PARK JK, SEO JH, KO MH. Effects of a serious game training on cognitive functions in older adults. **J Am Geriatr Soc**, 63(3):603-5, 2015.

KENYON CJ. The genetics of ageing. **Nature**, 464: 504–512, 2010.

KUEIDER AM, PARISI JM, GROSS AL, REBOK GW. Computerized Cognitive Training with Older Adults: A Systematic Review. **PLoS One**, 7(7):e40588, 2012.

KUHN HG; DICKINSON-ANSON H; GAGE FH. Neurogenesis in the dentate gyrus of the adult rat: age-related decrease of neuronal progenitor proliferation. **JNeurosci**, 16:2027-33, 1996.

KÜHN S & GALLINAT J. Amount of lifetime video gaming is positively associated with entorhinal, hippocampal and occipital volume. **Mol. Psychiatry**, 19: 842-847, 2013.

KÜHN S ET AL. The neural basis of video gaming. **Transl. Psychiatry**, 1:53 ,2011.

KÜHN S; GLEICH T; LORENZ R; LINDENBERGER U & GALLINAT J. Playing Super Mario induces structural brain plasticity: gray matter changes resulting from training with a commercial video game. **Mol. Psychiatry**, 19:265-271, 2013.

LAMPIT A, HALLOCK H, VALENZUELA M. Computerized cognitive training in cognitively healthy older adults: a systematic review and meta-analysis of effect modifiers. **PLoS Med**, 11(11): e1001756, 2014.

LEZAK MD. **Neuropsychological assessment**. New York: Oxford University Press; 1995.

LIBERT S & SCOTT DP. Modulation of Longevity by Environmental Sensing. **Cell**, 131, 2007.

LIVINGSTON G; JOHNSTON K; KATONA C; PATON J; LYKETSOS CG. Old Age Task Force of the World Federation of Biological Psychiatry. Systematic Review of Psychological Approaches to the Management of Neuropsychiatric Symptoms of Dementia. **Am J Psychiatry**, 162: 1996 - 2021, 2005.

MAILLOT P, PERROT A, HARTLEY A. Effects of interactive physical-activity video-game training on physical and cognitive function in older adults. **Psychol Aging**, 27(3):589-600, 2012.

MAYAS J;PARMENTIER FBR; ANDRÉS P; BALLESTEROS S. Plasticity of Attentional Functions in Older Adults after Non-Action Video Game Training: A Randomized Controlled Trial. **PLoS One**, 9(3):e92269, 2014.

MASUR DM;SLIWINSKI M; LIPTON RB;BLAU AD,; CRYSTAL HA. Neuropsychological prediction of dementia and the absence of dementia in healthy elderly persons. **Neurology**, 44(8):1427-32, 1994.

MENG X & D'ARCY C. Education and Dementia in the context of the Cognitive Reserve Hypothesis: A systematic Review with Meta-Analyses and Qualitative Analyses. **PLoS One**,7(6):e38268.

MCDUGALL S, HOUSE B. Brain training in older adults: evidence of transfer to memory span performance and pseudo-Matthew effects. **Neuropsychol Dev Cogn B Aging Neuropsychol Cogn**, 19(1-2):195-221, 2012.

MCNAB F; VARRONE A; FARDE L; JUCAITE A; BYSTRITSKY P et al . Changes in cortical dopamine D1 receptor binding associated with cognitive training. **Science**, 322(5915):800-802, 2009.

MICROSOFT. **Kinect**. [S.l.], 2011. Disponível em: <<http://www.xbox.com/en-US/kinect>>. Acesso em: 11 nov. 2015.

MOHER D; HOPEWELL S; SCHULZ KF; MONTORI V; GOTZSCHE PC; DEVEREAUX PJ; ELBOURNE D; EGGER M; ALTMAN DG. CONSORT Explanation and Elaboration: updated guidelines for reporting parallel group randomized trials. **BMJ**, 1:1-28, 2010.

MODREGO PJ. Predictors of conversion to dementia of probable Alzheimer type in patients with mild cognitive impairment. **Curr Alzheimer Res**, 3(2):161-70,2006.

MORRIS J. The Clinical Dementia Rating (CDR): current version and scoring rules. **Neurology**, 43(11):2412-4, 1993.

MORRISON JH, BAXTER MG. The ageing cortical synapse: hallmarks and implications for cognitive decline. **Nat Rev Neurosci**, 7; 13(4):240-50, 2012.

MUHLERT N ; GRÜNEWALD RA ; HUNKIN NM; REUBER M ; HOWELL S;REYNDERS H, ISAAC CL. Accelerated long-term forgetting in temporal lobe but not idiopathic generalised epilepsy. **Neuropsychologia**, 49(9):2417-26, 2011.

NACKE LE, NACKE A & LINDLEY CA. Brain training for silver gamers: effects of age and game form on effectiveness, efficiency, self-assessment, and game play experience. **Cyberpsychol Behav**,12(5):493-9,2009.

NASCIMENTO E. **Escala de Inteligência Wechsler para adultos (WAIS III). Padronização de uma amostra Brasileira.** 1th ed. Casa do Psicólogo. São Paulo.2004.

NEUMANN JV & MORGENSTERN O.Theory of Games and Economic Behavior,Princeton University Press (1944).

NITHIANANTHARAJAHJ,HANNANAJ.Enriched environments,experience-dependent plasticity and disorders of the nervous system. **Nat Rev Neurosci**, 7(9):697-709,2006.

NOUCHI R, TAKI Y, TAKEUCHI H, HASHIZUME H, AKITSUKI Y,SHIGEMUNE Y, SEKIGUCHI A, KOTOZAKI Y, TSUKIURA T, YOMOGIDA Y, KAWASHIMA R. Brain Training Game Improves Executive Functions and Processing Speed in the Elderly: A Randomized Controlled Trial. **PLoS One**, 7(1): e29676, 2012.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **Classificação de Transtornos Mentais e do Comportamento: CID -10 Descrições Clínicas e diretrizes diagnósticas.** Porto Alegre: Art Med .1993.

OTT A; BRETELER MM; VAN HARSKAMP F; CLAUS JJ; VAN DER CAMMEN TJ; GROBBEE DE. Prevalence of Alzheimer's disease and vascular dementia: association with education. The Rotterdam study. **BMJ**, 310:970-3, 1995.

PAPALEO NETTO M. **Gerontologia: a velhice e o envelhecimento uma visão globalizada.** São Paulo: Atheneu, 1999.

PARENTE P M M. **Cognição e Envelhecimento.** Porto Alegre: Artmed, 2006.

PARK DC , REUTER-LORENZ P. The adaptive brain: aging and neurocognitive scaffolding. **Annu Rev Psychol**, 60:173-96, 2009.

PENNANEN C, TESTA C, LAAKSO MP, HALLIKAINEN M, HELKALA EL, HÄNNINEN T, KIVIPELTO M, KÖNÖNEN M, NISSINEN A, TERVO S, VANHANEN M, VANNINEN R, FRISONI GB, SOININEN H. A voxel based morphometry study on mild cognitive impairment. **J Neurol Neurosurg Psychiatry**, 76(1):11-4, 2005.

PERETZ C, KORCZYN AD, SHATIL E, AHARONSON V, BIRNBOIM S, GILADI N. Computer-based, personalized cognitive training versus classical computer games: a randomized double-blind prospective trial of cognitive stimulation. **Neuroepidemiology**, 36(2):91-9, 2011.

PETERSEN RC. Clinical subtypes of Alzheimer's disease. *Dement Geriatr Cogn Disord*, 9 (3):16-24, 1998.

PETERSEN RC. Mild Cognitive Impairment as a diagnostic entity. **J Intern Med**, 256(3):183-94, 2004.

PETERSEN RC; DOODY R; KURZ A; MOHS RC; MORRIS JC; RABINS PV et al. Current concepts in mild cognitive impairment. **Arch Neurol**, 58(12):1985-92, 2001.

PHAM TM, WINBLAD B, GRANHOLM AC, MOHAMMED AH (2002) Environmental influences on brain neurotrophins in rats. **Pharmacol Biochem Behav** 73:167-175.

PONG. In: WIKIPÉDIA. [S.L.: S.N.], 2015. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/pong>>. Acesso em: 11 NOV. 2015.

RAO SM , BONNER-JACKSON A , NIELSON K A , SEIDENBERG M, SMITH JC , WOODARD JL , DURGERIAN S . Genetic risk for Alzheimer's disease alters the five-year trajectory of semantic memory activation in cognitively intact elders. **NeuroImage** 111:136-146, 2015.

REBER PJ, ALVAREZ P, SQUIRE LR. Reaction time distributions across normal forgetting: searching for markers of memory consolidation. **Learn Mem**, 4(3):284-90, 1997.

RIETZE R; POULIN P; WEISS S. Mitotically active cells that generate neurons and astrocytes are present in multiple regions of the adult mouse hippocampus. **J Comp Neurol**, 424:397- 408, 2000.

ROUSE R III. **Game design: theory and practice**. Sudbury (MA): Wordware, 2005. p. 698.

SARA, S.J. Retrieval and reconsolidation: Toward a neurobiology of remembering. **Learning of Memory**, 7(2): 73–84, 2000.

SCHAEFFER ET AL EL ET AL. Environmental enrichment as strategy to promote neurogenesis in Alzheimer disease possible participation of phospholipase A2. **Rev.Psiq. Clín**, 37(2), p 73-80, 2010.

SCARMEAS N, LEVY G, TANG MX, MANLY J, STERN Y. Influence of leisure activity on the incidence of Alzheimer's disease. **Neurology**, 57:2236-42,2001.

SCHUYTEMA, P. **Design de games: uma abordagem prática**. São Paulo: Cengage Learning, 2008.p.447.

SELKO DJ ET AL .Aging, amyloid and Alzheimer disease a perspective in honor of Carl Cotman. **Neurochem Res**. 28(11) p.1705-13, 2003.

SIMON SS; YOKOMIZO JE; BOTTINO CM. Cognitive intervention in amnesic Mild Cognitive Impairment: a systematic review. **Neurosci Biobehav Rev**, 36(4):1163-78, 2012.

SIMON JR. Reactions towards the source of stimulation..**Journal of experimental psychology**, 81:174-176, 1969.

SQUIRE, L.R.*Memory and brain*. Oxford, Oxford University Press, 1987.

SQUIRE, LR; KANDEL, ER. Memória:da mente às moléculas. Trad. Dalmaz e Quillfeldt. Porto Alegre: Artmed, 2003.

SOSA, G. The impact of video game intervention in the cognitive functioning, self-efficacy, self-esteem and video games attitude of older adults . A final project. CUG **Theses and Dissertations**, 2011.

SPOLIDORO M; SALE A ET AL. Plasticity in the adult brain: lessons from the visual system. **Exp.Brain Res**, 192:335-341, 2009.

SPREEN O; STRAUSS E. Executive functions. In: SPREEN O, STRAUSS EA. **Compendium of Neuropsychological Tests**. New York: Oxford University Press,p. 171-231,1998.

STEINBERG M; TSCHANZ JT; CORCORAN C; STEFFENS DC; NORTON MC; LYKETSOS CG; BREITNER JCS. The persistence of neuropsychiatric symptoms in dementia: the Cache County Study. **Int J Geriatr Psychiatry**, 19(1):19-26, 2004.

STERN Y et al. Influence of education and occupation on the incidence of Alzheimer's disease. **JAMA**, 271:1004-10, 1994.

STERN Y. Cognitive Reserve and Alzheimer Disease. **Alzheimer Dis Assoc Disord** 20: S69-74.

STERN Y, BLUMEN HM, LEIGH W, ALEXIS R ,HERZBERG G,GOPHER D. Space Fortress game training and executive control in older adults: A pilot intervention. **Neuropsychol Dev Cogn B Aging Neuropsychol Cogn**, 18(6):653-77, 2011.

STROOP JR. Studies of interference in serial verbal reactions. **Journal of Experimental Psychology**, 18: 643-62, 1935.

STUSS DL, WINOCUR G& ROBERTSON IH. Cognitive Neurorehabilitation:Evidence and Application. Second Edition. .Cambridge Press,2008.

SUZMAN R et al. Health in an ageing world: what do we know? **Lancet**. V.385, 2015.

SCHUFF N, AMEND D, EZEKIEL F, STEINMAN S, TANABE JL, NORMAN D, ET AL. Changes of hippocampal n-acetyl aspartate and volume in Alzheimer's disease: A proton MR spectroscopic imaging and MRI study. **Neurology**, 49:1513–1521,1997.

TABERT MH, MANLY JJ, LIU X, PELTON GH, ROSENBLUM S, JACOBS M, ZAMORA D, GOODKIND M, BELL K, STERN Y, DEVANAND DP.Neuropsychological prediction of conversion to Alzheimer disease in patients with mild cognitive impairment.**Arch Gen Psychiatry**,63(8):916-24,2006.

TASHEV I, Recent Advances in Human-Machine Interfaces for Gaming and Entertainment, **J. Information Technology and Security**, 3 (3): 6976, 2011.

TANAKA S.et al. Larger Right Posterior Parietal Volume in Action Video Game Experts: A Behavioral and Voxel-Based Morphometry (VBM) Study. **PLoS One**, 8:e66998, 2013.

TORRES A. Cognitive effects of video games on older people. **International Conference on Disability, Virtual Reality & Associated Technologies [Abstract]**, 19:191-8, 2008.

VAN MUIJDEN J, GUIDO PH.B, HOMMEL B. Online games training aging brains: limited transfer to cognitive control functions. **Front Hum Neurosci**, 6:221, 2012.

VANDERPLOEG RD; CROWELL TA; CURTISS G. Verbal learning and memory deficits in traumatic brain injury: encoding, consolidation, and retrieval. **J Clin Exp Neuropsychol.**, 23(2):185-95, 2001.

VELARDO C & DUGELAY J-L. Real Time Extraction of Body Soft Biometric from 3D Videos. **Proc. ACM Int'l Conf. Multimedia (ACM MM)**, ACM Press, pp. 781-782, 2011.

VIATOS MR et al. **Principles of Neurology**. 7th ed. Mc Graw-Hill, 2001.

VON NEUMANN J, MORGENSTEM O.**Theory of Games and Economic Behavior**, Princeton University Press, 1944.

STERN Y. Cognitive reserve in ageing and Alzheimer's disease.**Lancet Neurol**,11(11):1006-12,2012.

ZENG W. Microsoft Kinect Sensor and its effect. **IEEE Computer Society**.12: 4-10, 2012.

Z. ZHANG A. Flexible New Technique for Camera Calibration. **IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence**, 22 (11):1330 – 1334, 2000.

WALSH CM ET AL. Memory consolidation in aging and MCL after 1 week. **Neuropsychology**, 28(2): 273-280, 2014.

WILKINSON H; HOLDSTOCK JS; BAKER G; HERBERT A; CLAGUE F, DOWNES JJ. Long-term accelerated forgetting of verbal and non-verbal information in temporal lobe epilepsy. **Cortex**, 48(3):317-32, 2012.

WECHSLER D. Wechsler Memory Scale—Third Edition manual. San Antonio, TX: The Psychological Corporation; 1997.

WILSON RS et al. Participation in cognitively stimulating activities and risk of incident Alzheimer disease. **JAMA**, 287:742-8, 2002.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **30 th International Conference of ADI**. The Global Voice on Dementia. 2015. Available from:< <http://www.who.int>> Acesso em:07 nov.2015.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Dementia: a public health priority**. 2012. Available from :< <http://www.who.int>>. Acesso em: 07 nov.2015.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. 10 facts on ageing and the life course.2015. Available form: <http://www.who.int> Available from:< <http://www.who.int>> Acesso em:07 nov.2015.

APÊNDICE A – Artigo de Revisão

Efeitos do treino com jogos de videogame na cognição de idosos: revisão sistemática

Effects of video game training on cognition in the elderly: systematic review

Simone Aparecida Celina das Neves Assis^{1,2}, Ângelo José Gonçalves Bós¹ , Jociane de Carvalho Myskiw^{1,3}, Marcio Sarroglia Pinho², Irenio Gomes da Silva Filho¹, Carla Helena Augustin Schwanke¹, Ivan Antonio Izquierdo^{1,3}

¹ Programa de Pós-Graduação em Gerontologia Biológica do Instituto de Geriatria e Gerontologia (ICG) da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.

² Programa de Pós-Graduação em Ciências da Computação da Faculdade de Informática da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.

³ Centro de Memória e Centro de Altos Estudos em Neurociências do Instituto do Cérebro da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.

Este estudo teve apoio do INCT MACC – Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Medicina Assistida por Computação Científica, financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) 181813/2010-6.

RESUMO

Objetivos: realizar uma revisão sistemática da literatura sobre o efeito do treino com jogos de videogame na cognição de idosos.

Métodos: Busca nas bases de dados LILACS, SciELO, PsycINFO e PubMed, idiomas Inglês e Português. Utilizaram-se os descritores treino com jogos de videogame / *video game training*, adicionando aos seguintes: cognição / *cognition*, efeito cognitivo / *cognitive effects*, desempenho cognitivo / *cognitive performance*, plasticidade cognitiva / *cognitive plasticity*, testes cognitivos / *cognitive tests*. Foram incluídos estudos de intervenção cognitiva, artigos originais e disponíveis na íntegra, população alvo idosos (60 anos ou mais), publicados entre 2005 e 2015. A revisão ocorreu entre janeiro e julho de 2015.

Resultados: Dos 70 artigos encontrados inicialmente, 21 estudos atenderam aos critérios de seleção. Sete estudos (33%) verificaram melhorias significativas em velocidade de processamento, atenção sustentada, alerta, memória de trabalho visoespacial, flexibilidade cognitiva, memória visual imediata e tardia e coordenação viso-motora-espacial. Em relação à metodologia de treino dos estudos, 11 (52%) foram com treino de curta duração (uma a seis semanas) e tempo total entre menor tempo 4,5 horas e maior tempo 23,5 horas; e 10 (47%) com treino de longa duração (sete a 12 semanas) e tempo total de treino entre 12 e 36 horas. Os treinos de curta duração foram mais eficazes.

Conclusões: A constatação do tempo total necessário de treino foi o achado principal desta revisão sistemática. Intervenção cognitiva com uso de jogos de vídeo game de curta duração, entre uma e seis semanas, e tempo total do programa de treino cognitivo entre 4,5 horas e 23,5 horas foi eficaz para idosos, sendo esta uma dose de tempo de intervenção cognitiva necessária e suficiente para a consolidação de sistemas e aquisição de um aprendizado no envelhecimento. Os efeitos cognitivos encontrados nos estudos sugerem que o cérebro idoso é capaz de adquirir, manter e enriquecer-se com novas aprendizagens.

DESCRIPTORES: idosos; jogos de vídeo; treino cognitivo; cognição; desempenho cognitivo.

ABSTRACT

Aims: To perform a systematic review of the literature on the effect of video game training on cognition in the elderly.

Methods: The search was conducted using LILACS, SciELO, PsycINFO and PubMed databases in both English and Portuguese. The search term used were video game training, combined with the following: cognition, cognitive effects, cognitive performance, cognitive plasticity, cognitive tests. The inclusion criteria consisted of intervention studies on video game training, original articles in English or Portuguese, full-text availability, and target population older people. Studies that failed to meet these criteria were excluded. Articles from 2005 to 2015 were collected, and the review was performed between January 2015 and July 2015.

Results: Seventy articles were found, but only twenty-one met the selection criteria. Of the 21 articles included in the study, only 7 studies (33%) revealed statistically significant improvement in speed of processing, sustained attention and alert, working visuospatial memory, cognitive flexibility, immediate and delayed visual memory, visual-motor coordination and visuospatial ability between the research groups ($p < 0.05$). Other results were found in relation to the methodology of the studies. Of the 21 studies, 11 studies (52%) were performed with training of short duration (1-6 weeks) and total time of training ranging between 4.5 and 23.5 hours. Ten studies (47%) were performed with training of long duration (7-12 weeks) total time of training between 12 and 36 hours. The short duration training showed better performance.

Conclusion: The total time required for training was the main finding of this systematic review. Cognitive intervention using short duration training (between one and six weeks) with video games in a total time between 4.5 and 23.5 hours is effective in elderly participants. This length time between the minimum and maximum time of cognitive intervention is necessary and sufficient for the consolidation of systems and acquisition of a learning in aging. The cognitive effects observed in the studies suggest that the aging brain is able to acquire, maintain and even enrich new learnings.

KEY WORDS: aged; video games; cognitive training; cognition; cognitive performance.

Recebido: agosto, 2015

Aceito: setembro, 2015

Publicado: outubro, 2015

Correspondência: angelo.bos@pucrs.br



Este artigo está licenciado sob forma de uma licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional, que permite uso irrestrito, distribuição e reprodução em qualquer meio, desde que a publicação original seja corretamente citada. http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/pt_BR

Abreviaturas: GE, grupo experimental; GC, grupo controle; PRISMA, *Statement for Reporting Systematic Reviews and Meta Analyses of Studies That Evaluate Health Care Interventions*; MEEM, Mini Exame do Estado Mental; WHOQOL-Bref, versão abreviada do Instrumento de Avaliação de Qualidade de Vida da Organização Mundial da Saúde; GDS-15, Escala de Depressão Geriátrica de Yesavage reduzida.

INTRODUÇÃO

Com o envelhecimento ocorre uma diminuição dos recursos cognitivos das pessoas, incluindo velocidade de processamento, atenção, controle executivo, memória de trabalho, controle inibitório e memória episódica. Na vida diária, essas perdas resultam em dificuldades no desempenho de atividades comuns como dirigir um carro, no manejo financeiro e no cumprimento de obrigações [1,2]. Consequentemente, o somatório dos eventos causados pelo declínio cognitivo conduz à redução no número das relações sociais, à depressão e por fim, ao isolamento [3,4].

Para retardar ou evitar esse processo, pesquisas sobre o envelhecimento buscam por ferramentas que possam manter ou melhorar o desempenho em funções cognitivas ao longo da vida. Neste contexto, o jogo de videogame tem recebido destaque como método tecnológico de treino cognitivo [1,3,5,6]. Evidências sugerem que esse tipo de intervenção tem efeito positivo na cognição de idosos em velocidade de processamento [7], atenção [8,9], memória espacial [7], controle cognitivo [10], inteligência [11], coordenação visomotora [11] e funcionamento cognitivo global [12]. Tal discussão e estudos científicos são de grande relevância em nível de saúde pública, uma vez que os jogos eletrônicos são ferramentas de intervenção não farmacológicas de baixo custo e de fácil acesso à população [6].

Atualmente, os jogos de videogame de última geração são ferramentas tecnológicas que despertam o interesse dos idosos para o treino cognitivo [12]. Os jogos eletrônicos são atraentes, divertidos e desafiam a cognição através da interação entre o jogador e a máquina. Para isso são utilizadas tecnologias de sensores de movimento e telas sensíveis ao toque, o que facilita o uso para o idoso. A interação ocorre através de uma interface de jogo que possibilita *feedback* visual, motor e auditivo [2].

Há um crescente número de estudos na literatura investigando os jogos de videogame como método de treino cognitivo [13]. Anguera et al. [14] encontraram em idosos plasticidade robusta no córtex pré-frontal e melhora em controle cognitivo no pós-treino com

o simulador de direção NeuroRacer® (University of Califórnia, San Francisco) [14]. Nikolaidis et al. [15] verificaram, em jovens adultos, alteração de atividade cerebral em resposta ao treino no lobo parietal superior com melhora de desempenho em tarefa de memória de trabalho [15]. Estudo anterior aos mencionados observou aumento no volume cerebral em resposta ao treino cognitivo [16]. Em conjunto, esses resultados são importantes indicadores de plasticidade cognitiva.

Neste cenário, evidências sugerem que o cérebro possui longevidade plástica para novas aprendizagens e capacidade para reorganização neuronal [17]. Teoricamente, esta longevidade é uma porta aberta ao enriquecimento ambiental, às intervenções cognitivas no processo de envelhecimento. Como método de intervenção cognitiva temos a estimulação cognitiva, que compreende um grupo de atividades desenvolvidas para melhorar o funcionamento cognitivo e social [18,19]; a reabilitação cognitiva, que é um programa de treino personalizado com ênfase em manter ou desenvolver um bom nível de desempenho em atividades da vida diária [19-21]; e o treino cognitivo, que é uma prática estruturada que ensina estratégias para otimizar o desempenho de uma função cognitiva específica ou de um conjunto de funções cognitivas [1,18,20].

O treino cognitivo com jogos de videogame é o foco desta revisão sistemática. Estudos prévios demonstram que o treino cognitivo resulta em aumento de atividade cerebral em áreas frontais, temporais e occipitais de idosos portadores de comprometimento cognitivo leve tipo amnésico no pós-treino de memória [12,22,23] e aumento dopaminérgico em regiões frontais e parietais pós-treino com melhora de desempenho em memória de trabalho [16].

Com base no panorama apresentado sobre o tema, o presente estudo teve como propósito realizar uma revisão sistemática da literatura sobre o efeito do treino cognitivo com jogos de videogame na cognição de idosos.

MÉTODOS

Foi realizada uma busca de artigos científicos publicados no período de 2005 a 2015, por meio das bases de dados LILACS, SciELO, PubMed e PsychINFO. Utilizaram-se os descritores treino com jogos de videogame / *video game training*, adicionando aos seguintes: cognição / *cognition*, efeito cognitivo / *cognitive effects*, desempenho cognitivo / *cognitive performance*, plasticidade cognitiva / *cognitive plasticity*, testes cognitivos / *cognitive tests*.

A revisão sistemática do presente estudo foi norteada pela seguinte questão de pesquisa: Qual é o efeito do treino com jogos de videogame na cognição de idosos? A revisão sistemática foi conduzida baseada nos critérios de elegibilidade recomendados pelo PRISMA (*Statement for Reporting Systematic Reviews and Meta Analyses of Studies That Evaluate Health Care Interventions*) [24]. Foram eleitos os seguintes critérios de inclusão: (a) população do estudo pessoas com idade acima de 65 anos; (b) intervenção cognitiva com jogos de videogame; (c) ter Grupo Experimental (GE) e Grupo Controle (GC); (d) desfecho: efeito significativo no desempenho cognitivo medido por testes neuropsicológicos. Também foram considerados critérios para filtragem dos artigos: (a) presença de um resumo; (b) texto em língua inglesa ou espanhola ou portuguesa; (c) publicação em um periódico

revisado por pares (*peer-reviewed*); (d) pesquisa com humanos; (e) artigos originais, disponíveis na íntegra. A leitura dos resumos e, posteriormente, a revisão dos artigos selecionados, foi realizada independentemente por dois autores, conforme os critérios de inclusão citados.

RESULTADOS DA SELEÇÃO

A busca dos descritores na literatura resultou em 70 artigos. Destes, 49 foram excluídos: 21 eram duplicatas, dois eram estudos de revisão e 26 estudos focavam a doença de Parkinson, derrame, artroplastia de joelho e quedas. Assim, a revisão sistemática selecionou 21 estudos que abordaram o efeito do treino cognitivo com jogos de videogame na cognição de idosos (Figura 1).

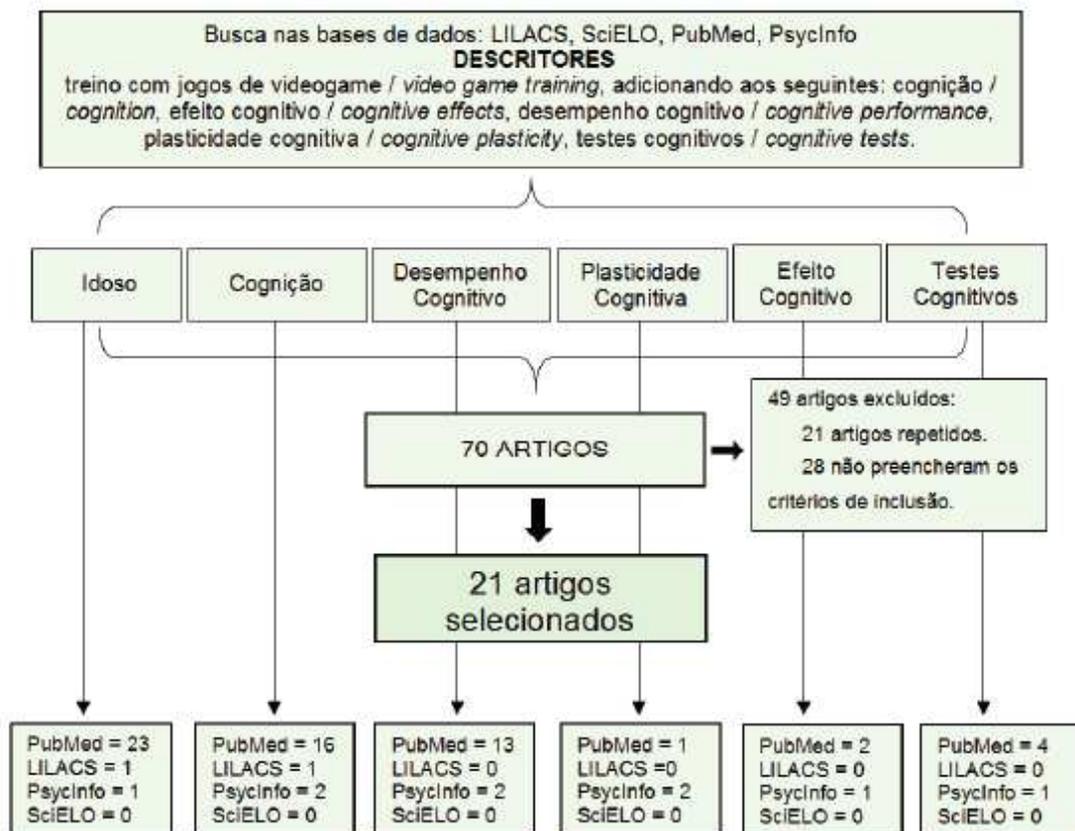


Figura 1. Etapas da revisão sistemática: busca, seleção e inclusão de estudos sobre o efeito do treino cognitivo com uso de jogos de videogame na cognição de idosos.

CONTEÚDO DA REVISÃO

Os 21 estudos foram compostos majoritariamente por uma amostra de idosas com idades entre 60 e 87 anos. Nenhum participante tinha experiência anterior com jogos de videogame, sendo que este foi um critério de seleção comum a todos os estudos.

A literatura é crescente quanto a este tema, e a maioria dos estudos selecionados questiona o tempo de duração do treino, questão com grande variação, ainda sem padronização [1,25]. Conforme os critérios de inclusão, todos os estudos tinham um GE que recebeu treinamento e um ou dois GC para comparação.

Dos 21 estudos, quatro utilizaram GC ativo (grupo que realizou algum tipo de tarefa cognitiva para comparação com a tarefa experimental e testado com testes neuropsicológicos antes e após o treino), sete estudos GC sem contato (grupo controle que não realizou atividade cognitiva e não participou de encontros semanais com o time de pesquisadores, apenas foi testado com testes neuropsicológicos antes e após o treino) e seis estudos compararam o GE a um GC ativo e GC sem contato. Somente um estudo utilizou para comparação um grupo de jovens, e em três estudos o GC recebeu palestras (Tabela 1).

Os efeitos de melhora cognitiva no pós-treino no GE foram encontrados nos seguintes domínios cognitivos: cinco estudos (24%) encontraram melhora em memória, 12 estudos (57%) em funções executivas, oito estudos (38%) em atenção, três estudos (14%) em linguagem e sete estudos (33%) em percepção (Tabela 2).

Dos 21 artigos incluídos no estudo, sete estudos (33%) verificaram melhoras estatisticamente significativas ($p < 0,05$) nos seguintes subsistemas cognitivos pós-treino no GE em relação ao GC: em tempo de reação, atenção sustentada, memória de trabalho, funções executivas, velocidade de processamento, alerta atencional, memória visual imediata e tardia, memória de trabalho visoespacial, processo inibitório, raciocínio intuitivo, coordenação visomotora, flexibilidade cognitiva e habilidade visoespacial (Tabela 2).

Quanto aos tipos de videogames utilizados como ferramentas de treino cognitivo, dois estudos utilizaram simulador de direção; quatro estudos utilizaram jogos online com objetivo de treino cerebral; quatro estudos utilizaram jogos de ação; seis estudos utilizaram jogos para treino cerebral; dois estudos utilizaram jogos de esportes; dois estudos utilizaram jogos de quebra-cabeça; um estudo utilizou o jogo de música; e um estudo utilizou um jogo de plataforma. Podemos observar que os tipos de jogos mais utilizados são os

jogos para treino cerebral, 28%, e jogos de ação, 19% (Tabela 1).

Apenas quatro estudos foram realizados com *serious games* (jogos desenvolvidos com objetivo científico): *Neuroracer** (University of California, San Francisco, USA) [14], *Cognifit** (Cognifit, USA) [26], *Space Fortress** (University of Illinois, USA) [27] e *Music Game Smart Harmony** (Logitech, USA) [28].

Como controles para jogar, dois estudos utilizaram volantes com pedais (simulador de direção), dois estudos utilizaram *joystick*, cinco estudos utilizaram *mouse* para computador e 13 estudos utilizaram sensor de movimento, sendo 10 para o console Nintendo Wii* (Nintendo, USA) [29] e três para Nintendo DS* (Nintendo, JAPAN) [30].

Os principais instrumentos neuropsicológicos utilizados estão descritos na Tabela 3, que demonstra uma grande variabilidade nos resultados dos instrumentos de medidas utilizados nos 21 estudos. Verificamos que 19 estudos utilizaram testes neuropsicológicos e apenas dois estudos tarefas ecológicas, como métodos para mensurar o efeito do treino cognitivo com jogos de videogame. Também foram utilizados instrumentos de autorrelato para avaliação da qualidade de vida (um estudo) e autoconceito (um estudo). Os dois instrumentos neuropsicológicos mais utilizados entre os 21 estudos foram o Mini Exame do Estado Mental (MEEM) (28%, seis estudos) e o *Stroop Color and Word Test* (28%) (Tabela 3).

Foram utilizados também, em três estudos, baterias de avaliação computadorizadas: *Computerized Assessment of Mild Cognitive Impairment* (CAMCI) [29] e *Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery* [26].

Um estudo utilizou o questionário de autorrelato *Modifiable Activity Questionnaire* (MAQ) para avaliar diferentes níveis de atividade física (frequência e duração) durante o período de treino de 12 semanas com o jogo *Wii Sports* da Nintendo*. Esse estudo encontrou melhora em controle executivo, velocidade de processamento e atividade física entre GE e GC ($p < 0,01$) [47] (Tabela 3).

Dois estudos utilizaram inventários: Inventário Neuropsiquiátrico (NPIQ) e *Clinical Inventory of Self-Concept*. Um estudo utilizou a versão abreviada do Instrumento de Avaliação de Qualidade de Vida da Organização Mundial da Saúde (WHOQOL-Bref) para avaliar qualidade de vida. Duas escalas de depressão foram utilizadas para excluir idosos com depressão: Escala de depressão de Cornell [31] e Escala de Depressão Geriátrica de Yesavage reduzida (GDS-15) [32].

Tabela 1. Principais achados de estudos que investigaram o efeito do treino cognitivo com jogos de videogame no período de 2005 a 2015.

Autor (ano)	N	Controle	Instrumentos de medida pré-intervenção e pós-intervenção	Variáveis analisadas	Treino (nº sessões, tempo sessão, nº sessões por semana, nº horas total)	p (entre grupos)	Principais achados	Jogos
Cassavaugh & Kramer ¹⁸	21	Controle sem contato	Tarefas cognitivas: Tarefa de atenção seletiva Tarefa N-back	Atenção viso-espacial, Memória de trabalho, Controle manual em tarefas de dupla condição	8 sessões, 5 semanas	0,005	CE melhora em tempo de reação	Programa de treino Simulador de direção
Bozoki et al. ¹⁹	60	Grupo controle com atividades on-line	Bateria de testes neuropsicológicos computadorizados	Atenção visual, Memória de trabalho visual, Velocidade de processamento, Memória verbal, Processamento executivo espacial, Planejamento estratégico	6 semanas 30 sessões, 1h, 5 vezes por semana, 30h	0,001	CE melhora em memória de trabalho e habilidade viso-espacial	Jogos on-line My Better Mind [®] (Michigan State University, USA)
Anguera et al. ²⁰	174	Grupo ativo de única tarefa e Grupo não ativo	Memória de trabalho: Reconhecimento visual tardio, Tarefa de controle motor, Velocidade de processamento, Tarefa símbolos (dígitos), Test of Variables of Attention (TOVA), Useful field of view test (UFOV)	Controle cognitivo	12 sessões (4 semanas), 1h, 5 vezes por semana, 12h	0,005	CE melhora em atenção sustentada e memória de trabalho	NeuroRacer [®] (University of California, San Francisco, USA)
Belchior et al. ⁴	58	Grupo controle sem contato Grupo controle ativo: jogo de ação (Medal of Honor)	MEEM Useful Field of View (UFOV) test	Atenção visual seletiva	6 sessões, 90 min, 2-5 sessões por semana, 9h	0,001	CE melhora em atenção visual seletiva	Useful Field of View [®] (UFOV) Medal of Honor [®] (Electronic Arts, Sony, Japan)
Boot et al. ¹	62	Grupo controle Grupo ativo: jogo de ação Mario Kart DS [®]	Corsi Block Tapping Raven's Matrices	Velocidade de processamento (Tempo de reação), Memória, Atenção, Controle executivo	1,5 a 2h por sessão, 12 semanas, 60 horas de jogo	0,002	CE melhora em atenção com transferência para funções executivas	Brain Fitness Game [®] (BFC) (Happy Neuron Inc, USA) Mario Kart DS [®] (Nintendo, Japan)
Stem et al. ²¹	60	Grupo ativo com game play Grupo controle sem game play	Subteste símbolos WAIS III, Trail Making Test parte A, Trail Making Test Part B, Subteste cubos WAIS III, California Verbal Learning Test (recordação), Controlled Oral Word Association Test, Subteste sequência de números e letras, Stroop Color and Word Test	Controle executivo, Viso construção Memória Linguagem Atenção dividida Multi tarefas Controle motor Memória Memória de trabalho	36 sessões, 1h, 5 vezes por semana, 36h	0,001	CE melhora em controle executivo	Space Fortress [®] (SF) (University of Illinois, USA)
Nouchi et al. ¹⁴	32	Grupo controle	Teste de trihas e Bateria de avaliação frontal	Funções executivas	20 sessões, 15min, 5 sessões por semana, 5h	0,005	CE melhora em funções executivas e velocidade de processamento.	Brain Age [®] (BA) (Nintendo, USA)
Ackerman et al. ¹⁶	78	Grupo de leitura	CogAT battery	Velocidade de processamento, Memória de trabalho visual, Espacial orientação, Velocidade de percepção, Inteligência fluida e cristalizada	20 sessões, 1h, 5 vezes por semana, 4 semanas, 20 h	0,001	CE melhora de desempenho de tarefas cognitivo motoras	Wi Big Brain Academy [®] (Nintendo, USA)
Nacke et al. ¹⁰	21	Grupo de comparação: jovens	Tarefas cognitivas informatizadas para medida de desempenho em jogar Nintendo DS Comparação entre grupo jovem e grupo idoso	Solução de problemas na experiência em jogar com Nintendo DS versus lápis e papel	1 sessão (com 5 min de treino para aprendizado)	0,001	CE melhora no desempenho e motivação tarefas envolvendo solução de problemas matemáticos	Dr Kawahara Brain Training Nintendo DS [®] (Nintendo, Japan)

(continua)

Tabela 1 (continuação)

Autor (ano)	N	Controle	Instrumentos de medida pré-intervenção e pós-intervenção	Variáveis analisadas	Treino (nº sessões, tempo sessão, nº sessões por semana, nº horas total)	p (entre grupos)	Principais achados	Jogos
Basak et al. ¹⁸	40	Grupo controle sem treino e sem contato	Tarefas de Controle Executivo: Operation Span, Tarefa de alternância, N-Back Task, Tarefa de memória visual de curto prazo, Raven, Stopping Task, Tarefas de Atenção Viso-espacial: Functional Field of View, Attentional Blink, Enumeration, Mental Rotation	Alternância de tarefas Memória de trabalho, Memória de curto prazo visual	15 sessões, 1,5h treino, 3 vezes por semana, 22,5 h	0,001	CE melhora de desempenho na velocidade de jogo	Rise of Nations® (ROH) (Microsoft Game Studios, USA)
Ballesteros et al. ¹⁹	60	Grupo controle (palestras)	Speed of Processing Task, WCST, Cross-modal visual-auditory odd-ball task, Corsi blocks, Jigsaw-puzzle tasks, Rey-Osterrieth Complex, Figure Test, Faces I e II, Family Pictures I e II, WMS III	Efeito na cognição	20 sessões, 1h, 5 semanas, 20h	0,005	CE melhora em alerta atencional e tarefas de memória visual imediata e tardia	Lumosity® cognitive training platform (Lumos Lab, San Francisco, USA)
Mayas et al. ²⁰	40	Grupo controle (encontros)	MEEM, CDS, Subteste vocabulário WAIS III, Cross-modal oddball task: Medidas de alerta e distração	Plasticidade cognitiva	20 sessões, 1h, 2 vezes por semana, 20h	0,007	CE redução da distração, aumento do alerta atencional	Lumosity® cognitive training platform (Lumos Lab, San Francisco, USA)
Mallot et al. ²¹	32	Grupo controle sem contato	MEEM, CDS, Modifiable Activity Questionnaire (MAAQ), Trail Making Test, Stroop Color Word, Interference Test, Letter Sets Test, Matrix Reasoning Test, Digit Symbol Substitution Test, Spatial Span Test, Directional Headings Test, Mental Rotation Test, Cancellation Test, Number Comparison Test, Reaction Time Test, Plate Tapping Test	Atividade física, Controle executivo, Velocidade de processamento viso-espacial	24 sessões, 1h, 2 vezes por semana, 24h	0,001	CE melhorou mais do que o CC em medidas: controle executivo, velocidade de processamento e física. Sem melhora em medida viso-espacial	Nintendo Wii® Wii Sports; Wii Tennis; Wii, Boxing game, Wii Bowling game, Wii Soccer Headers, Wii Ski Jump, Wii Marbles games (Nintendo, Japan)
McDougal & House ²²	41	Grupo controle sem contato	Digit Span Test	Velocidade de processamento, funções executivas, memória de trabalho viso espacial	6 semanas		CE melhorou em memória de trabalho viso-espacial, funções executivas e velocidade de processamento	Nintendo Brain Training® (Nintendo, Japan)
Peretz et al. ²³	121	Grupo controle: jogos de PC	Cambridge Neuropsychological Test, Automated Battery, Raven's Standard, Progressive Matrices, WCST, Continuous Performance Test, Stroop Test	Memória, Atenção, Habilidades viso-espaciais, Funções executivas, Flexibilidade Mental	36 sessões, 25 min, 3 vezes por semana, 16h	0,005	CE melhorou em memória de trabalho viso-espacial, aprendizagem viso-espacial e foco atencional. O teste personalizado é mais eficaz que os jogos computadorizados	CogniFit® Personal Coach (Cognifit, USA)

(continua)

Tabela 1 (conclusão)

Autor (ano)	N	Controle	Instrumentos de medida pré-intervenção e pós-intervenção	Variáveis analisadas	Treino (nº sessões, tempo sessão, nº sessões por semana, nº horas total)	p (entre grupos)	Principais achados	Jogos
Sosa et al. ⁸	51	Grupo controle não ativo	Memory Alterations Test, Mini Mental State Examination, The Trail Making Test, Global Feelings of Control, Stroop Test	Memória, Funções executivas, Bem estar, Interferência e flexibilidade cognitiva	5 sessões, 1 semana	Sem diferença entre os grupos	CE melhora (tempo) processamento silábico e aritmético, melhora em atenção seletiva e funções executivas, flexibilidade cognitiva e susceptibilidade a interferência	Brain Age® (Nintendo DS, Japan)
Tomes et al. ¹¹	45	Grupo de relaxamento muscular, Grupo sem contato	Cognitive Sub-scale of Alzheimer's Disease Assessment Scale, Clinical Inventory of Self-Concept, WHOQOL-Bref, ADAS-Cog	Autoconceito, Qualidade de vida, Cognição	8 semanas	0,005	CE melhora do funcionamento cognitivo geral, autoconceito e qualidade de vida	Super Granny® (Sandlot Games, USA), Zoo Keeper® (USA), Penguin Run® (USA), Brickz® (Brick Game, USA), Memory games® (USA)
Van Muijden et al. ¹²	72	Grupo questões documentário	MMSE, Stroop color-word test, Stop-signal test, Counting span, Mental counters, Useful field of view test, Raven standard progressive matrices, Global-local switching test, Smiling faces switching test, Test of attentional performance	Memória de trabalho, Alternância e inibição da atenção, Raciocínio intuitivo	49 sessões, 30min, 7 sessões por semana, 25h	0,005	CE melhora no processo inibitório em Stop-signal task e em raciocínio intuitivo (Raven-SPVI), CC melhora em atenção seletiva (UFOV-3)	Anagram® (USA), Falling brick® (Bricks games, USA)
Kim et al. ¹⁸	28	Grupo atividades comunitárias, duração 8 semanas	Digit Span Test, Trail-Making Test Parts A and B, Stroop Word-Color Test, Rey Complex Figure Test, and a verbal fluency test	Coordenação viso-motora, Flexibilidade cognitiva viso-espacial, Memória e Cognição verbal	8 semanas, 40 min, 5 vezes por semana	0,005	CE melhora em coordenação viso motora, flexibilidade cognitiva, habilidade viso espacial, memória e habilidade verbal	Music Game Training Program Smart Harmony® (Logitech, USA)
Hughes et al. ¹⁹	20	Grupo controle: saúde educacional	Computerized Assessment of Mild Cognitive Impairment (CAMCI), Cognitive Self-Report Questionnaire-25	Atenção, Funções executivas, Memória e Velocidade de processamento	24 sessões, 90 min, total de 36h	0,002	Tamanho de efeito mediano	Wii Sports® games, including bowling, golf, tennis, and baseball (Nintendo, Japan)
Fernández-Calvo et al. ²¹	45	Grupo ativo: programa de estimulação cognitiva tradicional, Grupo controle: sem contato	Mini-Mental State Examination, ADAS-Cog, NPI-Q (inventário neuropsiquiátrico), Escala de depressão de Cornell	Atenção, Memória e Linguagem	12 semanas, 5 sessões por semana (total de 36h)	0,001	CE melhora significativa em ADAS-COG em comparação com o grupo tradicional de treino cognitivo. Programa Big Brain Academy (BBA)	Big Brain Academy® (Nintendo DS, USA)

Tabela 2. Domínios cognitivos, efeitos de melhora cognitiva no pós-treino nos grupos de estudo e principais instrumentos neuropsicológicos utilizados nos 21 estudos selecionados.

Domínios cognitivos	Variáveis analisadas	Testes neuropsicológicos
Memória 5 estudos	Memória e trabalho (2 estudos) Memória imediata (1 estudo) Memória tardia (1 estudo) Memória de trabalho viso-espacial (1 estudo)	Rey-Osterrieth Complex Figure Test ^{45,46} Corsi Block Tapping ⁴⁷ Spatial Span (WMSIII) ^{48,49} Digit Span Test ⁴⁹
Funções executivas 12 estudos	Controle executivo (5 estudos) Dupla tarefa (2 estudos) Resolução de problemas (1 estudo) Processo inibitório (2 estudos) Flexibilidade cognitiva (2 estudos)	Trail Making Test A e B ^{47,48,50,51,52} Stroop Color and Word Test ^{53-55,56,57} Teste Wisconsin e Classificação de Cartas (WCST) ^{58,59} Mental Rotation Test ^{60,61}
Atenção 8 estudos	Atenção sustentada (1 estudo) Atenção visual (1 estudo) Atenção (1 atenção) Atenção seletiva (1 estudo) Alerta atencional (2 estudos) Distração (1 estudo) Foco atencional (1 estudo)	Useful Field of View (UFOV) ^{61,62}
Linguagem 2 estudos	Área verbal (1 estudo) Processamento silábico (1 estudo)	Subteste vocabulário (WAIS III) ⁶³
Percepção 8 estudos	Tempo de reação (1 estudo) Viso-espacial (3 estudos) Velocidade de processamento (3 estudos) Viso-motora (1 estudo)	Subteste Símbolos (WAIS III) ^{64,65} Trail Making Test A e B ^{47,48,50,51,52}
Cognição geral 3 estudos	Cognição geral (3 estudos)	ADAS – Cog ^{66,67} Cognitive Self-Report ⁶⁸ Mini Exame do Estado Mental ^{69,70,71,72} CoAT Battery ⁷³

Tabela 3. Testes utilizados no pré-teste e no pós-teste como instrumentos de medidas nos 21 estudos revisados.

Testes Neuropsicológicos
<ul style="list-style-type: none"> • T.O.V.A. – Test Of Variables of Attention⁷⁴ (1 estudo) • Useful field of view test (UFOV)^{61,62} (3 estudos) • MEEM^{75,76,77,78} (6 estudos) • Corsi Block Tapping⁴⁷ (2 estudos) • Raven standard progressive matrices^{79,80} (3 estudos) • Subteste símbolos WAIS III^{64,65} (2 estudos) • Trail Making Test parte A e B^{47,48,50,51,52} (5 estudos) • Subteste cubos WAIS III⁶³ (1 estudo) • California Verbal Learning Test⁸¹ (1 estudo) • Controlled Oral Word Association Test⁸² (1 estudo) • Subteste sequência de números e letras⁸³ (1 estudo) • Stroop Color and Word Test^{53-55,56,57} (6 estudos) • Bateria de avaliação frontal⁸⁴ (1 estudo) • CogAT battery⁸⁵ (1 estudo) • Attentional Blink⁸⁶ (1 estudo) • Enumeration⁸⁷ (1 estudo) • Mental Rotation^{60,61} (2 estudos) • Rey-Osterrieth Complex Figure Test^{45,46} (2 estudos) • Faces I e II WMS III⁴⁸ (1 estudo) • Family Pictures I e II WMS III⁴⁸ (1 estudo) • Subteste vocabulário WAIS III⁶³ (1 estudo) • Letter Sets Test⁸⁸ (1 estudo) • Matrix Reasoning Test⁸⁹ (1 estudo) • Digit Symbol Substitution Test⁹⁰ (1 estudo) • Spatial Span Test WMS III⁴⁸ (1 estudo) • Digit Span^{49,91} (2 estudos) • Directional Headings Test⁹² (1 estudo) • Cancellation Test⁹³ (1 estudo) • Number Comparison Test⁹⁴ (1 estudo) • Reaction Time Test⁹⁵ (1 estudo) • Plate Tapping Test⁹⁶ (1 estudo) • Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery⁹⁷ (1 estudo) • Wisconsin Card Sort Test^{98,99} (2 estudos) • Continuous Performance Test¹⁰⁰ (1 estudo) • Memory Alterations Test¹⁰¹ (1 estudo) • Cognitive Sub-scale of Alzheimer's Disease Assessment Scale¹⁰² (1 estudo) • ADAS-Cog¹⁰³ (1 estudo) • Stop-signal test¹⁰⁴ (1 estudo) • Counting span¹⁰⁵ (1 estudo) • Mental counters¹⁰⁶ (1 estudo) • Global-local switching test¹⁰⁷ (1 estudo) • Smiling faces switching test¹⁰⁸ (1 estudo) • Test of attentional performance¹⁰⁹ (1 estudo) • Verbal fluency test¹¹⁰ (1 estudo) • Computerized Assessment of Mild Cognitive Impairment (CAMCI)¹¹¹ (1 estudo) • NPI-Q (inventário neuropsiquiátrico)¹¹² (1 estudo)
Autorrelato
<ul style="list-style-type: none"> • Escala de depressão de Cornell¹¹³ (1 estudo) • Global Feelings of Control¹¹⁴ (1 estudo) • Cognitive Self-Report⁶⁸ (1 estudo) • Clinical Inventory of Self-Concept¹¹⁵ (1 estudo) • WHOQOL-Bref¹¹⁶ (1 estudo) • Questionnaire-25¹¹⁷ (1 estudo) • CDS-15¹¹⁸ (1 estudo) • Modifiable Activity Questionnaire¹¹⁹ (1 estudo)
Tarefas Ecológicas
<ul style="list-style-type: none"> • Odd-ball task¹²⁰ (1 estudo) • Cross-modal visual-auditory odd-ball task^{121,122} (2 estudos) • Speed of Processing Task¹²³ (1 estudo) • Tarefa de atenção seletiva¹²⁴ (1 estudo) • Tarefa N-back^{125,126} (2 estudos) • Tarefa de controle motor Velocidade de Processamento¹²⁷ (1 estudo) • Tarefa símbolos (dígitos)¹²⁸ (1 estudo) • Tarefas cognitivas informatizadas para medida de desempenho em Jogar Nintendo DS¹²⁹ (1 estudo) • Tarefa Operation Span¹³⁰ (1 estudo) • Tarefa de alternância¹³¹ (1 estudo) • Tarefa de memória visual de curto prazo¹³² (1 estudo) • Stopping Task¹³³ (1 estudo) • Jigsaw-puzzle tasks¹³⁴ (1 estudo)

DISCUSSÃO

Verificamos que os estudos selecionados buscaram identificar uma definição de dose, ou seja, o número de ensaios ou total de horas necessárias de treino cognitivo para aquisição de um aprendizado [22]. Achados em neurofisiologia da memória indicam que durante os primeiros minutos ou horas após a aquisição de um aprendizado, a informação é suscetível a interferências do ambiente, o que pode exigir um tempo hábil de exposição à informação para que esta se torne um registro [33,34].

A formação de um aprendizado requer modificações estruturais e funcionais que ocorrem nas sinapses de distintas vias devido ao uso ou desuso das mesmas [35]. A formação de uma memória requer uma série de processos metabólicos no hipocampo e outras estruturas cerebrais; isso exige cerca de três a oito horas [36,37].

Toril et al. [1], em uma metanálise sobre o efeito do treino cognitivo com jogos de videogame na cognição de idosos, sugeriram que os efeitos de uma intervenção dependem de variáveis moderadoras, tais como a idade dos participantes e o número de sessões. Essa metanálise mostrou que intervenções de uma a seis semanas foram mais eficazes do que intervenções com longa duração (de sete a 12 semanas) [1].

Na presente revisão, do total de 21 estudos, 11 estudos (52%) foram realizados com treino de curta duração e tempo total de treino mais curto, enquanto 10 estudos (48%) foram realizados com treino de longa duração. Os estudos de curta duração apresentaram melhor desempenho em tempo de reação, atenção sustentada e memória de trabalho entre GE e GC ($p < 0,05$). Os principais resultados da presente revisão corroboram com os do estudo de Toril et al. [1] que indicam maior efeito quando o treino é de curta duração (uma a seis semanas).

Por outro lado, evidências demonstram que sessões muito curtas de treino cognitivo (menos de 30 minutos) podem ser ineficazes, possivelmente porque a plasticidade sináptica é mais provável após 30 a 60 minutos de estimulação [38]. Medidas de memória pós-treino são usualmente ricas e declinam mais ou menos exponencialmente em poucas horas [39].

O treino cognitivo computadorizado com mais de três sessões por semana neutraliza a eficácia, sugere o estudo metanalítico de Lampit et al. [25]. É possível que exista uma dose máxima para o treino cognitivo ter efeito, após a qual outros fatores podem interferir com os ganhos do treino, uma forma de fadiga cognitiva. Esta questão não é exclusiva para pessoas idosas.

Estudos com treinos cognitivos com jovens e adultos com longas agendas de treinamento incluem intervalos de tempo pré-programados objetivando a eficácia do treinamento [25,40,41].

Nesta revisão foram encontrados diferentes gêneros de jogos de videogame usados nas intervenções. Importante ressaltar que apenas dois estudos utilizaram jogos que foram desenvolvidos exclusivamente para o treino cognitivo de idosos (NeuroRacer e Brain Age Dr. Kawashima) [16,42]. Todos os outros jogos não visaram características como idade para o *design* dos jogos. O *design* do jogo é um importante moderador dos efeitos cognitivos da intervenção [1,25].

Estudos com jogos comerciais são trabalhos que evidenciam as habilidades cognitivas que tais jogos são capazes de exercitar. Observamos um crescente interesse da indústria dos jogos de videogame no desenvolvimento de jogos para o treino cerebral, uma vez que entre os 21 estudos foram frequentemente utilizados os jogos especialmente criados para esta finalidade: My better mind®, Brain Fitness Game®, Brain Age®, Big Brain Academy®, Lumosity®.

A forma como os jogos são controlados, ou seja, a interação entre o jogador e a máquina, é de grande importância para a metodologia do treino cognitivo com jogos de videogame. Atualmente, o clássico manche (controle com várias funções, semelhante ao usado na pilotagem de aviões), recebeu mais botões e um formato mais anatômico, para proporcionar um manuseio mais eficaz. O uso do *joystick* exige treinamento e destreza motora, sendo bem aceito por jovens e adultos e rejeitado por idosos. O *mouse* e os sensores de movimento são bem aceitos pelos idosos e oportunizam a estes a interação com jogos de última geração. O controle de jogo proporciona o exercício motor, sendo alvo da neuroreabilitação cognitiva que objetiva investigar métodos que possam maximizar o efeito plástico, promovendo a reorganização funcional através de alterações nas redes motoras [17,43,44]. O sensor de movimento possibilita um canal de transdução entre a percepção e a execução da ação através de uma representação virtual do corpo, sistema de neurônios espelhos, induzindo a forte ativação de áreas motoras primárias e secundárias associadas ao controle sensorio motor [17,45,46].

Houve uma grande variabilidade de instrumentos de medida da cognição utilizados nos 21 estudos. Sendo que 19 estudos (90%) utilizaram o mesmo tipo de instrumentos, estes são testes neuropsicológicos visando à confiabilidade dos resultados. Apenas dois estudos utilizaram tarefas ecológicas para medir o desempenho. Desses 19 estudos que utilizaram medidas

neuropsicológicas, seis utilizaram também escalas e questionários para mensurar autoconceito, atividade física, estado emocional, qualidade de vida e depressão.

Dos 21 estudos, apenas dois (9%) utilizaram tarefas cognitivas para avaliar o desempenho cognitivo dos participantes. O domínio cognitivo memória foi o mais explorado por uma maior diversidade de instrumentos neuropsicológicos. Podemos observar uma variedade de formas utilizadas para mensurar um mesmo construto: foram utilizadas tarefas de reconhecimento visual de faces, cópia e recordação de figuras com uso de lápis e papel, recordação visual de uma navegação espacial, recordação auditiva de spans, entre outros. As medidas neuropsicológicas oferecem tarefas padronizadas que possibilitam avaliar o substrato neurológico presumido do comportamento que está sendo medido [47].

Corroborando com Hampstead et al. [22] pode-se inferir que a escolha por testes neuropsicológicos está associada a sensibilidade desses instrumentos de mensuração de variáveis cognitivas aos efeitos do treino cognitivo na cognição dos idosos. Observamos que os testes neuropsicológicos utilizados para medir o desempenho são compostos por uma variedade de tarefas cognitivas que de forma padronizada referem-se a um construto cognitivo. Visando à confiabilidade dos resultados, consideramos que os testes neuropsicológicos são os mais apropriados para medir o efeito do treino cognitivo com jogos de videogame. Podemos considerar que os jogos de videogame são tarefas cognitivas que desafiam a cognição do jogador. Entre os jogos e as medidas neuropsicológicas existe certa semelhança entre o *design* do método (medida e treino) o que favorece a evidência do efeito. Futuramente, isso poderá ser melhor investigado, questionando qual o construto cognitivo que determinado jogo exercita, facilitando assim o uso dos jogos de videogame como método de treino cognitivo.

Dos 21 estudos analisados, identificamos efeito positivo em um total de 18 variáveis cognitivas. Nesses estudos, o treino com jogos de videogame teve efeito de melhora no desempenho entre GE e GC ($p < 0,05$) em tempo de reação, atenção sustentada, memória de trabalho, funções executivas, velocidade de processamento, alerta atencional, tarefas de memória visual imediata e tardia, flexibilidade cognitiva, processo inibitório e coordenação visomotora. Sendo que três estudos encontraram melhora em habilidades envolvendo atividade motora, quando comparados o

GE e o GC. Isso pode indicar que o treino cognitivo motor pode maximizar o efeito plástico, promovendo a reorganização funcional através de alterações em redes motoras e, assim, facilitando a via neurológica para o aprendizado [17,43,44].

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Aproximadamente 80% dos estudos incluídos nesta revisão utilizaram jogos comerciais, sendo que um quarto utilizou jogos *online*. Apenas quatro (19%) dos estudos desenvolveram ou utilizaram *serious games* desenhados ou adaptados especificamente para o treino cognitivo de idosos. O treino cognitivo com uso de jogos de videogame como uma modalidade de intervenção cognitiva, nos estudos incluídos nesta revisão, apresentou efeito positivo em diferentes domínios da cognição, com destaque em funções executivas, atenção e velocidade de processamento. Esses benefícios cognitivos podem ter impacto na vida do idoso, melhorando seu desempenho em diferentes atividades rotineiras. Para esse efeito na cognição é preciso empenho no treino, porque o efeito depende da intensidade de ocorrência da atividade cognitiva em um período de tempo suficiente para resultar em plasticidade neuronal.

Encontramos como resultado deste estudo que os treinamentos de curta duração e tempo total de treino entre 4,5 a 23,5 horas apresentaram desempenho melhor ou igual a treinamentos de mais longa duração. Sendo que o efeito na cognição foi melhor evidenciado em participantes mais idosos, do sexo feminino e menor nível educacional. Fatores metodológicos, como o tipo de jogo, duração do treino e medidas cognitivas antes e após o tratamento também influenciaram os resultados.

A investigação em métodos para atenuar os efeitos da longevidade na cognição é importante e deve ser aprofundada. Uma questão que poderá ser de grande importância é a investigação sobre o efeito do treino cognitivo com jogos de videogame em relação ao gênero e nível educacional. As limitações dos estudos encontram-se na padronização metodológica do treino cognitivo. Os resultados desta revisão sistemática sugerem que o cérebro idoso é capaz de adquirir, manter e enriquecer novas aprendizagens no envelhecimento. Podemos concluir que a dose da intervenção e a duração do treino são pontos chave para o resultado do treino cognitivo com uso de jogos de videogame em idosos.

REFERÊNCIAS

- Toril P, Reales JM, Ballesteros S. Video game training enhances cognition of older adults: a meta-analytic study. *Psychol Aging*. 2014;29(3):706-16. <http://dx.doi.org/10.1037/a0037507>
- Cameron HA, McKay RD. Adult neurogenesis produces a large pool of new granule cells in the dentate gyrus. *J Comp Neurol*. 2001;435(4):406e417.
- Strenziok M, Parasuraman R, Clarke E, Cisler DS, Thompson JC, Greenwood PM. Neurocognitive enhancement in older adults; Comparison of three cognitive training tasks to test a hypothesis of training transfer in brain connectivity. *NeuroImage*. 2014;85:1027-39. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.07.069>
- Salthouse TA. The processing speed theory of adult age differences in cognition. *Psychol Rev*. 1996;103:403-28. <http://dx.doi.org/10.1037/0033-295X.103.3.403>
- Boot WR, Champion M, Blakeley DP, Wright T, Souders DJ, Charness N. Video games as a means to reduce age-related cognitive decline: attitudes, compliance, and effectiveness. *Front Psychol*. 2013;4:31. <http://dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00031>
- Kühn S, Gleich T, Lorenz RC, Lindenberger U, Gallinat J. Playing Super Mario induces structural brain plasticity: gray matter changes resulting from training with a commercial video game. *Mol Psychiatry*. 2014;19:265-71. <http://dx.doi.org/10.1038/mp.2013.120>
- Clark JE, Lamphear AK, Riddick CC. The effects of videogame playing on the response selection processing of elderly adults. *J Gerontol*. 1987;42:82-85. <http://dx.doi.org/10.1093/geronj/42.1.82>
- Belchior PDC. Cognitive training with video games to improve driving skills and driving safety among older adults [dissertation]. Dissertation Abstract International: The Science and Engineering. 2008;68:(9-B).
- Ball K, Owsley C, Sloane M, Roenker D, Bruni J. Visual attention problems as a predictor of vehicle crashes in older drivers. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1993;34:3110-23.
- Diehl M, Willis SL, Schaie KW. Everyday problem solving in older adults: Observational assessment and cognitive correlates. *Psychol Aging*. 1995;10:478-91. <http://dx.doi.org/10.1037/0882-7974.10.3.478>
- Drew B, Waters J. Video games: Utilization of a novel strategy to improve perceptual motor skills and cognitive functioning in the non-institutionalized elderly. *Cognitive Rehabilitation*. 1986;4(2):26-31.
- Torres A. Cognitive effects of video games on older people. International Conference on Disability, Virtual Reality & Associated Technologies [Abstract]. 2008;19:191-8.
- Royall DR, Palmer R, Chiodo LK, Polk MJ. Declining executive control in normal aging predicts change in functional status: the freedom house study. *J Am Geriatr Soc*. 2004;52:346-52. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1532-5415.2004.52104.x>
- Anguera JA, Boccanfuso J, Rintoul JL, Al-Hashimi O, Faraji F, Janowich J, Kong E, Larraburo Y, Rolfe C, Johnston E, Gazzaley A. Video game training enhances cognitive control in older adults. *Nature*. 2013;501(7465):97-101. <http://dx.doi.org/10.1038/nature12486>
- Nikolaidis A, Voss MW, Lee H, VO LT, Kramer AF. Parietal plasticity after training with a complex video game is associated with individual differences in improvements in an untrained working memory task. *Front Hum Neurosci*. 2014;8:169. <http://dx.doi.org/10.3389/fnhum.2014.00169>
- Goh JO, Park DC. Neuroplasticity and cognitive aging: the scaffolding theory of aging and cognition. *Restor Neurol Neurosci*. 2009;27(5):391-403. <http://dx.doi.org/10.3233/RNN-2009-0493>
- Cameirão MS, Badia SB, Oller ED, Verschure PF. Neurorehabilitation using the virtual reality based Rehabilitation Gaming System: methodology, design, psychometrics, usability and validation. *J Neuroeng Rehabil*. 2010;7:48. <http://dx.doi.org/10.1186/1743-0003-7-48>
- Rönnlund M, Nyberg L, Bäckman L, Nilsson LG. Stability, growth and decline in adult life span development of declarative memory: Cross-sectional and longitudinal data from a population-based study. *Psychol Aging*. 2005;20:3-18. <http://dx.doi.org/10.1037/0882-7974.20.1.3>
- Simons SS, Yokomizo JE, Bottino CM. Cognitive intervention in amnesic Mild Cognitive Impairment: a systematic review. *Neurosci Biobehav Rev*. 2012;36(4):1163-78. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neubiorev.2012.01.007>
- Nilsson LG. Memory function in normal aging. *Acta Neurol Scand Suppl*. 2003;179:7-13. <http://dx.doi.org/10.1034/j.1600-0404.107.s179.5.x>
- Bahar-Fuchs A, Clare L, Woods B. Cognitive training and cognitive rehabilitation for mild to moderate Alzheimer's disease and vascular dementia. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013;6:CD003260. <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.cd003260.pub2>
- Hampstead BM, Stringer AY, Stilla RF, Deshpande G, Hu X, Moore AB, Sathian K. Activation and effective connectivity changes following explicit-memory training for face-name pairs in patients with mild cognitive impairment: a pilot study. *Neurorehabil Neural Repair*. 2011;25(3):210-22. <http://dx.doi.org/10.1177/1545968310382424>
- Kueider AM, Parisi JM, Gross AL, Rebok GW. Computerized Cognitive Training with Older Adults: A Systematic Review. *PLoS One*. 2012;7(7):e40588. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0040588>
- Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gotzsche PC, Ioannidis JP, Clarke M, Devereaux PJ, Kleijnen J, Moher D. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *PLoS Med*. 2009 Jul 21;6(7):e1000100. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pmed.1000100>
- Lampit A, Hallock H, Valenzuela M. Computerized cognitive training in cognitively healthy older adults: a systematic review and meta-analysis of effect modifiers. *PLoS Med*. 2014;11(11):e1001756. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pmed.1001756>
- Peretz C, Korczyn AD, Shatil E, Aharonson V, Birnboim S, Giladi N. Computer-based, personalized cognitive training versus classical computer games: a randomized double-blind prospective trial of cognitive stimulation. *Neuroepidemiology*. 2011;36(2):91-9. <http://dx.doi.org/10.1159/000323950>
- Stern Y, Blumen HM, Leigh W, Alexis R, Herzberg G, Gopher D. Space Fortress game training and executive control in older adults: A pilot intervention. *Neuropsychol Dev Cogn B Aging Neuropsychol Cogn*. 2011;18(6):653-77. <http://dx.doi.org/10.1080/13825585.2011.613450>

28. Kim KW, Choi Y, You H, Na DL, Yoh MS, Park JK, Seo JH, Ko MH. Effects of a serious game training on cognitive functions in older adults. *J Am Geriatr Soc.* 2015;63(3):603-5. <http://dx.doi.org/10.1111/jgs.13304>
29. Hughes TF, Flatt JD, Bo Fu, Butters MA, Chang CCH, Ganguli M. Interactive video gaming compared with health education in older adults with mild cognitive impairment: a feasibility study. *Int J Geriatr Psychiatry* 2014;29:890-8. <http://dx.doi.org/10.1002/gps.4075>
30. Sosa, G. The impact of video game intervention in the cognitive functioning, self-efficacy, self-esteem and video games attitude of older adults . A final project. CUG Theses and Dissertations (2011).
31. Fernández-Calvo B, Rodríguez-Pérez R, Contador I, Rubio-Santoruny A, Ramos F. Eficacia del entrenamiento cognitivo basado en nuevas tecnologías en pacientes con demencia tipo Alzheimer. *Psicothema.* 2011;23:44-50.
32. 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;27(3):589-600. <http://dx.doi.org/10.1037/a0026268>
33. McGaugh JL. Time-dependent processes in memory storage. *Science.* 1966;153:1351-8. <http://dx.doi.org/10.1126/science.153.3742.1351>
34. Izquierdo I. Different forms of posttraining memory processing. *Behav Neural Biol.* 1989;51:171-202. [http://dx.doi.org/10.1016/S0163-1047\(89\)90812-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0163-1047(89)90812-1)
35. Izquierdo I. *Memória.* 2ª ed. Porto Alegre: Artmed. 2011.
36. Izquierdo I, Medina JH. Memory formation, the sequence of biochemical events in the hippocampus and its connection to activity in other brain structures. *Neurobiol Memory.* 1997;68:285-316. <http://dx.doi.org/10.1006/nlme.1997.3799>
37. Izquierdo I, Bevilacqua L, Rossato JL, Bonini JS, Medina JH, Cammarota M. Different molecular cascades in different sites of the brain control consolidation. *Trends Neurosci.* 2006;29:496-505. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tins.2006.07.005>
38. Luscher C, Nicoll RA, Malenka RC, Müller D. Synaptic plasticity and dynamic modulation of the postsynaptic membrane. *Nat Neurosci.* 2000;3:545-50. <http://dx.doi.org/10.1038/75714>
39. Ebbinghaus H. *On Memory.* New York. 1964: Dover Edition (Original Work Published, 1885).
40. Wang Z, Zhou R, Shah P. Spaced cognitive training promotes training transfer. *Front Hum Neurosci.* 2014;8:217. <http://dx.doi.org/10.3389/fnhum.2014.00217>
41. Penner IK, Vogt A, Stöcklin M, Gschwind L, Opwis K, Calabrese P. Computerised working memory training in healthy adults: a comparison of two different training schedules. *Neuropsychol Rehabil.* 2012;22(5):716-33. <http://dx.doi.org/10.1080/09602011.2012.686883>
42. Nouchi R, Taki Y, Takeuchi H, Hashizume H, Akitsuki Y, Shigemune Y, Sekiguchi A, Kotozaki Y, Tsukiura T, Yomogida Y, Kawashima R. Brain Training Game Improves Executive Functions and Processing Speed in the Elderly: A Randomized Controlled Trial. *PLoS One.* 2012;7(1):e29676. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0029676>
43. Altschuler EL, Wisdom SB, Stone L, Foster C, Galasko D, Llewellyn DME, Ramachandran VS. Rehabilitation of hemiparesis after stroke with a mirror. *Lancet.* 1999;353:2035-6. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(99\)00920-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(99)00920-4)
44. Kwakkel G, Van Peppen R, Wagenaar RC, Wood Dauphinee S, Richards C, Ashburn A, Miller K, Linclon N, Partridge C, Wellwood I, Langhorne P. Effects of augmented exercise therapy time after stroke: a meta-analysis. *Stroke.* 2004;35:2529-39. <http://dx.doi.org/10.1161/01.STR.0000143153.76460.7d>
45. August K, Lewis JA, Chandar G, Merians A, Biswal B, Adamovich S. fMRI analysis of neural mechanisms underlying rehabilitation in virtual reality: activating secondary motor areas. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 2006;1:3692-5. <http://dx.doi.org/10.1109/IEMBS.2006.260144>
46. Ertef D, Small S, Solodkin A, Dettmers C, McNamara A, Binkofski F, Buccino G. Action observation has a positive impact on rehabilitation of motor deficits after stroke. *Neuroimage.* 2007;36(Suppl 2):T164-73. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuroimage.2007.03.043>
47. D'Amato, R.C., Hartlage, L.C. *Essentials of neuropsychological assessment.* New York: Springer; 2008.
48. Cassavaugh ND, Kramer AF. Transfer of computer-based training to simulated driving in older adults. *Appl Ergon.* 2009;40(5):943-52. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apergo.2009.02.001>
49. Bozoki A, Radovanovic M, Winn B, Heeter C, Anthony JC. Effects of a computer based cognitive exercise program on age-related cognitive decline. *Arch Gerontol Geriatr.* 2013;57(1):1-7. <http://dx.doi.org/10.1016/j.archger.2013.02.009>
50. 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. <http://dx.doi.org/10.1037/a0013494>
51. Mayas J, Parmentier FBR, Andres P, Ballesteros S. Plasticity of Attentional Functions in Older Adults after Non-Action Video Game Training: A Randomized Controlled Trial. *PLoS One.* 2014;9(3):e92269. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0092269>
52. Van Muijden J, Guido PHB, Hommel B. Online games training aging brains: limited transfer to cognitive control functions. *Front Hum Neurosci.* 2012;6:221. <http://dx.doi.org/10.3389/fnhum.2012.00221>
53. Ballesteros S, Prieto A, Mayas J, Toril P, Pita C, Ponce de León L, Reales JM, Waterworth J. Brain training with non-action video games enhances aspects of cognition in older adults: a randomized controlled trial. *Front Aging Neurosci.* 2014;6:277. <http://dx.doi.org/10.3389/fnagi.2014.00277>
54. Ackerman PL, Kanfer R, Calderwood C. Use it or Lose it? Wii Brain Exercise Practice and Reading for Domain Knowledge. *Psychol Aging.* 2010;25(4):753-66. <http://dx.doi.org/10.1037/a0019277>
55. Nacke LE, Nacke A, Lindley CA. Brain training for silver gamers: effects of age and game form on effectiveness, efficiency, self-assessment, and game play experience. *Cyberpsychol Behav.* 2009;12(5):493-9. <http://dx.doi.org/10.1089/cpb.2009.0013>
56. McDougall S, House B. Brain training in older adults: evidence of transfer to memory span performance and pseudo-Matthew effects. *Neuropsychol Dev Cogn B Aging Neuropsychol Cogn.* 2012;19(1-2):195-221. <http://dx.doi.org/10.1080/13825585.2011.640656>

APÊNDICE B – Folha de Submissão do Artigo - Revista Ciência e Saúde Coletiva

30/03/2016

ScholarOne Manuscripts

Ciência & Saúde Coletiva

Preview

From: danuziacienciaesaudecoletiva@gmail.com

To: si21assis@hotmail.com.br, si21assis@yahoo.com.br

CC: si21assis@hotmail.com.br, si21assis@yahoo.com.br, angelo_bos@pucrs.br, ajgbos@hotmail.com, jociane_carvalho@hotmail.com, pinho@pucrs.br, leonardo.enf@hotmail.com, Izquier@terra.com.br

Subject: Ciência & Saúde Coletiva - Manuscript ID CSC-2015-2589

Body: 30-Nov-2015

Dear Ms. das Neves Assis:

Your manuscript entitled "Effects of video games training on the cognition of Elderly People with Mild Cognitive Impairment" has been successfully submitted online and is presently being given full consideration for publication in the *Ciência & Saúde Coletiva*.

Your manuscript ID is CSC-2015-2589.

Please mention the above manuscript ID in all future correspondence or when calling the office for questions. If there are any changes in your street address or e-mail address, please log in to ScholarOne Manuscripts at <https://mc04.manuscriptcentral.com/csc-scielo> and edit your user information as appropriate.

You can also view the status of your manuscript at any time by checking your Author Center after logging in to <https://mc04.manuscriptcentral.com/csc-scielo>.

Thank you for submitting your manuscript to the *Ciência & Saúde Coletiva*.

Sincerely,
Ciência & Saúde Coletiva Editorial Office

Date Sent: 30-Nov-2015

 Close Window

ANEXO A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

O Sr. (a) está sendo convidado a participar do estudo “Neuro-reabilitação com jogos eletrônicos controlados por movimento corporal em Idosos Portadores de Comprometimento Cognitivo Leve: Estudo Clínico, Controlado, Randomizado e Cego”.

Este estudo tem como objetivo principal estudar os benefícios de um programa de Neuro-reabilitação com jogos eletrônicos controlados por movimento corporal na cognição de idosos portadores de Comprometimento Cognitivo Leve (CCL).

Tal estudo prevê a participação de idosos com idade a partir dos 60 anos, de ambos os sexos. Para tanto é necessário que você responda a um questionário de informações sócio-demográficas, a testes relacionados à orientação temporal e espacial, atenção, memória, cálculo, linguagem, resolução de problemas e fluência verbal. Além disso, será necessário que você participe de 24 sessões de um Programa de Neuro-reabilitação com jogos eletrônicos controlados por movimento corporal, que serão realizadas duas vezes por semana com duração de 1h cada, no período de 3 meses e testagem neuropsicológica no início e no final do estudo. É assegurada a privacidade de todas informações que serão colhidas dos participantes.

Os indivíduos serão mencionados na pesquisa de forma anônima. Os participantes do projeto terão a oportunidade de conhecer sua condição com relação ao funcionamento cognitivo, bem como identificar seu desempenho em testes específicos da cognição. Todos os resultados obtidos na pesquisa serão comunicados, ficando sob tutela do IGG-PUCRS, podendo, a qualquer momento, serem consultados e/ou eliminados da pesquisa caso haja desistência da sua

participação como voluntário (a). Para os participantes e pesquisadores o estudo gera desconfortos e riscos. Os benefícios para os participantes serão muitos e imediatos, já que os resultados desta avaliação servem como uma revisão de sua saúde cognitiva gratuita e preventiva.

Novamente, reafirmamos que o senhor (a) tem a liberdade de abandonar a pesquisa, sem que isto leve a qualquer prejuízo posterior. Os pesquisadores garantem sigilo e privacidade em relação aos resultados dos exames, já que um número de protocolo passará a identificá-lo (a) na pesquisa e não o seu nome. Caso concorde em participar, solicitamos a assinatura deste termo em duas vias, uma delas é sua e a outra ficará com os pesquisadores responsáveis.

Eu, _____ conheço os objetivos do estudo “Neuro-reabilitação com jogos eletrônicos controlados por movimento corporal em Idosos Portadores de Comprometimento Cognitivo Leve: Estudo Clínico, Controlado, Randomizado e concordo em participar como sujeito. Recebi informações específicas sobre cada procedimento no qual estarei envolvido. Todas as minhas dúvidas foram respondidas com clareza e sei que poderei solicitar novos esclarecimentos a qualquer momento.

O entrevistador certificou-me que as informações fornecidas por mim terão caráter confidencial. Caso surgirem novas perguntas sobre este estudo, posso chamar Simone Aparecida Celina das Neves Assis, no telefone (51) 9511-9001 e, Dra Carla Schwanke, (51) 3320-3288 ou o Comitê de Ética em Pesquisa da PUCRS, pelo telefone (51) 3320-3345 que estarão disponíveis para esclarecimentos sobre o estudo, durante ou após minha participação no mesmo. Declaro ainda, que recebi cópia do presente Termo de Consentimento.

ANEXO B - Reportagem especial sobre a proposta do ensaio clínico publicada no caderno tecnologia do Jornal Zero Hora.

<http://zh.clicrbs.com.br/>

<http://zh.clicrbs.com.br/rs/noticias/planeta-ciencia/noticia/2013/08/idosos-usam-videogame-para-manter-o-cerebro-ativo-4230425.html>

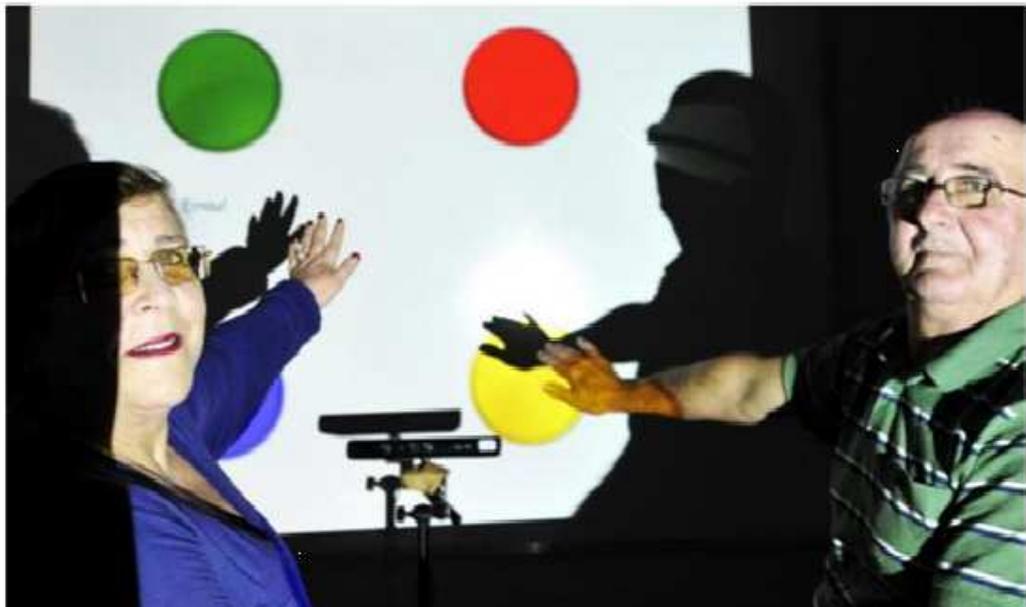
Academia da memória

Idosos usam videogame para manter o cérebro ativo

Em estudo pioneiro conduzido na PUCRS, em Porto Alegre, idosos se divertem e utilizam tecnologia de videogames de última geração para estimular e recuperar a memória

Por: **Marcelo Sarkis**
11/08/2013 - 06h01min

Compartilhar 



ANEXO C – Carta de Aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa/PUCRS

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE
CATÓLICA DO RIO GRANDE
DO SUL - PUC/RS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: NEURO-REABILITAÇÃO COM JOGOS ELETRÔNICOS CONTROLADOS POR MOVIMENTO CORPORAL EM IDOSOS PORTADORES DE COMPROMETIMENTO COGNITIVO LEVE: ESTUDO CLÍNICO, CONTROLADO, RANDOMIZADO E CEGO

Pesquisador: Iván Antônio Izquierdo

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 02854712.1.0000.5336

Instituição Proponente: UNIAO BRASILEIRA DE EDUCACAO E ASSISTENCIA

Patrocinador Principal: UNIAO BRASILEIRA DE EDUCACAO E ASSISTENCIA

DADOS DA NOTIFICAÇÃO

Tipo de Notificação: Outros

Detalhe: Carta do Orientador

Justificativa: A alteração refere-se a inclusão de idosos portadores de comprometimento

Data do Envio: 30/04/2013

Situação da Notificação: Aguardando revisão do parecer do colegiado

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 285.427

Data da Relatoria: 07/05/2013

Apresentação da Notificação:

A notificação refere-se ao projeto de pesquisa "Neuro-reabilitação com jogos eletrônicos controlados por movimento corporal em idosos portadores de comprometimento cognitivo leve: estudo clínico, controlado, randomizado e cego", cujo Pesquisador responsável é o Dr. Iván Antônio Izquierdo.

v

Objetivo da Notificação:

Alterar projeto de pesquisa para incluir novos sujeitos de pesquisa.

Endereço: Av. Ipiranga, 6681

Bairro:

UF: RS

Telefone: (51)320--3345

Município: PORTO ALEGRE

Fax: (51)320--3345

CEP: 90.619-900

E-mail: cep@pucrs.br

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE
CATÓLICA DO RIO GRANDE
DO SUL - PUC/RS



Continuação do Parecer: 285.427

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

A avaliação dos riscos e benefícios está adequada, havendo riscos mínimos à saúde ou à integridade física e moral dos participantes, e o benefício é a melhora das funções cognitivas, ocasionadas pela neuro-reabilitação.

Comentários e Considerações sobre a Notificação:

Além de idosos que fizeram parte do Estudo Multidimensional dos Idosos atendidos pela Estratégia de Saúde da Família do Município de Porto Alegre (EMI-SUS), realizado por uma equipe multidisciplinar do Programa de Pós-graduação em Gerontologia Biomédica da PUCRS sob a coordenação do Dr. Irenio Gomes, o estudo incluirá também idosos em atendimento no Serviço de Neurologia do Hospital São Lucas-HSL da PUCRS.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

A Carta de Conhecimento/Autorização do Chefe do Serviço de Neurologia da PUCRS está anexada.

Recomendações:

Não há recomendações.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

A solicitação de alteração parece adequada e merece aprovação.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

PORTO ALEGRE, 27 de Maio de 2013

Assinador por:
caio coelho marques
(Coordenador)

Endereço: Av. Ipiranga, 6681

Bairro:

CEP: 90.619-900

UF: RS

Município: PORTO ALEGRE

Telefone: (51)320--3345

Fax: (51)320--3345

E-mail: cep@pucls.br