**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

**INSTITUTO DE PSICOLOGIA**

**DEPARTAMENTO DE NEUROCIÊNCIAS E COMPORTAMENTO**

KEYTE GUEDES DA SILVA

# Efeitos de um treinamento com o Nintendo® Wii™ sobre o equilíbrio postural e funções executivas de idosos saudáveis – um estudo clínico longitudinal, controlado e aleatorizado

**(Versão corrigida)**

SÃO PAULO
2013

KEYTE GUEDES DA SILVA

# Efeitos de um treinamento com o Nintendo® Wii™ sobre o equilíbrio postural e funções executivas de idosos saudáveis – um estudo clínico longitudinal, controlado e aleatorizado

**(Versão corrigida)**

Dissertação apresentada ao Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo como requisito para obtenção do título de Mestre.

Área de concentração: Neurociência e Comportamento

Orientadora: Profa. Dra. Maria Elisa Pimentel Piemonte

SÃO PAULO
2013

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Catalogação na publicação
Biblioteca Dante Moreira Leite
Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo

Silva, Keyte Guedes da.

Efeitos de um treinamento com o Nintendo® Wii™ sobre o equilíbrio postural e funções executivas de idosos saudáveis – um estudo clínico longitudinal, controlado e aleatorizado / Keyte Guedes da Silva; orientadora Maria Elisa Pimentel Piemonte. -- São Paulo, 2013.

125 f.

Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Psicologia. Área de Concentração: Neurociências e Comportamento) – Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo.

1. Envelhecimento 2. Equilíbrio postural 3. Função executiva 4. Realidade virtual 5. Jogos eletrônicos I. Título.

QP86

# FOLHA DE APROVAÇÃO

KEYTE GUEDES DA SILVA

**Efeitos de um treinamento com o Nintendo® Wii™ sobre o equilíbrio postural e funções executivas de idosos saudáveis – um estudo clínico longitudinal, controlado e aleatorizado (Versão corrigida)**

Dissertação apresentada ao Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo como requisito para obtenção do título de Mestre.

Área de concentração: Neurociência e Comportamento

Aprovada em: 08 / 05 / 2013

Prof. Marcelo Fernandes da Costa

Instituição: USP (Instituto de Psicologia) Assinatura: _____

Prof. José Eduardo Pompeu

Instituição: Centro Universitário São Camilo Assinatura: _____

Prof.ª Maria Elisa Pimentel Piemonte

Instituição: USP (Faculdade de Medicina) Assinatura: _____

# DEDICATÓRIA

À Deus, dedico o meu maior agradecimento por iluminar a minha vida e não me abandonar nos momentos mais difíceis, sendo meu amparo e refúgio.

Aos meus pais, Severina Guedes e Hiromasse, que das suas lutas, vitórias e adversidades tirei meu exemplo; dos sorrisos, conselhos e amor que nada me pede em troca, o meu estímulo e humildade. A vocês dois que sabem do vai e vem dos dias, que se se doam por inteiro e renunciaram aos seus sonhos tantas vezes para que eu pudesse realizar os meus, gostaria de dedicar este trabalho e agradecer imensamente por tudo que vocês me proporcionaram até hoje.

Ao meu amado, Rodrigo Archanjo Tajima, por sua compreensão, apoio incondicional, sabedoria, paciência e carinho durante esses meses estimulantes repleto de altos e baixos. Obrigada por incentivar meus sonhos e me dar força nos momentos necessários.

Aos meus familiares, em especial aos meus maravilhosos e saudosos avôs, Alice e Giovane, que por meio da essência, confiança, amor, compreensão e ternura transformaram a minha vida.

A todos meus queridos amigos que me apoiaram durante essa jornada e que tornaram meus dias mais deliciosos, repleto de felicidade e reconfortante. Em especial, para a Mariana Berbel, Cristiane Aparecida da Silva e Eduardo Archanjo Tajima, por me manterem sã, pelas palavras de conforto, amizade sincera, dedicação e carinho.

A vocês que são imprescindíveis na minha vida, com todo meu carinho, muito obrigada!

# AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Maria Elisa Pimentel Piemonte por sua sabedoria e paciência na orientação que possibilitou a expansão dos meus conhecimentos. Obrigada pelos ensinamentos e atenção ao longo desse período.

Aos Profs. José Eduardo Pompeu e Sandra Alvarenga Anti Pompeu, por quem tenho grande admiração e afeto. Sinto-me imensamente grata por todas as oportunidades cedidas e por guiarem a minha trajetória profissional desde a faculdade.

A Alexandra Modenesi Lobo por compartilhar todas as adversidades e vitórias na realização deste projeto. Seu companheirismo foi fundamental para a concepção deste trabalho.

Aos companheiros do Laboratório de Aprendizagem Sensório-Motora que contribuíram para a realização deste trabalho, com toda dedicação e carinho, e sem os quais seria impossível a concretização deste sonho: José Eduardo Pompeu, Alexandra Modenesi Lobo, Felipe Augusto dos Santos Mendes, Tatiana de Paula Oliveira e Cynthia Bedeschi Ferrari.

A todos idosos que participaram deste projeto grandioso e proporcionaram momentos deliciosos e divertidos nesses meses de convivência. Cada qual com sua história de vida enriqueceram e acrescentaram grandes ensinamentos na minha trajetória pessoal e profissional.

*“Leve na sua memória, para o resto da vida, as coisas boas que surgiram nas dificuldades. Elas serão uma prova de sua capacidade, e lhe darão confiança diante de qualquer obstáculo.”*

*(Francisco Cândido Xavier)*

# RESUMO

Silva, Keyte Guedes da. Efeitos de um treinamento com o Nintendo® Wii™ sobre o equilíbrio postural e funções executivas de idosos saudáveis – um estudo clínico longitudinal, controlado e aleatorizado. Dissertação (Mestrado). São Paulo: Universidade de São Paulo, Instituto de Psicologia; 2013. 127 f.

O objetivo do presente estudo foi comparar os efeitos obtidos por meio de um treinamento fisioterapêutico associado a jogos do Nintendo® Wii Fit™, com um treinamento fisioterapêutico convencional sobre o equilíbrio e a cognição de idosos saudáveis. Trata-se de um ensaio clínico controlado, aleatorizado e cego realizado no Departamento de Fonoaudiologia, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade de São Paulo. Participaram do estudo 32 idosos saudáveis da comunidade que foram aleatorizados em grupos controle e experimental, 16 em cada grupo. Todos os sujeitos foram submetidos a 14 sessões individuais de treinamento, duas vezes por semana, por sete semanas. Cada sessão foi composta de 30 minutos de exercícios globais, incluindo alongamento e fortalecimento muscular e mobilidade axial. Após os exercícios globais, os grupos realizaram mais 30 minutos de exercícios de equilíbrio, sendo que o grupo experimental realizou o treinamento associados aos jogos do Nintendo® Wii Fit™, e o grupo controle exercícios de equilíbrio convencional. As principais medidas do estudo foram: (1) *Mini-Balance Evaluation System* (Mini-BEST) Test e (2) *Unipedal Stance Test* para avaliação do equilíbrio; (3) Escala Internacional de Eficácia de Quedas (FES-I) para avaliação da autoconfiança no equilíbrio; (4) Escala de Atividade de Vida Diária (EAVD) para avaliar a autonomia nas atividades de vida diária; e (5) Avaliação Cognitiva Montreal (MoCA) para avaliação cognitiva. A análise estatística foi realizada por meio da ANOVA *one-way* e para os efeitos que alcançaram nível de significância, foi realizado o Pós-hoc teste de Tukey-Kramer para a verificação de possíveis diferenças entre os grupos e avaliações realizadas antes, depois e após 60 dias do final do treinamento. Os resultados mostraram que houve uma interação estatisticamente significativa entre os fatores avaliação e grupo confirmados pelo Pós-hoc teste de Tukey, mostrando que o treinamento com o videogame proporcionou melhora significativa nas medidas avaliadas depois treinamento, sem perdas significativas na avaliação após 60 dias. Assim, o treinamento fisioterapêutico associados aos jogos do Nintendo® Wii Fit™ mostrou-se mais eficiente para melhorar o equilíbrio, cognição e funcionalidade de idosos saudáveis em comparação ao treinamento convencional atualmente preconizado, o que indica que o

videogame pode ser uma ferramenta complementar útil ao tratamento fisioterapêutico voltado para a prevenção precoce das alterações cognitivas e motoras em idosos.

**Palavras-chave:** Envelhecimento; equilíbrio postural; função executiva; realidade virtual; Nintendo Wii.

## ABSTRACT

Silva, Keyte Guedes da. Effects of training with the Nintendo® Wii™ on postural balance and executive function in healthy elderly - a longitudinal, controlled clinical study. Dissertation (Master). São Paulo: Institute of Psychology, University of Sao Paulo; 2013. 127f.

The aim of this study was to compare the effects obtained through a physical therapy training associated with games Nintendo® Wii Fit™ with physical therapy training alone on balance and cognition in older adults. It was a prospective, controlled, single blinded randomized clinical trial performed at Speech Therapy, Physiotherapy and Occupational Department of São Paulo University. 32 healthy older adults in the community participated of this study and were randomized in control and experimental groups, 16 each one. All subjects performed 14 individual training sessions, twice a week, for seven weeks. Each session was composed of a 30 minutes global exercises series including stretching, muscles strengthen and axial mobility exercises. After the exercises global, both groups performed more 30 minutes of balance training: the experimental group performed the balance training associated with games of Nintendo® Wii Fit™, and the control group standard balance exercises. The main outcome measures were: (1) Mini-Balance Evaluation System (Mini-BEST); (2) Unipedal Stance Test; (3) Efficacy Scale International Falls (FES-I); (4) Scale of Activities of Daily Living (EAVD) and (5) Montreal Cognitive Assessment (MoCA). Statistical analysis was done by one-way ANOVA in order to assess possible differences among the analyzed variables. Results showed statistically significant improvement in the measures evaluated in the experimental group, without any significant changes after 60 days. Wii Fit training appears to improve balance, cognition and functionality of healthy elderly compared to conventional training preconized, which indicates that videogame mat be a useful additional tool to physical therapy toward the early prevention of cognitive and motor changes in the elderly.

**Keywords:** Aging; Postural Balance; Executive function; Virtual reality; Nintendo Wii.

# SUMÁRIO


| | | |
|---|---|---|
| 1. | **INTRODUÇÃO.....** | **17** |
| 2. | **REVISÃO DE LITERATURA.....** | **20** |
| 2.1 | Quedas e medo de cair em idosos: impacto sobre a funcionalidade e a qualidade de vida..... | 20 |
| 2.2 | O controle postural e seus subsistemas..... | 21 |
| 2.3 | Alterações motoras decorrentes do envelhecimento que afetam o controle postural..... | 23 |
| 2.4 | Alterações sensoriais decorrentes do envelhecimento que afetam o controle postural..... | 24 |
| 2.5 | Alterações cognitivas decorrentes do envelhecimento que afetam o controle postural..... | 25 |
| 2.6 | Abordagem fisioterapêutica atual para a prevenção de quedas em idosos..... | 28 |
| 2.7 | Realidade virtual e a sua utilização como ferramenta terapêutica..... | 33 |
| 2.8 | A utilização do videogame na reabilitação de idosos..... | 36 |
| **3.** | **OBJETIVO.....** | **40** |
| 3.1 | Objetivo geral..... | 40 |
| 3.2 | Objetivo específico..... | 40 |
| **4.** | **CASUÍSTICA E MÉTODOS.....** | **41** |
| 4.1 | Tipo de estudo..... | 41 |
| 4.2 | Amostra..... | 41 |
| 4.3 | Critérios de seleção dos participantes..... | 42 |
| 4.3.1 | Critérios de elegibilidade..... | 42 |
| 4.3.2 | Critérios de inelegibilidade..... | 43 |
| 4.4 | Local da pesquisa..... | 43 |
| 4.5 | Materiais..... | 43 |
| 4.5.1 | Materiais do treino global..... | 43 |
| 4.5.2 | Materiais do treino experimental..... | 44 |
| 4.5.3 | Materiais do treino controle..... | 45 |
| 4.6 | Procedimento da pesquisa..... | 46 |
| 4.6.1 | Triagem dos indivíduos..... | 48 |
| 4.6.2 | Avaliações pré, pós-treinamento e na retenção..... | 49 |

4.6.3 Medidas primárias..... 49
4.6.4 Medidas secundárias..... 50
4.7 Intervenção..... 52
4.8 Treino global..... 52
4.9 Treinamento de equilíbrio do grupo experimental..... 57
4.9.1 Processo de seleção dos jogos..... 58
4.9.2 Descrição do treinamento do grupo experimental..... 59
4.9.3 Descrição dos jogos selecionados para o treino do grupo experimental na sessão ímpar..... 59
4.9.4 Descrição dos jogos selecionados para o treino do grupo experimental na sessão par..... 62
4.10 Treinamento de equilíbrio do grupo controle..... 65
4.10.1 Descrição dos exercícios selecionados para o treino do grupo controle na sessão ímpar e sua correlação com os jogos..... 65
4.10.2 Descrição dos exercícios selecionados para o treino do grupo controle na sessão par e sua correlação com os jogos..... 67
**5. ANÁLISE DOS DADOS..... 69**
**6. RESULTADOS..... 71**
6.1 Desempenho nos jogos do Nintendo® Wii Fit™..... 72
6.2 Medidas primárias..... 74
6.2.1 Mini-*Balance Evaluation Systems Test* (Mini-BESTest)..... 76
6.2.2 Avaliação Cognitiva Montreal (MoCA)..... 77
6.3 Medidas secundárias..... 78
6.3.1 Escala de Atividade de Vida Diária (EAVD)..... 80
6.3.2 Escala Internacional de Eficácia de Quedas (FES-I)..... 81
6.3.3 Teste de Desempenho de Equilíbrio..... 82
**7. DISCUSSÃO..... 84**
7.1 O potencial da utilização de videogame para a melhora do equilíbrio em idosos..... 84

7.2 O potencial da utilização do videogame para a melhora da cognição em idosos..... 87
7.3 A superioridade do treinamento fisioterapêutico associado aos jogos em comparação ao convencional..... 90
**8. CONCLUSÃO..... 95**
*REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*..... 96
*ANEXOS*..... 110

# LISTA DE FIGURAS


**Figura 1-** Síntese dos recursos importantes exigidos para a estabilidade e orientação postural..... 22

**Figura 2-** Acessórios do Nintendo® Wii Fit™ utilizados no treino experimental..... 45

**Figura 3-** Materiais utilizados no treino controle..... 46

**Figura 4-** Diagrama de fluxo..... 47

**Figura 5-** Imagem de uma sessão do treino de equilíbrio no Nintendo® Wii Fit™ com assistência do fisioterapeuta..... 57

**Figura 6-** Médias das pontuações e intervalo de confiança do desempenho na Escala Mini-BESTest, antes do treinamento, após o treinamento e na retenção de 60 dias dos grupos controle e experimental..... 76

**Figura 7-** Médias das pontuações e intervalo de confiança do desempenho na MoCA, antes do treinamento, após o treinamento e na retenção de 60 dias dos grupos controle e experimental..... 77

**Figura 8-** Médias das pontuações e intervalo de confiança do desempenho na EAVD, antes do treinamento, após o treinamento e na retenção de 60 dias dos grupos controle e experimental..... 80

**Figura 9-** Médias das pontuações e intervalo de confiança do desempenho na FES-I, antes do treinamento, após o treinamento e na retenção de 60 dias dos grupos controle e experimental..... 81

**Figura 10-** Médias das pontuações e intervalo de confiança do desempenho no UST com os olhos abertos em condição isolada, antes do treinamento, após o treinamento e na retenção de 60 dias dos grupos controle e experimental..... 82

**Figura 11-** Médias das pontuações e intervalo de confiança do desempenho no UST com os olhos abertos em condição DT, após o treinamento e na retenção de 60 dias dos grupos controle e experimental..... 83

# LISTA DE TABELAS


| | | |
|---|---|---|
| **Tabela 1-** | Artigos selecionados pela pesquisa..... | 30 |
| **Tabela 2-** | Sequência I dos exercícios globais..... | 53 |
| **Tabela 3-** | Sequência II dos exercícios globais..... | 54 |
| **Tabela 4-** | Sequência III dos exercícios globais..... | 55 |
| **Tabela 5-** | Sequência IV dos exercícios globais..... | 56 |
| **Tabela 6-** | Demandas motoras e cognitivas dos jogos da sessão ímpar..... | 60 |
| **Tabela 7-** | Demandas motoras e cognitivas dos jogos da sessão par..... | 63 |
| **Tabela 8-** | Demandas motoras do treinamento baseado nos jogos da sessão ímpar..... | 66 |
| **Tabela 9-** | Demandas motoras do treinamento baseado nos jogos da sessão par..... | 67 |
| **Tabela 10-** | Perfil dos indivíduos participantes do estudo..... | 71 |
| **Tabela 11-** | Desempenho dos idosos nos jogos de realidade virtual..... | 73 |
| **Tabela 12-** | Resultados das medidas primárias das escalas clínicas na avaliação inicial, avaliação final e retenção..... | 75 |
| **Tabela 13-** | Resultados das medidas secundárias das escalas clínicas na avaliação inicial, avaliação final e retenção..... | 79 |

# LISTA DE ABREVIAÇÕES E SIGLAS

| | |
|---|---|
| **Escala ABC** | *Activities-specific balance scale* |
| **AVD´s** | Atividades de vida diária |
| **AV1** | Avaliação inicial |
| **AV2** | Avaliação final |
| **AV3** | Avaliação na retenção |
| **CAAE** | Certificado de Apresentação para Apreciação Ética |
| **Cm** | Centímetros |
| **CoM** | Centro de massa |
| **Desv Pad** | Desvio padrão |
| **DT** | Tarefa dupla |
| **EAVD** | Escala de Atividade de Vida Diária |
| **EEB** | Escala de equilíbrio de Berg |
| **Et al.** | E outros |
| **FES-I** | Escala Internacional de Eficácia de Quedas |
| **FM** | Fortalecimento muscular |
| **GC** | Grupo controle |
| **GDS-15** | Escala de Depressão Geriátrica Yesaváge |
| **GE** | Grupo experimental |
| **IAD** | Índice do andar Dinâmico |
| **IC** | Intervalo de confiança |
| **Kg** | Kilo |
| **LASM** | Laboratório de Aprendizagem Sensório-motora |
| **MEEM** | Mini Exame de Estado Mental |
| **M** | Metro |
| **Mini BESTest** | *Mini-Balance Evaluation Systems Test* |
| **MMII** | Membros inferiores |
| **MoCA** | Avaliação Cognitiva Montreal |
| **N** | Número de participantes |
| **OMS** | Organização Mundial de Saúde |
| **RV** | Realidade Virtual |
| **SNC** | Sistema Nervoso central |
| **ST** | Simples tarefa |
| **TCLE** | Termo de Consentimento Livre e Esclarecido |
| **TUG** | *Timed Up and Go Test* |
| **UST** | *Unipedal Stance Test* |

# 1. INTRODUÇÃO

Uma das mais importantes mudanças demográficas que o Brasil experimentou ao iniciar o século XXI foi o acentuado envelhecimento da estrutura etária da população, trazendo como consequência uma maior presença relativa e absoluta da população com mais de 60 anos no país (Lebrão e Duarte, 2003).

Com efeito, projeções recentes sugerem que a população de idosos representará aproximadamente 15% da população brasileira no final da segunda década do século XXI alcançando a sexta posição mundial em número de idosos (WHO, 2005; IBGE, 2008).

O processo do envelhecimento é acompanhado por diversas modificações estruturais e fisiológicas que levam ao declínio de várias funções. Dentre todas as mais prevalentes e que tem merecido os maiores investimentos para o seu combate são as alterações de equilíbrio e de cognição. Estudos tem mostrado que de forma isolada (Kenny et al., 2008) ou conjunta (Voelcker-Rehage e Alberts, 2007), essas alterações aumentam a suscetibilidade a quedas, que por sua vez limitam progressivamente a independência (Silsupadol et al., 2006), aumentam a demanda por cuidados (Veras, 2003) e reduzem a qualidade de vida dos idosos (Davini e Nunes, 2003).

Assim, muito tem se investido nessas duas frentes: intervenções com ênfase motora para a melhora do controle postural de idosos (Kenny et al., 2008; Adamovich et al., 2009; Granacher et al., 2010) e intervenções com ênfase cognitiva para a melhora das funções mentais (Colcombe et al., 2003; Erickson e Kramer, 2009; Anderson-Hanley et al., 2012), ambas mostrando resultados promissores. Ainda são poucas as propostas terapêuticas que investem em treinamento que proporcionem estimulação motora e cognitiva integradas buscando ganhos simultâneos que se somem e se reforcem, proporcionando melhora expressiva para a vida cotidiana (Fraizer e Mittra, 2008). Esta é a principal conclusão e recomendação para estudos futuros de uma importante revisão realizada por Segev-Jacubovski e colaboradores (2011), sobre as interações entre as alterações de marcha, quedas e funções cognitivas, bem como sobre o potencial de terapias cognitivas para a redução do risco de quedas: “a terapia cognitiva isolada pode ser uma abordagem benéfica na redução do risco de quedas, se esse fosse seu principal objetivo; mas intervenções multifatoriais que combinem os domínios motor, cognitivos e possivelmente o comportamental e educativo pode ser a melhor abordagem para maximizar a eficiência”.

Deste modo, a realidade virtual (RV) tem sido aplicada na reabilitação fisioterapêutica e emergiu como um novo paradigma da tecnologia computadorizada assistida que permite interação em tempo real (Betker et al., 2006). Esta tecnologia é capaz de estimular múltiplas modalidades sensoriais e assim, criar uma interface onde o indivíduo possa empreender em ambientes virtuais que se assemelham aos eventos reais (Bisson et al., 2007). Além disso, permite a utilização de jogos com diferentes demandas motoras e cognitivas, que possibilitam a realimentação do desempenho e do resultado tentativa a tentativa, além de oferecer desafios que estimulam a busca pelo melhor desempenho, o que é um importante componente motivador (Fong et al., 2010).

Dentre os jogos disponíveis, o Nintendo® Wii Fit™ tem se mostrado uma alternativa interessante, pois oferece um repertório de jogos com demandas motoras e cognitivas variadas, além de ser agradável e acessível financeiramente (Clark et al., 2010; Saposnik et al., 2010; Gil-Gómez et al., 2011). Essas características são importantes para a reprodutibilidade clínica dos resultados obtidos por meio de treinamentos a ele acoplado.

Apesar da crescente popularidade e potencial aplicação dos programas do Nintendo® Wii Fit™, até a data presente, há poucas evidências clínicas relatando a sua eficácia como ferramenta terapêutica para a reabilitação do controle postural de idosos. Estudos preliminares sugerem benefícios dessa modalidade terapêutica sobre o condicionamento físico, mobilidade, tempo de reação (Bisson et al., 2007) e equilíbrio (Bisson et al., 2007; Young et al., 2011), com repercussões positivas sobre a incidência de quedas e qualidade de vida de idosos (Bateni, 2012; Agmon et al., 2011; Crotty et al., 2011; Clark e Kramer, 2009). Contrariando estas evidências, alguns autores não observaram efeitos significativos sobre o equilíbrio de idosos, porém atribuíram o achado ao reduzido número de sessões (Franco et al., 2012; Bainbridge et al., 2011).

Em relação à reabilitação cognitiva, algumas pesquisas foram realizadas utilizando uma variedade de programas altamente envolventes e estimulantes em ambiente virtual, "*brain training*", que possuem ferramentas destinadas a prevenir perda da função cognitiva ou desenvolver a capacidade mental por meio do conceito "*use or lose it*" (Dickey, 2005). Baseando-se neste conceito, recentemente Ackerman et al., 2010 observaram ganhos significativos e substanciais no desempenho sobre as tarefas utilizando o Wii® *Big Brain Academy*™ nas funções executivas e velocidade de processamento.

Assim, considerando-se (1) o declínio do controle postural associado ao processo de envelhecimento; (2) o declínio das funções cognitivas decorrentes da senectude; (3) a contribuição dessas duas alterações, isoladas ou conjuntamente, para a vulnerabilidade a

quedas e redução da funcionalidade e independência do idoso; (4) as evidências que intervenções podem melhorar isoladamente cada uma dessas duas funções; (5) a escassez de estudos que investiguem os efeitos de abordagens integradas para a melhora do equilíbrio e da cognição; e (6) o potencial da utilização de jogos virtuais com esse propósito, o objetivo do presente foi comparar os efeito de dois programas de treinamento de equilíbrio, um deles associados a jogos do Nintendo® Wii Plus™, sobre o controle postural, a funcionalidade e a cognição de idosos saudáveis.

# 2. REVISÃO DE LITERATURA

Esta revisão abrangeu os principais aspectos fisiológicos e funcionais do envelhecimento, assim como os prováveis fatores do envelhecimento relacionados com mudanças no equilíbrio. A descrição a seguir procura relacionar o declínio do desempenho do controle postural em idosos às alterações que ocorrem nos sistemas sensoriais, motor e cognitivo, as atuais propostas terapêuticas e o potencial dos jogos virtuais para a reabilitação e prevenção dessas alterações.

## 2.1 Quedas e medo de cair em idosos: impacto sobre a funcionalidade e a qualidade de vida

O aumento da proporção de idosos na população brasileira traz à tona a discussão a respeito de eventos incapacitantes nessa faixa etária, dos quais destaca-se a ocorrência de quedas (Perracini e Ramos, 2002).

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS, 2007), a frequência de quedas aumenta com o nível de fragilidade e idade, e de fato, a probabilidade dos indivíduos idosos sofrerem uma queda pelo menos uma vez até os 70 anos foi estimada em 30%, aumentando significativamente em idosos com idade mais avançada.

As complicações mais incidentes pelas quedas são as fraturas de quadril e fêmur, sendo frequentemente acompanhadas por dor, redução da mobilidade, reduções secundárias na força muscular, bem como alteração do equilíbrio e da marcha (Bertolucci et al., 1994).

Como resultado, a população idosa desenvolve um complexo medo de cair comprometendo inevitavelmente a capacidade funcional[1] destes indivíduos, resultando em maior vulnerabilidade e dependência na senescência que contribui para a diminuição do bem-estar e da qualidade de vida dos idosos (Lopes et al., 2009).

De acordo com Del Duca e colaboradores (2009), a capacidade funcional pode ser avaliada com enfoque em dois domínios: as atividades básicas da vida diária que estão correlacionadas com o autocuidado (alimentação e higiene pessoal); e as atividades

[1] **Capacidade funcional:** é definida no idoso como a ausência de dificuldades de realizar tarefas que fazem parte do cotidiano do ser humano e que normalmente são indispensáveis para uma vida independente na comunidade (Classificação Internacional de Comprometimento, Incapacidades e Desvantagens ICIDH – OMS).

instrumentais da vida diária que englobam tarefas mais complexas relacionadas com a participação social (realizar compras, atender ao telefone e uso de meios de transporte).

Tanto o medo de cair quanto o comprometimento da capacidade funcional são fatores que repercutem negativamente no desempenho do equilíbrio, tornando-se primordiais na definição de estratégias de promoção de saúde, visando retardar ou prevenir a ocorrência de quedas (Reelick et al., 2009).

Os fatores que contribuem para as quedas são amplos, numerosos e já foram identificados, sendo categorizados em fatores externos como riscos ambientais, baixa luminosidade e medicações. E fatores internos tais como marcha e mobilidade prejudicadas, diminuição no tempo de reação, doenças crônicas, prejuízo cognitivo, vertigem, hipotensão postural, problemas visuais e distúrbios do sono (Rubenstein, 2006; Morley, 2002; Campbell et al., 1989).

É sabido que essas alterações decorrentes da senescência prejudicam o controle postural, pelo comprometimento dos seus sistemas controladores e que o aumento das instabilidades posturais incide diretamente sobre a ocorrência das quedas e suas complicações (Horak e Macpherson, 1996; Woollacott e Tang, 1997).

Desta forma, identificar os fatores que dariam subsídios para o aumento das quedas torna-se essencial, propiciando assim uma intervenção adequada.

## 2.2 O controle postural e seus subsistemas

O delineamento deste trabalho foi baseado nos conceitos de controle postural definido pelo *Balance Disorders Laboratory of Oregon Healthy and Science University*, conduzidos pela equipe da Dra. Horak. Em justificativa foram utilizados estes conceitos para concernir com os apresentados na avaliação da medida primária (*Mini Balance Evaluation Systems Test* – Mini-BESTest), que também foi elaborada pela mesma equipe.

Desta forma, o controle postural é considerado uma habilidade motora complexa derivada da interação de múltiplos processos sensório-motores e pode ser definido como a habilidade de manter a projeção do centro de massa (CoM) dentro dos limites da base de apoio em qualquer posição estática ou dinâmica, envolvendo o controle da posição do corpo no espaço para o objetivo duplo de equilíbrio e orientação (Horak, 2006).

Assim, a orientação postural envolve o alinhamento ativo do corpo em relação aos limites de estabilidade e o ajuste de tônus postural em relação à gravidade, superfície de suporte, ambiente visual e referências internas. A orientação espacial no controle postural é baseada na integração das informações sensoriais dos sistemas visual, somatossensorial e vestibular (Horak, 2006). Já o equilíbrio envolve a coordenação de estratégias sensório-motoras para estabilizar o CoM durante movimentos intencionais e as perturbações externas. Essa estabilidade está relacionada com o equilíbrio das forças internas e externas que agem no corpo durante as ações motoras (Horak, 2006).

Consistente com o modelo de sistemas do controle motor, inspirado no trabalho de Nikolai Bernstein (1896 – 1966), o controle postural resulta da interação de uma série de subsistemas, tais como: restrições biomecânicas, estratégias de movimento, estratégias sensoriais, orientação espacial, controle dinâmico e processamento cognitivo. Estes recursos, sintetizados na figura 1, são gradativamente mais exigidos para obter a estabilidade e a orientação postural com o avançar da idade (Cavanaugh et al., 2005).

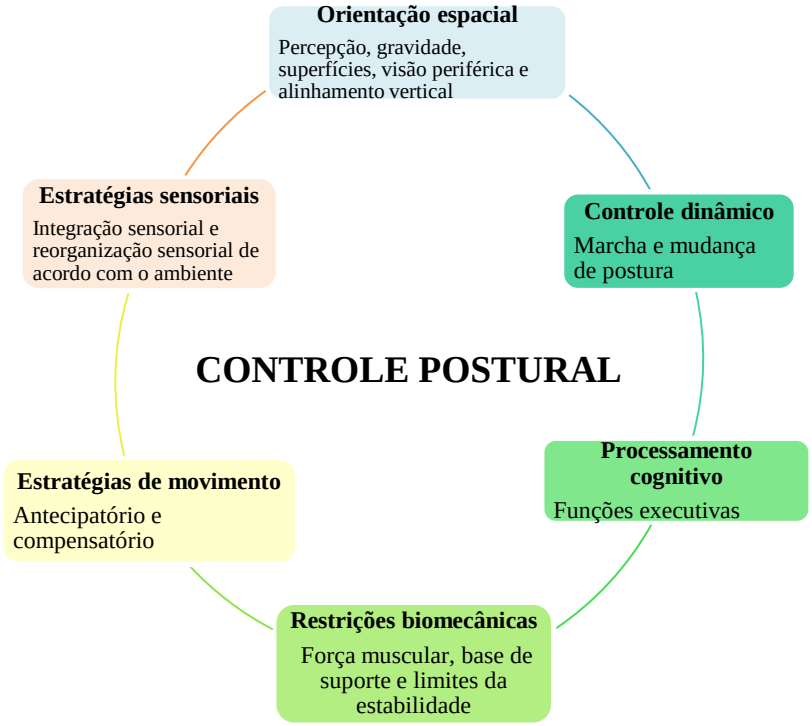



Figura 1- Síntese dos recursos importantes exigidos para a estabilidade e orientação postural. Deficiência nestes recursos pode alterar o equilíbrio e aumentar a incidência de queda em idosos.
Fonte: Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? (2006, p.8).

## 2.3 Alterações motoras decorrentes do envelhecimento que afetam o controle postural

Desta maneira, a redução da eficiência do sistema de controle postural em idosos pode ser descrito como decorrente das alterações nas funções motoras, sensoriais e cognitivas. A compreensão desses sistemas e suas contribuições diferentes para o controle postural nos permite analisar sistematicamente os distúrbios específicos do equilíbrio que afetam cada indivíduo (Silva et al., 2006).

O processo do envelhecimento normalmente conduz a perda de massa muscular e diminuição na habilidade de gerar força muscular pela redução de fibras musculares, neurônios e unidades motoras (Junior e Barela, 2006).

Além de sofrerem diminuição na força muscular, os idosos apresentam redução na potência muscular e no torque, principalmente dos músculos dos membros inferiores, influenciando nas respostas posturais frente a perturbações rápidas e inesperadas gerando, assim, retardo nas respostas motoras e tornando insuficiente a capacidade dos músculos de neutralizarem as perturbações posturais (Shumway-Cook et al., 2000).

Outras causas da perda funcional de força incluem a deteriorização das estruturas da placa motora, diminuída capacidade de excitação e contração e diminuída capacidade de recrutamento de fibras. Ambos, tempo de contração e tempo de relaxamento, são prolongados e a velocidade de contração máxima é também reduzida (Soares e Alabarse, 2005).

Todas essas alterações podem influenciar na autonomia, bem-estar e qualidade de vida dos idosos (Prado et al., 2010). No entanto, estudos prévios demonstram que somente as alterações no sistema musculoesquelético não seriam fatores determinantes para a inabilidade das respostas no controle postural (Gatev et al., 1999; Gu et al., 1996; Maki e McIlroy, 1996). Há, também, uma influência importante do sistema sensorial na regulação do controle postural.

## 2.4 Alterações sensoriais decorrentes do envelhecimento que afetam o controle postural

O controle postural recebe informação sensorial predominantemente de três sistemas: visual, vestibular e somatossensorial, e estas aferências sensoriais informam sobre a posição relativa dos segmentos corporais, bem como sobre as forças internas e externas que atuam nestes (Abrahamová e Hlavacka, 2008). Estas informações são, então, utilizadas para estimar e antecipar as forças agindo no corpo e, combinadas com atividade muscular apropriada, para produzir ou manter a posição corporal desejada (Horak e MacPherson, 1996). Assim, para que a integração da atividade sensorial aconteça é necessária a existência de um conjunto de diferentes sistemas sensoriais, em que cada um deles assume um papel importante na manutenção da postura corporal.

Com a senescência a habilidade do sistema nervoso central (SNC) em realizar o processamento dos sinais visuais, vestibulares e proprioceptivos responsáveis pela manutenção do equilíbrio corporal fica comprometida, diminuindo a capacidade de modificações dos reflexos adaptativos nos idosos (Maciel e Guerra, 2005).

O sistema visual tem papel importante na estabilização corporal, fornecendo informações contínuas para o SNC quanto à posição corporal e movimentação dos segmentos corporais entre si e em relação ao ambiente (Alexander, 1994). Com o envelhecimento há modificação da estrutura do olho, comprometimento na integração central das informações visuais, perda da qualidade da imagem por distúrbio de refração, perda do campo visual, alteração na sensibilidade do contraste visual e da visão periférica. Todas essas modificações causam problemas de percepção do contorno e de profundidade, diminuindo assim as informações sobre a posição do corpo no espaço (Wade e Jones, 1997; Luiz et al., 2009).

O sistema vestibular é responsável por enviar para o SNC informações sobre a posição e movimento da cabeça em relação à gravidade e ajuda a resolver as informações conflitantes oriundas das imagens e do movimento real. Para determinar essa orientação baseiam-se na informação dois sensores de movimento localizados no ouvido interno, os canais semicirculares e órgãos otolíticos que detectam a aceleração angular e linear da cabeça, respectivamente (Silva et al, 2006).

As informações advindas de receptores sensoriais no aparelho vestibular interagem com as informações visuais e somatossensoriais para produzir o alinhamento corporal e o controle da postura adequada (Meireles et al., 2010). Este sistema sofre um

processo de degeneração com o envelhecimento, havendo uma perda significativa de sensores das células vestibulares, decréscimo dos neurônios vestibulares primários, diminuição da densidade das células corticais, bem como das células de Purkinje do cerebelo (Ganança et al., 2006). Com todas estas alterações há prejuízo nas aferências neuro-sensoriais resultando em deficiência na transmissão da informação e interferindo no controle postural (Zucco, 2003).

O sistema somatossensorial baseia-se em informações de diversos sensores que indicam a percepção e a precisão dos movimentos informando continuamente o SNC sobre a posição de cada segmento corpóreo em relação a outro, e diminuem na senescência, gerando dificuldades para respostas adequadas à estabilidade postural (Junior e Barela, 2006; Perracini e Ramos, 2002).

A degeneração dos órgãos sensoriais, com o avanço da idade, pode gerar (1) aumento de tempo na resposta muscular; (2) perturbações na organização da resposta muscular postural; (3) longa duração para ativação da musculatura frente a desequilíbrios externos (Silsupadol et al., 2006); e (4) a redução da eficiência dos sistemas sensoriais periféricos desencadeia, como resposta compensatória, um aumento no controle cortical multissensorial (Heuninckx et al., 2008; Venkatraman et al., 2010; Zwergal et al., 2012).

Além disso, diversos estudos têm mostrado o declínio de diversas habilidades com o avanço da idade, incluindo percepção, atenção, memória, velocidade de processamento e solução de problemas, (Anstey e Low, 2004; Darowski et al., 2008).

## 2.5 Alterações cognitivas decorrentes do envelhecimento que afetam o controle postural

Crescentes evidências correlacionam as alterações na função cognitiva e atenção aos distúrbios de equilíbrio (Rankin et al., 2000; Shumway-Cook et al., 2000; Pellecchia, 2003).

O processo do envelhecimento leva a alteração anátomo-fisiológicas no SNC em áreas como os córtices parietal (Tisserand et al., 2004), pré-frontal dorsolateral (Johnson et al, 2004), cingulado (Nagamatsu et al., 2011) e nas suas projeções (Baloh et al., 2003; Thal et al, 2004; Soumare et al., 2009), além da diminuição do volume da substância cinzenta, principalmente na região frontoparietal (Rosano et al., 2007).

Essas alterações frequentemente são acompanhadas por uma redução das habilidades cognitivas (Anstey e Low, 2004; Willis et al., 2006), com repercussão no controle das funções executivas que dependem da integração dessas regiões afetadas (Lundin-Olsson et al., 1997).

A função executiva refere-se a uma variedade de processos cognitivos superiores que usam e modificam informações de diversos sistemas sensoriais corticais das regiões anterior e posterior do cérebro com a finalidade de modular e produzir comportamentos (Lezak, 1995; Fuster, 1999). A integração dessas funções incluem componentes cognitivos e comportamentais que são primordiais para a efetividade e direcionamento das ações e para o controle dos recursos atentivos que são base da capacidade de gerenciar as AVD´s de maneira independente (Goethals et al., 2004).

Lezak (1995) dividiu a função executiva em quatro componentes principais: volição, planejamento, ação intencional e desempenho efetivo, ou seja, monitoramento das ações. Há autores que também incluem a inibição de estímulos irrelevantes como componente da função executiva (Stuss et al., 2007). Esses componentes, muitas vezes envolvem atenção e memória operacional, flexibilização cognitiva, tomada de decisão, julgamento e regulação comportamental.

Estudos têm demonstrado um comprometimento importante nestas funções cognitivas em idosos (Carey et al., 2008), sendo que o comprometimento de um ou mais componentes pode impactar as AVD´s e aumentar o risco de queda (Yogev-Seligmann et al., 2008). Outros estudos mostraram que idosos com prejuízos nas funções executivas são mais suscetíveis a quedas (Holtzer et al., 2007; Alexander e Hausdorff, 2008; Mirelman et al., 2012). Em um estudo prévio, Herman et al. (2010) relataram que idosos saudáveis com melhor desempenho nas funções executivas apresentavam menor probabilidade de cair quando comparados com aqueles que tiveram pontuação menor nos testes neuropsicológicos.

No entanto, a base neural para a associação entre a redução nas funções executivas e quedas não é clara. Estudos neuropsicológicos demonstram que a função executiva geralmente é prejudicada em idosos saudáveis, incluindo (1) dificuldade na resolução de problemas que requer capacidade de aprendizagem e flexibilidade cognitiva; (2) redução na resposta inibitória; (3) raciocínio debilitado; (4) declínio atencional (Nagamatsu et al., 2001; Yogev-Seligmann et al., 2008); (5) deficiência na capacidade de julgamento e tomada de decisão, principalmente quando comparados com indivíduos jovens (Fein et al., 2007).

Diante de tais evidências, tornou-se progressivamente aceito que os recursos cognitivos podem contribuir para o sistema do controle postural (Simoneau et al., 2008). Assim, ampliou-se o número de trabalhos que investigaram o controle postural em condições de divisão de atenção, denominada Tarefa-Dupla (DT), buscando entender melhor essa interação entre controle postural e atenção. A capacidade de realizar uma DT é altamente vantajosa, determinante no desempenho de qualquer tarefa e um pré-requisito para uma vida normal (Simoneau et al., 2008; Ojha et al., 2009; Granacher et al., 2010).

Em circunstâncias normais, a realização concomitante de tarefas motoras e cognitivas é comum e nestas situações as atividades motoras são desempenhadas "automaticamente", ou seja, os sistemas envolvidos no controle postural não requerem recursos atentivos conscientes ou usam recursos atentivos mínimos (Ahissar et al., 2001; Cookburn et al., 2003), sendo alcançado pela formação de programas de ação a partir da prática e sua variabilidade em uma tarefa (Betker et al., 2006). Como em idosos o controle de movimentos automáticos envolve a ativação de áreas cerebrais mais amplas, particularmente de córtices parietal e pré- frontal dorsolateral (Wu e Hallet, 2008), os recursos neurais para o processamento paralelo de duas tarefas estaria prejudicado, mesmo uma delas sendo mais automática como o controle postural (Bowen et al., 2001; O'Shea et al., 2002).

Estudos apontam que parte das quedas em idosos ocorre durante atividades onde a atenção precisa ser dividida entre o controle postural e outra tarefa (Bergland et al, 1998; Millisen et al., 2004). Em uma população de idosos com história recorrente de queda foi verificado que a adição de uma simples tarefa cognitiva poderia aumentar o deslocamento do CoM durante a postura estática (Condron e Hill, 2002).

Além disso, Rankin e colaboradores (2000) observaram uma menor atividade muscular nos idosos saudáveis em plataforma instável quando realizavam cálculos. Há também uma redução acentuada na capacidade de recuperar a estabilidade após uma perturbação externa na realização simultânea de uma tarefa secundária em relação a adultos jovens (Ojha et al., 2009).

A melhora simultânea no desempenho cognitivo e de uma tarefa postural pode ser essencial, não somente na reabilitação, mas como um meio de prevenir quedas que fomentam a independência funcional e a melhora da qualidade de vida de idosos (Doumas et al., 2008).

Assim, para a elaboração de estratégias mais eficientes para combater as alterações no controle postural de idosos e reduzir a vulnerabilidade a quedas, é importante considerar-se não só as alterações motoras e sensoriais, mas também as alterações cognitivas decorrentes do envelhecimento.

## 2.6 Abordagem fisioterapêutica atual para a prevenção de quedas em idosos

A deficiência no equilíbrio é um dos problemas mais frequentemente tratados por fisioterapeutas, que precisam identificar os possíveis fatores de risco modificáveis para quedas em idosos e, assim, planejar intervenções eficazes para melhorar o controle postural e reduzir o risco de quedas (Sá et al., 2012). Uma revisão sistemática e meta-análise sobre a efetividade da intervenção baseada em exercícios na prevenção de quedas em idosos identificou, como efeito do exercício físico, a redução em 17% na taxa de quedas (Sherrington et al., 2008).

Com base na análise sistemática de Sherrington et al. (2011), as melhores recomendações práticas para orientar um programa de prevenção de quedas são: (1) abordagem multifatorial baseada nos fatores de risco que visem a inclusão de exercícios, assim como intervenções que abordem programas comportamentais e educacionais; (2) o exercício deve fornecer um desafio moderado ou elevado para o equilíbrio postural, ou seja, exercícios com redução da base de suporte realizados com olhos abertos e fechados, assim como deslocamento multidirecional do centro de massa; (3) o exercício deve ter uma dose suficiente para fazer efeito e ser contínuo, sendo a melhor dosagem considerada de duas horas de intervenção por semana; (4) também é ideal adicionar no programa exercícios que enfatizem o treino de força muscular e de resistência muscular, bem como treino de marcha, mas com cautela a fim de não causar fadiga muscular.

Esses exercícios incluem três níveis de abordagem: primário, secundário e terciário. Em sua abordagem primária, a prática regular do exercício físico pode prevenir o surgimento de diferentes doenças e deficiências que podem levar a incapacidades e maior risco de quedas. No nível secundário, o objetivo é retardar a progressão da deficiência causada pelas doenças. A abordagem terciária reside na restauração da funcionalidade e promoção da autonomia no desempenho das AVD´s (Rose e Hernandez, 2010).

No entanto, as intervenções para prevenção de quedas têm utilizado uma variedade de métodos e durabilidade de tratamento, assim com o objetivo de verificar a eficácia das estratégias de tratamento nesta área foi realizada uma pesquisa no banco de dados *PubMed* na qual foram utilizados como descritores os termos *balance*, *falls prevention*, *elderly* e *physiotherapy*. Esta pesquisa foi restrita aos artigos na língua inglesa publicados nos últimos cinco anos e realizados exclusivamente com idosos saudáveis. Foram encontrados, no total, 38 artigos dos quais foram selecionados somente aqueles que tivessem em seu *design*: (1) estudos controlados; (2) idosos saudáveis; (3) idosos que não apresentavam histórico

recorrente de quedas; (4) número de participantes maior que 10; (5) tratamento fisioterapêutico de equilíbrio em tarefa isolada ou em tarefa-dupla. Estudos foram excluídos se o programa de treinamento de equilíbrio procurou apenas validar ou avaliar o potencial uso de uma escala de avaliação; que incluísse em sua amostra a participação de jovens e as revisões de literatura.

Restaram, após essa seleção, 15 artigos que foram subdivididos em intervenção motora e intervenção com tarefa-dupla, sendo descritos brevemente na tabela 1.

**Tabela 1- Artigos selecionados pela pesquisa.**

| Referência | Sujeitos | Medida de avaliação | Intervenção | Resultado |
|---|---|---|---|---|
| **Intervenção motora – Tai Chi Chuan** | | | | |
| Taylor et al., 2012 | N = 284 aleatorizados em 3 grupos (1:1:1);<br>Média de idade = 74.5 anos. | **Equilíbrio:** Step test; Chair stand test;<br>**Marcha:** TUG;<br>**Avaliação funcional:** nº de quedas. | 1. Tai Chi 1x/semana;<br>2. Tai Chi 2x/semana;<br>3. Alongamento, força muscular, exercícios cardiovasculares;<br>- 20 semanas de treinamento. | Melhora na FM e equilíbrio em todos os grupos sem diferença significativa entre eles. |
| Logghe et al., 2009 | N = 269 idosos residentes na comunidade com risco de queda;<br>Média de idade: 77 anos. | **Avaliação clínica:**<br>Capacidade física<br>**Avaliação funcional:** medo de cair; nº de quedas em 12 meses; | 1. Tai Chi<br>2. Treinamento para prevenção convencional de quedas;<br>- Folheto informativo geral sobre como prevenir incidentes queda;<br>- 2 vezes por semana por uma hora, durante 13 semanas; | Após 12 meses, menor risco de quedas no 1, sem significância. |
| **Intervenção motora – Fortalecimento muscular** | | | | |
| Freiberger et al., 2012 | N = 280 aleatorizados em 4 grupos;<br>Idade: 70 – 90 anos;<br>Idosos com medo de queda ou com episódio de uma única queda. | **Avaliação clínica:**<br>Desempenho físico;<br>**Avaliação psicológica e funcional:**<br>Escala ABC; escalas que avaliam o medo de cair. | 1. FM + Equilíbrio;<br>2. FM + Equilíbrio + Resistência;<br>3. FM + Equilíbrio + Programa educacional de prevenção de quedas;<br>4. Sem tratamento;<br>- 2 sessões por semana de 1 hora com duração de 16 semanas. | Treinamento com foco em força, equilíbrio e resistência pode melhorar o desempenho físico por até 24 meses. |
| Logan et al., 2010 | N = 204 idosos residentes na comunidade;<br>Presença de uma única queda sem repercussões motoras. | **Avaliação funcional:** nº de quedas em 12 meses; Índice Barthel; questionário de AVD´s de Nottingham. | 1. FM + equilíbrio + terapia comportamental<br>2. Treinamento para prevenção convencional de quedas.<br>- 6 sessões | Na condição 1 melhora significativa na funcionalidade e no índice de quedas em relação ao controle. |
| Cakar et al., 2010 | N = 66 idosos residentes na comunidade aleatorizados em 2 grupos. | **Equilíbrio:** EEB; Biodex.<br>**Qualidade de vida:** SF-36<br>**Depressão:** GDS-15 | 1. Alongamento + FM + aeróbico;<br>2. Alongamento + FM + aeróbico + Saltos livres<br>- 3 vezes por semana por 45 minutos durante 6 semanas. | A melhora do equilíbrio, qualidade de vida e redução do risco de queda foi observada em ambos os, no entanto, as melhorias foram estatisticamente melhor no 2. |

Legenda: N = número de sujeitos; ABC Scale = Activities-specific Balance Confidence Scale; TUG: Timed and Go Test; FM = Força muscular; EEB = Escala de equilíbrio de BERG; AVD´s = Atividades de vida diária; GDS = Escala de depressão geriátrica de Yesaváge; SF-36 = 36 – Item Short Form Healthy Survey; nº = número.

**Tabela 1 (Cont.) - Artigos selecionados pela pesquisa.**

| Referência | Sujeitos | Medida de avaliação | Intervenção | Resultado |
|---|---|---|---|---|
| **Intervenção motora – Fortalecimento muscular** | | | | |
| Chulvi-Medrano et al., 2009 | N = 28 mulheres;<br>Média de idade: 70 anos. | **Equilíbrio:** UST;<br>**Marcha:** TUG;<br>**Avaliação funcional:** Teste de Tinetti. | 1. FM com T-Bow;<br>2. Treinamento para prevenção convencional de quedas.<br>- 8 semanas; | Melhora significativa no equilíbrio estático, dinâmico e teste de Tinetti na condição 1;<br>Redução significativa no equilíbrio estático, sem alteração nas outras variáveis no 2. |
| Cayrto et al., 2008 | N = 167 idosos saudáveis aleatorizados em 3 grupos;<br>Idade = 65 – 96 anos. | **Equilíbrio:** Tandem; unipodal;<br>**Marcha:** TUG;<br>**Avaliação funcional:** Escala ABC. | 1. Exercícios domiciliares de resistência muscular + marcha;<br>2. Resistência muscular;<br>3. Marcha;<br>- 2 vezes por semana por 20 semanas. | Melhora da condição 2 em relação a 1 no equilíbrio estático, porém a confiança do equilíbrio foi superior na 1. |
| **Intervenção motora – Treino de equilíbrio** | | | | |
| Jacobson et al., 2011 | N = 25 idosos aleatorizados em 2 grupos;<br>Média de idade: 82.6 anos. | **Equilíbrio:** EEB; Step test; Chair Stand test;<br>**Marcha:** TUG. | 1. Treino de equilíbrio estático;<br>2. Programa educacional de prevenção de quedas;<br>- 12 minutos por sessão, 3 vezes por semana durante 12 semanas. | O treino na condição 1 melhorou significativamente em todos os parâmetros avaliados em relação ao 2. |
| Trombetti et al., 2011 | N = 134 idosos residentes da comunidade aleatorizados em 2 grupos;<br>Idade: acima de 65 anos;<br>Estudo autocontrolado. | **Marcha:** GAITRite;<br>**Equilíbrio:** SwayStar em bipodal e unipodal; mudança de postura (levantar – sentar – levantar); nº de quedas. | 1. Multitarefa realizada no ritmo do piano;<br>2. Grupo controle realizou a tarefa após 6 meses;<br>- 1 hora por semana. | Redução na variabilidade do comprimento do passo, melhora nos testes de equilíbrio. |
| Lin et al., 2007 | N = 115 idosos com histórico de uma única queda recente;<br>Idade acima de 65 anos. | **Qualidade de vida:** WHOQOL-BREF;<br>**Equilíbrio:** alcance funcional e escala de Tinetti;<br>**Avaliação funcional:** medo de cair pela escala visual analógica;<br>**Depressão:** GDS-15 | 1. Treino de equilíbrio, FM e alongamento por 4 meses;<br>2. Programa educacional e comportamental de prevenção de quedas;<br>- 1 vez a cada 15 dias por 1 hora durante 4 meses. | Melhora da condição 1 sobre os demais em todas as medidas avaliadas, porém sem significância. |

Legenda: N = número de sujeitos; ABC Scale = Activities-specific Balance Confidence Scale; TUG: Timed and Go Test; EEB = Escala de equilíbrio de BERG; GDS = Escala de depressão geriátrica de Yesavage; nº = número; FM = fortalecimento muscular.

**Tabela 1 (Cont.) - Artigos selecionados pela pesquisa.**

| Referência | Sujeitos | Medida de avaliação | Intervenção | Resultado |
|---|---|---|---|---|
| **Intervenção em tarefa-dupla** | | | | |
| Halvarsson et al., 2011 | N = 59 idosos residentes na comunidade; | **Avaliação funcional:** FES-I<br>**Marcha:** GAITRite®. | 1. Treino de equilíbrio em DT por 3 vezes por semana por 3 meses;<br>2. Treino de equilíbrio em condição isolada por 3 vezes por semana por 3 meses. | Melhora significativa da FES-I no 1, bem como na fase de execução do passo;<br>Melhora na cadência velocidade da marcha e comprimento do passo no 2. |
| Hiyamizu et al., 2011 | N = 43 idosos aleatorizados em 2 grupos;<br>Idade acima de 65 anos. | **Equilíbrio:** Chair stand test; Alcance funcional;<br>**Marcha:** TUG;<br>**Cognitivo:** TMT;<br>**DT:** oscilação postural com Stroop test | 1. Treino de FM e equilíbrio simultaneamente com tarefa cognitiva;<br>2. Treino de FM e equilíbrio;<br>- 2 vezes por semana, 3 meses. | Não houve diferença nas medidas avaliadas de equilíbrio, marcha e cognição em ambos grupos;<br>Melhora significativa em DT para o 1. |
| Silsupadol et al., 2009 | N = 21 idosos com equilíbrio prejudicado;<br>Média de idade: 75 anos; | **Equilíbrio:** EEB;<br>**Marcha:** em ST e DT;<br>- Distância percorrida na marcha;<br>**Avaliação funcional:** Escala ABC. | 1. Treino equilíbrio em DT com prioridade fixada e variável;<br>2. Treino de equilíbrio;<br>- 4 semanas, 3 vezes por semana por 45 minutos. | Melhora em todas as avaliações em ambos os grupos;<br>Aumento significativo na velocidade da marcha no 1;<br>Melhora superior no FU de 3 meses no grupo 1 com prioridade variada; |
| Shigematsu et al., 2008 | N = 63; idosos residentes na comunidade;<br>Média de idade: 70 anos; | **Equilíbrio:** FM de MMII e coordenação;<br>**Marcha:** Registro do número de passo;<br>**Avaliação funcional:** nº de quedas relatado. | 1. SSE por 12 semanas, 2 vezes por semana com duração de 70 minutos;<br>2. Marcha supervisionada por 12 semanas, 1 vez por semana com duração de 70 minutos. | Aptidão funcional dos MMII superior no 1;<br>Sem significância na taxa de quedas em ambos os grupos. |
| Shigematsu et al., 2008 | N = 39; idosos residentes na comunidade;<br>Média de idade: 70 anos; | **Equilíbrio:** Chair stand test; FM de MMII; UST olhos fechados; alcance funcional;<br>**Marcha:** teste de 10m;<br>**Avaliação funcional:** Sit & Reach flexibility test. | 1. SSE por 12 semanas, 2 vezes por semana com duração de 70 minutos;<br>2. FM e treino de equilíbrio por 12 semanas, 2 vezes por semana com duração de 70 minutos. | Significativo UST no 1;<br>Significativo no teste de alcance funcional no 2;<br>Ambos melhoraram nos demais testes. |

Legenda: N = número de sujeitos; FES-I = Escala Internacional de Eficácia de Quedas; MMII = membros inferiores; TUG: Timed up and Go Test; TMT = Trail Making Test; ABC Scale = Activities-specific Balance Confidence Scale; EEB = Escala de equilíbrio de BERG; SSE = Square Stepping Exercise; ST = tarefa isolada; DT = tarefa dupla; nº = número; FM = força muscular; FU = follow-up; UST = Unipedal Stance Test.

Sob este enfoque, considerando o comprometimento no controle postural e baseado nas evidências de que os idosos apresentam plasticidade cerebral suficiente para a aquisição de novas habilidades de gerenciamento e divisão de atenção (Bherer et al., 2005 é fundamental desenvolver programas de intervenção que envolvam todas as causas das disfunções do controle postural com o intuito de reduzir a incidência de quedas e melhorar ou manter autonomia, capacidade funcional e cognitiva desta população (Monteiro et al., 2001).

Como foi sugerido na revisão sistemática de Segev-Jacubovski e colaboradores (2011), a combinação de intervenções que enfoquem os aspectos cognitivos e motores, além do comportamental e educacional é essencial para maximizar os benefícios sobre o controle postural e marcha, bem como para reduzir o impacto da DT em idosos e minimizar o risco de quedas. Estes autores ainda sugerem que intervenções multifatoriais são práticas e de baixo custo, e devem ser integradas precocemente para promover o envelhecimento bem sucedido e independente na sociedade.

Desta maneira, a RV tem sido aplicada na reabilitação fisioterapêutica por demonstrar vantagens em relação ao tratamento convencional sobre o desempenho motor e cognitivo (Cunningham e Krishack, 1999; Mirians et al., 2002; Basak et al., 2008; Butler e Willett, 2010; Bavelier et al., 2012; Kueider et al., 2012).

No entanto, embora uma quantidade significativa de estudos fosse desenvolvida nesta área, com resultados promissores, as características relevantes deste sistema e a quantificação de seu impacto sobre a reabilitação ainda não estão claramente compreendidos (Lucca, 2009).

## 2.7 Realidade virtual e a sua utilização como ferramenta terapêutica

A RV é uma tecnologia emergente definida como um simulador bidimensional ou tridimensional que permite interação em tempo real por meio do uso de um computador (Bisson et al., 2007).

O objetivo dessa tecnologia é recriar ao máximo a sensação de realidade para o indivíduo (Azuma, 1997), com capacidade de mensurar e avaliar constantemente o seu desempenho criando um ambiente destinado a envolver e motivar este indivíduo na execução da tarefa específica (Butler e Willett, 2010). Isto ocorre devido ao fato que em ambientes

virtuais os canais multissensoriais (visão, audição e háptico, por exemplo) podem ter a sua intensidade amplificada, no tempo e espaço (Monteiro et al., 2011).

Esta tecnologia, desenvolvida inicialmente para treinamento militar, tornou-se amplamente disponível por meio de jogos de vídeo, como o Nintendo® Wii Fit™ (Nintendo of America, Redmond, WA, USA). O *videogame* do Nintendo® Wii foi criado em 2001 e tornou-se comercialmente disponível nos Estados Unidos da América, Japão e Inglaterra no final de 2006, revolucionando o mercado de *games* pela sua forma diferenciada de interação com o usuário (Butler e Willett, 2010).

A peça central do sistema Wii é o Wii *Remote*® ou Wiimote, que visa associar um controle remoto familiarizado com uma tecnologia contendo sensor de movimento, permitindo ao dispositivo a localização e o movimento em um espaço tridimensional (Wii Controllers Nintendo, 2011). O Wii *Remote*® também fornece aos jogadores realimentação háptica, aumentando assim o nível de imersão no ambiente virtual. A Wii *Balance Board*® é uma plataforma que contêm múltiplos sensores de pressão que fornecem cálculos do centro de pressão do jogador em tempo real (Wii Balance Board Nintendo, 2011).

O participante atua por meio de controles sem fio que processam seus movimentos e as acelerações decorrentes destes instrumentos transportando-os para os ambientes dos jogos, tendo os seus movimentos reproduzidos fidedignamente pelos avatares customizados (Dias et al., 2009).

A partir de 2007, o uso potencial do sistema Wii na reabilitação de indivíduos passou a ser abordada. No entanto, há poucos estudos publicados sobre os resultados obtidos por essa nova modalidade terapêutica. Por outro lado, apesar de ser recente e incipiente, cabe reconhecer que a área de realidade virtual aplicada na reabilitação como área de conhecimento, demonstrou nesses últimos anos um avanço científico acentuado (Monteiro et al., 2011).

Os benefícios desta modalidade são diversos e incluem:

(1) A possibilidade de variar as condições de treinamento, melhorando o engajamento e motivando o indivíduo na realização das tarefas resultando em uma mínima probabilidade de interrupção do tratamento (Butler e Willett, 2010);

(2) Sistematização da intensidade da prática, duração do exercício e da realimentação desenvolvendo uma abordagem mais apropriada e individualizada que pode beneficiar as vantagens dos princípios do aprendizado motor e da plasticidade neural (Mirians et al., 2002; Kueider et al., 2012);

(3) Melhora sobre os aspectos cognitivos (atenção, memória, concentração, planejamento, tomada de decisão e cálculo) possivelmente pela contextualização e realimentação visual aumentando a efetividade motora (Basak et al., 2008);
(4) A atenção é altamente explorada e reforçada pelo controle *top-down*, sendo requerida a atenção seletiva, dividida e sustentada para alcançar os objetivos estipulados pelos jogos (Bavelier et al., 2012), sendo este benefício superior do que o encontrado nos treinos com pistas externas (Dye et al., 2009);
(5) Diminuição no tempo de reação e melhora na precisão nas tarefas possivelmente pela constante realimentação visual e auditiva (Basak et al., 2011);
(6) Melhorar a resolução espacial e temporal da visão, bem como a sua sensibilidade sendo observado, por exemplo, por meio do teste de orientação da letra "T" frente à distratores e mantendo um nível elevado de precisão (Green et al. 2010);
(7) Oferece treinamento de redes corticais de tal forma que o processamento permite a utilização melhor das informações que recebe das fases anteriores, em vez de alterar a natureza da entrada sensorial (Bavelier et al., 2012);
(8) Beneficia a aprendizagem pela ativação os neurônios espelhos por meio da observação dos movimentos dos avatares na tela combinando assim características que podem aumentar o potencial do treino induzido à neuroplasticidade (Saposnik et al., 2010).
(9) Transferência de aprendizagem entre tarefas e ambientes que têm objetivos diferentes, por serem treinados em ambientes enriquecidos, complexos e com uma variabilidade de objetivos (Bavelier et al., 2012).
(10) Realimentação imediata sobre o desempenho e os resultados (Mendes et al., 2012).
(11) Movimentos necessários para executar as tarefas orientadas propostas exigem do indivíduo correções constantes do centro de massa (Pigford e Andrews, 2010);

Com base nestes fatos, o Nintendo® Wii Fit Plus™ pode ser usado como uma nova abordagem terapêutica por proporcionar estímulos ambientais eficazes, com realimentação visual constante que beneficiam o desempenho motor e cognitivo dos indivíduos (Mirians et al., 2002; Betker et al., 2006; Bisson et al., 2007; Deustch et al., 2008; Lucca, 2009).

No entanto, a eficácia destes estudos ainda não atingiu níveis mais elevados de evidência encontrada em larga escala estudos controlados e aleatorizados. Além disso, em que medida o treinamento repetitivo oferece benefícios neurais e funcionais, assim como o fator novidade e a capacidade de integrar esta forma de terapia em um contexto clínico

permanecem desconhecidos. Outra limitação deste recurso terapêutico é a escassez dos conhecimentos de como as variações sensoriais e hápticas afetam os processos neurais.

## 2.8 A utilização do videogame na reabilitação de idosos

De acordo com a literatura, o videogame é uma estratégia adjuvante com resultados promissores que está sendo utilizada amplamente em ambientes de reabilitação com o intuito de melhorar o equilíbrio, fortalecimento muscular e coordenação motora de indivíduos saudáveis e com disfunções neurológicas, pelas aferências sensoriais dos sistemas visual, vestibular e somatossensorial (Keshner, 2004; Adamovich et al., 2009).

Esse benefício foi evidenciado em relação à mobilidade e equilíbrio em idosos, bem como do tempo de reação na postura bípede (Bisson et al., 2007). Desta forma, os autores evidenciaram que os idosos foram capazes de "automatizar" a tarefa postural, diminuindo os recursos atentivos sobre esta, sugerindo que a diminuição no risco de quedas em idosos ocorreu pela atenção disponível para processar a informação externa e reagir mais rapidamente.

Comparando as diferentes abordagens utilizadas por adultos jovens e idosos para manter o equilíbrio em diferentes condições visuais, Virk e McConville (2012), evidenciaram que os idosos confiam muito mais na informação visual para manter ou recuperar o seu equilíbrio. Por fim, concluíram que o videogame pode beneficiar o controle postural e consequentemente os eventos adversos como as quedas quando avaliados pela EEB e teste de alcance funcional.

Um relato de caso também examinou o efeito da intervenção por meio do Nintendo® Wii na melhora do controle postural de idoso com risco de quedas (Clark e Kraemer, 2009). Para esta finalidade foi utilizado à simulação do boliche por seis sessões de uma hora de tratamento. Os autores observaram melhora no equilíbrio constatado pela escala de equilíbrio de Berg e na marcha pelo Índice do Andar Dinâmico (IAD), bem como pelo TUG e na escala ABC. Como foi observado melhora nos parâmetros avaliados, com repercussão positiva na confiança do equilíbrio, os autores sugeriram que a intervenção baseada no uso deste videogame pode diminuir o risco de queda em idosos.

Recentemente, o uso do Nintendo® Wii Fit™ foi testado, em um estudo piloto com idosos, com a finalidade de verificar a melhora do equilíbrio (Agmon et al., 2011). Neste

estudo, os autores instruíram inicialmente os participantes em relação a quatro jogos desse videogame e solicitaram que os treinassem três vezes por semana por 30 minutos por um período de três meses. Foi relatado, a partir desta forma de treinamento, melhora no equilíbrio avaliado pela Escala de Equilíbrio de Berg e na velocidade da marcha.

Para determinar a eficácia do treinamento Wii Fit™ no controle do equilíbrio em comparação com o treinamento de fisioterapia, Bateni (2012), realizou um estudo quase experimental com 18 idosos aleatorizados em três grupos, sendo estes: grupo com treinamento fisioterapia convencional associado e treinamento Wii Fit™; grupo com treinamento com o videogame Wii Fit™; e grupo com treinamento de fisioterapia convencional. Após três sessões por semana, durante quatro semanas, todos os indivíduos apresentaram melhora na EEB e os autores relataram que o treinamento isolado com o Wii Fit™ parece melhorar o equilíbrio. No entanto, de acordo com os autores, o treinamento fisioterapêutico convencional em si ou em adição ao treinamento com o Wii Fit™ é a abordagem mais indicada para o treino do equilíbrio.

A eficácia dessa abordagem terapêutica também foi comprovada em idosos hospitalizados por Crotty e colaboradores em 2011. Em seu estudo piloto controlado aleatorizado e cego, a autora assim como o estudo descrito acima comparou o efeito de uma intervenção convencional com as atividades proporcionadas pelo Wii Fit™ na mobilidade, atividades da vida diária e segurança. No total, 44 idosos foram recrutados e realizaram sessões de 25 minutos por dia. As avaliações pré, pós e após um mês de treinamento ocorreram por meio do TUG e medidas adicionais que incluíam a mensuração do equilíbrio e das AVD´s. As análises preliminares dos resultados mostraram que ambos os grupos melhoraram, entretanto, houve uma pequena vantagem para o equilíbrio e marcha com a intervenção do videogame.

No entanto, comprovações adicionais são importantes para verificar realmente os efeitos da intervenção do Nintendo® Wii Fit™ em idosos que apresentam deficiência no equilíbrio. Até o momento, somente Bainbridge e colaboradores (2011) investigaram sobre esse assunto e não encontraram resultados significativos e favoráveis sobre esta nova ferramenta. O equilíbrio e a confiança equilíbrio foram avaliados usando a EEB e a escala ABC, respectivamente, antes e após intervenções que consistiram em sessões de 30 minutos, 2 vezes por semana. No entanto, os autores verificaram uma tendência de melhora no equilíbrio dos participantes envolvidos, sendo possível sugerir o Wii Fit™ como opção para abordagem de reabilitação.

Há também relatos da melhora no sistema cognitivo em idosos com o uso do videogame. No entanto, há poucas evidências baseadas em pesquisa sobre os efeitos do uso do videogame sobre a cognição e funcionalidade de idosos, uma vez que esta é uma modalidade relativamente nova a ser implementada na reabilitação fisioterapêutica, porém com resultados promissores (Holden, 2005).

Em um estudo realizado por Vance e colaboradores (2009), idosos que usavam programas de computador tiveram melhoras significativas na memória, atenção e velocidade de processamento. Estudos adicionais ainda indicam impacto positivo no controle executivo, habilidades de raciocínio, e capacidade de alternar tarefas depois de intervenções com o uso de um jogo de videogame (Basak et al., 2008).

No entanto, as melhorias mais significativas no funcionamento cognitivo foram observadas após 22,5 horas com o jogo de videogame *Rise of Nations*®, durante um período de cinco semanas (Basak et al., 2008), o que sugere a importância da repetição para que um indivíduo possa aprender uma nova habilidade ou ajustar a uma nova tarefa.

No estudo citado acima, os autores treinaram os idosos com o objetivo de beneficiar as funções executivas. Uma bateria de tarefas cognitivas, incluindo as tarefas de controle executivo e habilidades visuo-espaciais foi realizada. Os idosos apresentaram melhora significativa nas medidas de desempenho do jogo, assim como nas funções relacionadas com o de controle executivo, como a alternância de tarefas, memória operacional, memória de curto prazo visual e raciocínio. Mais recentemente, em 2011, Basak e colaboradores utilizando o mesmo método que o estudo prévio verificaram por meio de imageamento cerebral uma associação significativa entre a melhora na pontuação do jogo com o aumento do volume cerebral de cinco regiões relacionadas com o controle das funções executivas, execução motora e integração somestésica.

Colaborando com este dado, o estudo recente de Ackerman e colaboradores, em 2010, observaram ganhos significativos e substanciais no desempenho sobre as tarefas Wii® *Big Brain Academy*™ ao longo de 20 horas de prática por quatro semanas em relação ao grupo controle que realizaram leitura. Os participantes foram avaliados por meio de teste cognitivos e perceptuais antes e após treinamento que teve duração de um mês. No entanto, apesar dos resultados promissores, os autores deste estudo revelaram que os idosos não foram capazes de transferir as habilidades cognitivas para os testes clínicos cognitivos e perceptuais.

Atualmente, os efeitos benéficos dos jogos virtuais também foram observados por Nouchi e colaboradores (2012) em idosos em relação ao grupo controle. Os 32 idosos foram aleatorizados em dois grupos de jogos (*Brain Age* e *Tetris*) que treinaram aproximadamente

15 minutos por dia, pelo menos cinco dias por semana, durante quatro semanas. Como resultado, obtiveram efeito positivo sobre as funções executivas e velocidade de processamento.

Assim, diante as evidências sobre o potencial terapêutico para o controle postural e cognição em idosos por meio do Nintendo® Wii Fit™, é importante investigar os efeitos de treinamentos que explorem esse potencial sobre o controle postural e cognição de idosos de forma conjunta.

# 3. OBJETIVO

## 3.1 Objetivo geral

O objetivo deste estudo foi comparar os efeitos obtidos por meio de um treinamento fisioterapêutico associado a jogos do Nintendo® Wii Fit™, com um treinamento fisioterapêutico convencional sobre o equilíbrio e a cognição de idosos saudáveis.

## 3.2 Objetivos específicos

Comparar os efeitos obtidos por meio de um treinamento fisioterapêutico associado a jogos do Nintendo® Wii Fit™, com um treinamento fisioterapêutico convencional sobre:

(1) O desempenho na pontuação nos jogos;
(2) O desempenho em testes de equilíbrio;
(3) O desempenho em testes que avaliam diferentes funções cognitivas;
(4) A autoconfiança no equilíbrio;
(5) Autonomia nas atividades de vida diária;
(6) A habilidade de manutenção do equilíbrio em condições de divisão de atenção;

Como hipóteses, consideramos que:

H1 – o treinamento fisioterapêutico associados a jogos virtuais, à medida que oferece tarefas mais complexas que exigem respostas motoras e cognitivas adequadas, proporciona intensa realimentação visual e auditiva, reforços motivadores, promove uma melhora do controle postural, particularmente em condições de tarefa dupla, da funcionalidade e da cognição, superior em comparação ao treinamento fisioterapêutico convencional.

H0- ambos os treinamentos, à medida que reproduzem os mesmos movimentos e o mesmo número de repetições, proporcionam melhoras similares no controle postural e funcionalidade.

# 4. CASUÍSTICA E MÉTODOS

## 4.1 Tipo de estudo

Trata-se de um ensaio clínico longitudinal, aleatorizado e cego.

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo por meio do parecer consubstanciado número 124.975 para uso de seres humanos em pesquisa com Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) sob o número 08553212.4.0000.0065 (ANEXO A) e registrado no ClinicalTrials.gov (NCT 01741402).

## 4.2 Amostra

O cálculo do tamanho amostral foi realizado com base na medida primária de avaliação de equilíbrio: a pontuação no Mini-*Balance Evaluation Systems Test* (Mini-BESTest; Franchignoni et al., 2010). A média adotada com base em estudo piloto com idosos com as mesmas características deste estudo foi de 27, com desvio-padrão de 2, considerando-se como 3 pontos a diferença entre o treino controle e experimental. O resultado indicou que 22 participantes (11 em cada grupo) seriam necessários para obter um poder de 90%.

Participaram do estudo 35 indivíduos idosos saudáveis e participantes da comunidade. Os participantes foram aleatorizados em dois grupos com o mesmo número de indivíduos; papéis com a definição de grupo controle ou grupo experimental foram colocados numa caixa e em seguida sorteados de forma independente para cada participante, por um voluntário não envolvido no estudo. Como resultado, dezessete idosos participaram do grupo controle e dezoito idosos participaram do grupo experimental.

### 4.3 Critérios de seleção dos participantes

Como a proposta do treinamento fisioterapêutico associado ao videogame é oferecer demanda motora e cognitiva mais desafiadoras que o treinamento fisioterapêutico convencional, os critérios de elegibilidade/inelegibilidade foram delineados para selecionar indivíduos que não apresentassem alterações importantes detectáveis nos sistemas envolvidos no controle postural (motor, sensorial e cognitivo), que pudessem interferir no aproveitamento do treinamento com os jogos.

#### 4.3.1 Critérios de elegibilidade

Para participar deste estudo os indivíduos:

- ✓ Deveriam ler e concordar com o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE; ANEXO B);
- ✓ Idade entre 65 e 75 anos;
- ✓ Referir idade mínima de escolaridade de cinco anos, pois o desempenho nos instrumentos de avaliação cognitiva pode ser influenciado pelo nível educacional do indivíduo (Avila et al., 2009);
- ✓ Não apresentar indícios de alteração cognitiva, de acordo com o Mini Exame do Estado Mental (MEEM) ajustado conforme a escolaridade (MEEM $\geq$ 25) segundo os valores normativos sugeridos por Brucki e colaboradores (2003), sendo utilizada para fins descritivos, mas não para análise;
- ✓ Não apresentar depressão, de acordo o com a Escala de Depressão Geriátrica de Yesavage – versão 15 (GDS-15 $\leq$ 5), pois a depressão pode afetar o controle postural;
- ✓ Não apresentar alterações importantes no equilíbrio de acordo com a escala de Escala de Equilíbrio de Berg (EEB $\geq$ 49), sendo utilizada para fins descritivos, mas não para análise;
- ✓ Idosos que não relataram a ocorrência de quedas nos últimos seis meses;

### 4.3.2 Critérios de inelegibilidade

Como exclusão do estudo considerou-se como critérios:

- ✓ Alterações biomecânicas que pudessem comprometer a realização da tarefa motora;
- ✓ História de doenças associadas (quadros neurológicos ou psiquiátricos, insuficiência sistêmica grave e queixa de vertigem);
- ✓ Deficiência visual sem melhora com correção ótica;
- ✓ Indivíduos que estavam participando de outro programa de reabilitação, pois comprometeria a validade do tratamento deste estudo.

## 4.4 Local da pesquisa

O estudo foi realizado no Departamento de Fonoaudiologia, Fisioterapia e Terapia Ocupacional no Laboratório de Aprendizagem Sensório-Motora (LASM) da Universidade de São Paulo localizado na Rua Cipotânea, 51 - Cidade Universitária - São Paulo, no período entre maio de 2011 a outubro de 2012.

## 4.5 Materiais

### 4.5.1 Materiais do treino global

Os materiais utilizados para realizar o treino global foram: uma bola suíça de 30cm de diâmetro da marca Carci®, bastão em madeira com 1,0m de comprimento, colchonete, cadeira sem braço, faixa elástica, tornozeleira de 0,5Kg marca Carci®, *Balance Disc* e uma bola de 12,0cm de diâmetro da marca Carci®.

### 4.5.2 Materiais do treino experimental

Para o treino experimental, foi utilizado um projetor multimídia (Epson® Power Lite S1+) com uma tela para projeção de 2,0m por 2,0m e o videogame Nintendo Wii® com o programa Wii Fit™ Plus e sua plataforma para registro da oscilação postural (Balance Board™ – Nintendo®). Os materiais estão representados na Figura 2 abaixo.

A peça central do sistema Wii é o Wii Remote ou Wiimote, dispositivo sem fio (*bluetooth*), com sensor acelerômetro tridimensional que capta os movimentos em todas as direções e velocidades. Além disso, possui um sistema de vibração e um pequeno alto-falante, fornecendo uma realimentação háptica e auditiva (Wii Controllers Nintendo, 2011).

Outro componente do Nintendo Wii Fit™ é a Wii Balance Board™ que é um dispositivo com conectividade sem fio (*bluetooth*) que é operado por bateria e contém quatro sensores de força (localizado em cada canto) que são usadas para mensurar o centro de equilíbrio e de massa do indivíduo (Gil-Gómez et al., 2011).

Figura 2- Acessórios do Nintendo® Wii Fit™ utilizados no treino experimental. Wii Remote™ Plus e Nunchuk™ (superior à esquerda), programa Wii Fit™ Plus (superior à direita), Wii Balance Board™ (inferior à esquerda) e Console do Nintendo® Wii Fit™ (inferior à direita).
Fonte: <www. nintendo.com/wii> Nintendo of America Inc. Redmond, Washington, USA.

### 4.5.3 Materiais do treino controle

Foram utilizados um *Balance Disc*, prancha de equilíbrio retangular com medidas de 40x60cm, *step* com medidas 0,52x0,33x0,17m, um bastão em madeira com 1,0m de comprimento e um cronômetro (Figura 3).

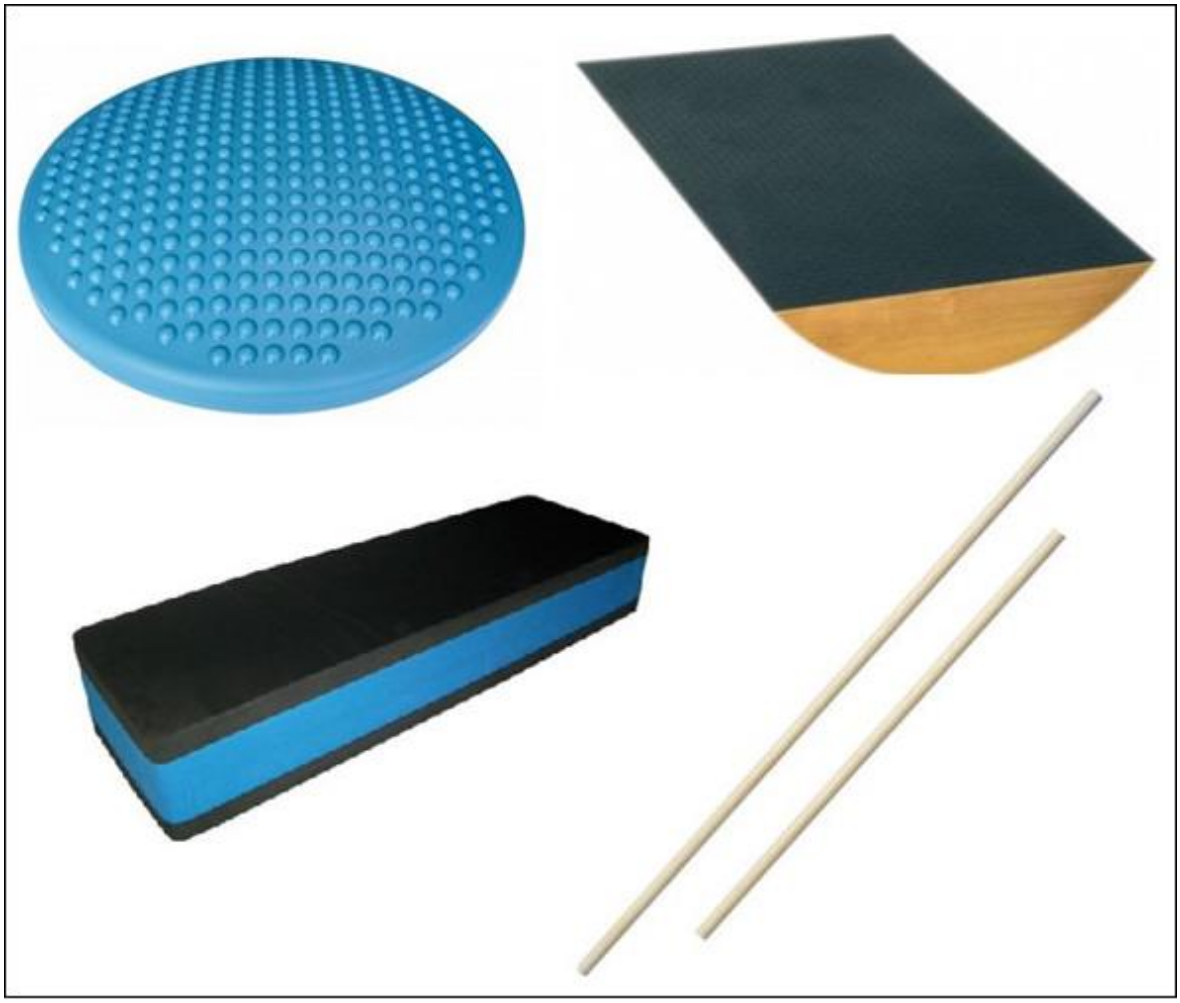


Figura 3- Materiais utilizados no treino controle. *Balance disc* (superior à esquerda), prancha de equilíbrio (superior à direita), step (inferior à esquerda) e bastões de madeira (inferior à direita).
Fonte: < www.carci.com.br>

### 4.6 Procedimento da pesquisa

O fluxograma a seguir esquematiza os testes e avaliações que serão realizadas antes e após o treinamento (Figura 4).

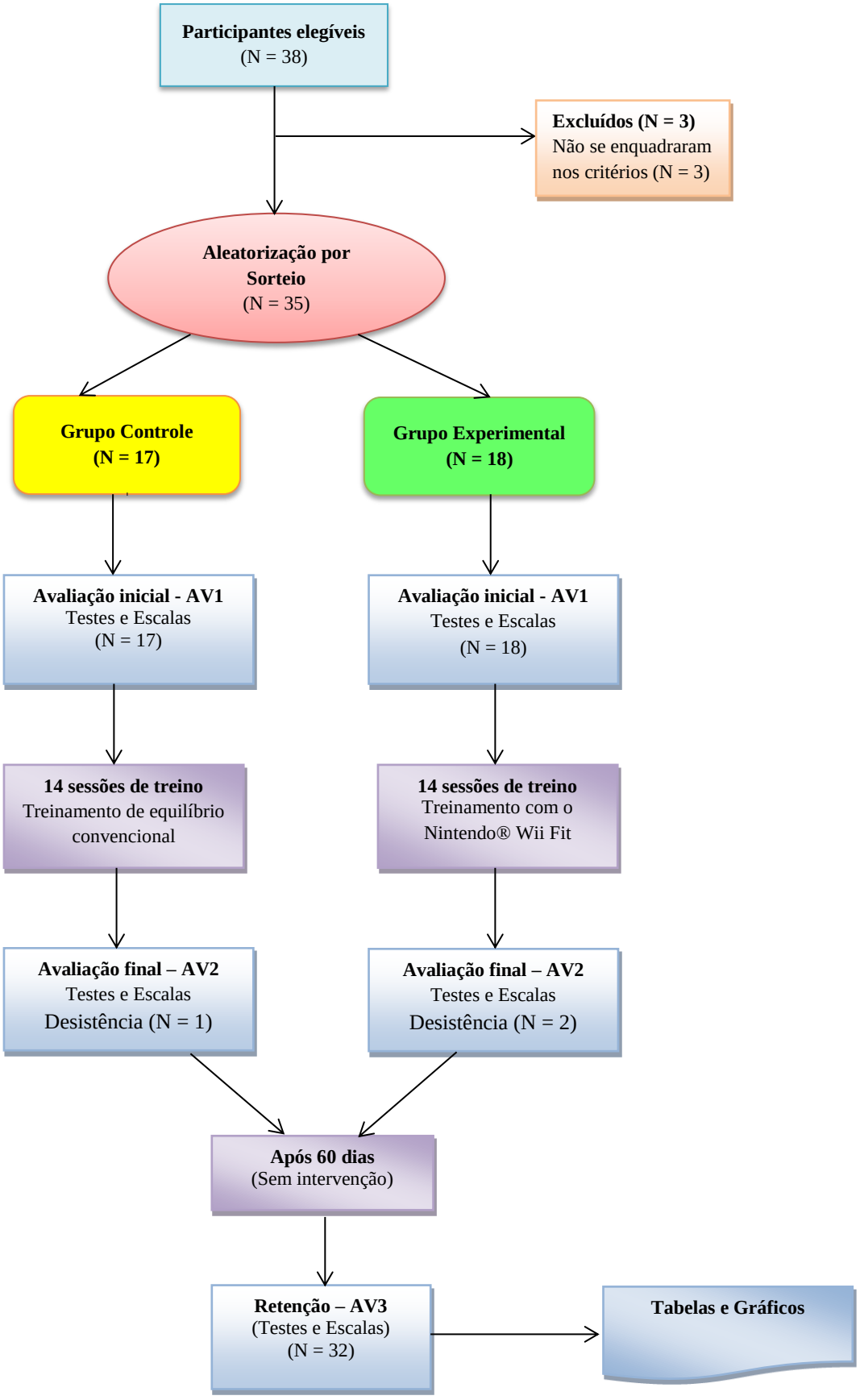



Figura 4- Diagrama de fluxo, segundo CONSORT, do treinamento controlado e aleatorizado, destacando as avaliações realizadas antes do treino (AV1), após 14 sessões de treino (AV2) e na retenção de 60 dias (AV3); N = número de participantes.

### 4.6.1 Triagem dos indivíduos

Todos os indivíduos passaram por uma triagem composta por uma avaliação dos dados iniciais, e aplicação das escalas de avaliação cognitiva (MEEM), depressão (GDS-15) e de equilíbrio (EBB), todas realizadas por um avaliador cego ao treinamento e aos resultados apresentados.

Na avaliação dos dados iniciais, o avaliador cego fazia perguntas gerais, tais como: nome completo, idade, anos de estudo, doenças prévias, uso de medicação, ocorrência de quedas nos últimos seis meses e realização de atividade física orientada.

A escala de avaliação MEEM - (ANEXO C) modificada por Bertolucci e colaboradores (1994) foi utilizada como instrumento de rastreamento de deficiência cognitiva. Este é um teste de fácil e rápida aplicação composto por questões agrupadas em sete categorias com o objetivo de avaliar a orientação temporal e espacial, memória imediata, atenção e cálculo, evocação, linguagem e praxia. A pontuação pode variar entre de zero ponto, que indica maior grau de comprometimento cognitivo dos indivíduos, até um máximo de 30 pontos, o qual corresponde a uma melhor capacidade cognitiva. A pontuação mínima para inclusão no estudo foi de 25 pontos seguindo os valores normativos para a população brasileira segundo Brucki e colaboradores (2003).

A GDS-15 - (ANEXO D) é um dos instrumentos mais frequentemente utilizado para avaliar depressão em idosos e foi desenvolvida especialmente para o rastreamento dos transtornos de humor em idosos, com perguntas que evitam a esfera das queixas somáticas. Esta escala é composta por perguntas dicotômicas (sim ou não), de fácil entendimento e que apresenta 15 questões negativas / afirmativas onde o resultado de seis ou mais pontos diagnostica depressão, sendo que um escore igual ou maior que 11 pontos caracterizam depressão grave (Almeida e Alemida, 1999).

A EEB - (ANEXO E) consiste de 14 itens que avaliam a habilidade de adotar e manter a posição bípede. Cada item é pontuado em uma escala ordinal de cinco pontos variando de zero (incapaz de realizar) a quatro (desempenho normal). A faixa de pontuação total varia de zero a 56 e, escores mais altos denotam melhor equilíbrio. Pontuações de 0 a 20 referem-se aos pacientes restritos a uma cadeira de rodas; 21-40 referem-se à assistência durante a marcha e de 41 a 56 pontos correspondem a independência (Miyamoto et al., 2004). O escore mínimo para inclusão no estudo foi de 49 pontos seguindo os valores preditivos para idosos não praticantes de atividade física segundo Santos e colaboradores (2011).

### 4.6.2 Avaliações pré, pós-treinamento e na retenção

Os dois grupos realizaram uma avaliação pré-treinamento (AV1), antes do início da intervenção. Após o período de 14 sessões de intervenção os indivíduos foram avaliados novamente (AV2). A avaliação da retenção (AV3) foi realizada após 60 dias da AV2.

Todas as avaliações foram realizadas sob as mesmas condições pelo mesmo examinador cego devidamente treinado.

### 4.6.3 Medidas primárias

Foram utilizadas como medida primária do equilíbrio as seguintes escalas de avaliação:

*1.* *Mini-Balance Evaluation Systems Test* (Mini-*BESTest*; ANEXO F): Os testes de avaliação do equilíbrio utilizados são direcionados à identificação dos indivíduos que apresentam alterações e à predição do risco de quedas, de forma que apontam para aqueles indivíduos que poderiam se beneficiar de intervenções, mas não auxiliam na tomada de decisão de como tratar a disfunção apresentada (Horak, 2006). Assim, concernente com a definição do controle postural e com o objetivo de identificar o(s) subsistema(s) envolvido(s) no equilíbrio deficitário foi elaborado o *Balance Evaluation Systems Test* (BESTest; Horak et al., 2009).

No entanto, o BESTest é considerado um teste longo e mesmo pesquisadores treinados podem levar de 20 a 30 minutos para a sua aplicação, limitando o seu uso rotineiro (Franchignoni et al., 2010). Desta forma, esses autores produziram o Mini-BESTest, uma nova ferramenta de avaliação de equilíbrio mais enxuta, coerente e com tempo de aplicação de apenas 15 minutos permitindo rastreio rápido e confiável as alterações do equilíbrio. Esta escala consiste de 14 itens que enfoca o equilíbrio dinâmico, sendo composto por quatro domínios: (1) ajustes posturais antecipatórios (transição da postura de sedestação para bípede, permanecer na ponta dos dedos, apoio unipodal); (2) respostas posturais (em quatro diferentes direções – anterior, posterior, látero-lateral); (3) orientação sensorial (equilíbrio - com olhos abertos; superfície instável - com olhos fechados; inclinação - com olhos fechados); e (4) equilíbrio durante a marcha (com mudança de velocidade, movimentação horizontal da

cabeça, giros, obstáculos; associado com a DT). Cada item é pontuado de zero a dois; uma pontuação de zero indica que uma pessoa é incapaz de executar a tarefa, enquanto o escore dois é normal. A melhor pontuação é a quantidade máxima de pontos, sendo 28, segundo descrito por King e colaboradores (2012).

*2.* *Avaliação Cognitiva Montreal* (MoCA; ANEXO G): constitui um instrumento breve de rastreio cognitivo rápido, prático e eficaz na distinção entre desempenhos de adultos com envelhecimento cognitivo normal e adultos com déficit cognitivo em estádios intermédios. Avalia oito domínios cognitivos contemplando diversas tarefas sendo que cinco das onze tarefas incluídas são frequentemente alteradas no processo do envelhecimento. Consiste na avaliação das seguintes funções cognitivas: atenção e concentração, funções executivas, memória, linguagem, habilidades viso-construtivas, conceituação, cálculo e orientação. A pontuação total é de 30 pontos; sendo o escore de 26 ou mais considerado normal (Bertolucci et al., 2008). Comparativamente ao conhecido MEEM, o MoCA avalia mais funções cognitivas e apresenta itens com maior nível de complexidade (Julayanont et al., 2013).

### 4.6.4 Medidas secundárias

Foram utilizadas como medida secundária do equilíbrio as seguintes escalas de avaliação:

1. *Escala de Atividades de Vida Diária* (EAVD; ANEXO H): instrumento desenvolvido por Lawton e Brody (1969) e adaptado ao contexto brasileiro, avalia a incapacidade dos sujeitos por meio de sete domínios: cuidados pessoais, cuidados domésticos, trabalho e recreação, compras e dinheiro, locomoção, comunicação e relações sociais (cônjuge). A faixa de pontuação total varia de zero a 90 e, escores mais baixos denotam melhor funcionalidade.

2. *Escala Internacional de Eficácia de Quedas* (FES-I; ANEXO I): elaborada pelos membros do *Prevention of Falls Network Europe* mensura o medo de queda em diversas atividades diárias. Consiste de 16 perguntas realizadas diretamente ao sujeito que, por sua vez, declara o nível de preocupação ao realizar cada atividade incluindo as AVD´s, atividades externas e de participação social. Os participantes respondem às questões pensando em como eles habitualmente fazem cada atividade, ou como imaginaria fazendo-a caso não realize uma

determinada atividade. Cada item do questionário apresenta quatro possibilidades de resposta com respectivos escores de um a quatro pontos. A pontuação total é calculada pela soma dos valores obtidos em cada item e pode variar de 16 a 64 pontos, no qual o menor valor corresponde à ausência de preocupação, e o maior valor à preocupação extrema em relação às quedas durante a realização das atividades do questionário. Assim, quanto maior a pontuação final obtida, menor é autoeficácia relacionada às quedas. Além disso, uma pontuação maior ou igual a 23 pontos indica uma classificação do idoso como alto risco potencial de quedas, ao passo que uma classificação superior a 31 pontos indica uma classificação como de queda recorrente (Yardley et al., 2005).

*3.* *Unipedal Stance Test* (UST): teste simples para mensurar os aspectos estáticos de equilíbrio que pode ser usado em uma variedade de configurações e requer um mínimo equipamento ou treinamento e a um baixo tempo do UST com olhos abertos está associado a um risco aumentado de quedas. Para avaliar o equilíbrio estático por meio deste teste foi solicitado que o indivíduo a manutenção em apoio unipodal sobre o membro inferior com menor força muscular, sem encostar o tornozelo no membro inferior contralateral e com os braços cruzados sobre o peito. O avaliador registrou o tempo de permanência máximo sem desequilíbrios por meio de um cronômetro, sendo interrompido o teste quando o indivíduo descruzou os braços ou encostou o membro levantando no chão. O tempo máximo registrado pelo avaliador foi de 60 segundos. O teste foi realizado de forma isolada, bem como em condição de DT, associado a uma tarefa cognitiva de fluência verbal na qual o participante falou o maior número de palavras iniciadas por uma letra na primeira tentativa, por uma segunda letra na segunda tentativa e por uma terceira letra na terceira tentativa, aleatorizando as condições com tempo de descanso entre as tentativas para evitar a fadiga. No final, foi calculada a média dos resultados. O valor normativo para o UST com olhos abertos é de 26.9 segundos para idosos com idade entre 60 – 69 anos e 15.0 para idosos com idade entre 70 – 79 anos (Springer et al., 2007).

## 4.7 Intervenção

Os indivíduos foram aleatorizados e divididos em dois grupos e submetidos a 14 sessões de treinamento com duração de uma hora, duas vezes na semana pelo período de sete semanas.

## 4.8 Treino Global

Nos primeiros 30 minutos, todos os participantes realizaram uma sequência padronizada de exercícios, que tinha como objetivo melhorar o alongamento muscular, a mobilidade axial e força muscular, além de promover o aquecimento necessário para o subsequente treino de equilíbrio. Estes exercícios podem ser encontrados no livro "Programa semanal de exercícios para pacientes com Doença de Parkinson" da autora Maria Elisa Pimentel Piemonte (2003).

Os exercícios globais incluídos neste estudo distribuídos em quatro sequências (I, II, III, e IV) foram divididos em sessões pares e ímpares. Estes exercícios estão ilustrados nas tabelas 2 - 5 a seguir.

É importante ressaltar que os indivíduos foram orientados pelo mesmo fisioterapeuta do início ao fim do tratamento para que não houvesse interferência no tratamento.

**Tabela 2- Sequência I dos exercícios globais.**

| **Exercício** | **Figura** |
|---|---|
| 1. Exercícios ativos da região cervical em padrões diagonais (cinco repetições para cada lado). | |
| 2. Exercícios ativos de rotação de tronco em padrões diagonais realizados em sedestação (cinco repetições para cada lado). | |
| 3. Exercícios ativos de rotação de tronco inferior realizados em decúbito dorsal (cinco repetições para cada lado). | |
| 4. Exercícios de fortalecimento do músculo glúteo máximo (10 repetições). | |
| 5. Exercícios ativos de dorsiflexão e flexão plantar com os pés apoiados sobre o disco proprioceptivo (10 repetições para cada movimento). | |
| 6. Exercícios ativos de tríplice flexão com o indivíduo em decúbito dorsal (10 movimentos cada membro inferior). | |

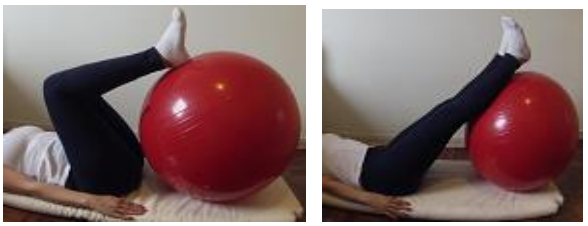
**Tabela 3- Sequência II dos exercícios globais.**

| Exercício | Figura |
|---|---|
| 1. Alongamento do músculo trapézio mantendo a posição por cinco respirações para cada lado. | |
| 2. Exercício ativo de rotação do tronco inferior realizado com a região glútea apoiada sobre uma bola (cinco movimentos para cada lado). | |
| 3. Exercício ativo para fortalecimento do abdominal inferior em decúbito dorsal (15 repetições para cada lado). | |
| 4. Exercícios de "ponte" com um peso de 0,5kg sobre o púbis (15 repetições para cada lado). | |
| 5. Exercício resistido de flexão plantar e dorsiflexão utilizando-se uma faixa elástica (10 movimentos cada lado). | |
| 6. Exercício ativo de flexão e extensão de joelho associado com a dorsiflexão e flexão plantar (15 vezes cada lado). O exercício foi realizado em sedestação com os pés apoiados sobre uma bola. | |

**Tabela 4- Sequência III dos exercícios globais.**

| Exercício | Figura |
|---|---|
| 1. Movimentos rotacionais para região cervical (10 repetições tanto para o sentido horário quanto anti-horário). | |
| 2. Exercício ativo de rotação de tronco em sedestação (10 repetições para cada lado). | |
| 3. Exercício ativo de flexão do tronco e da coxa (10 repetições). | |
| 4. Exercício ativo-resistido de abdução da coxa associado com a "ponte" utilizando-se de faixa elástica (15 repetições). | |
| 5. Exercício ativo de flexão e extensão da perna associado com a dorsiflexão e flexão plantar (15 vezes cada lado). | |
| 6. Exercício ativo de tríplice flexão com o indivíduo em decúbito dorsal com a perna apoiada sobre a bola terapêutica (15 repetições). | |

**Tabela 5- Sequência IV dos exercícios globais.**

| Exercício | Figura |
|---|---|
| 1. Exercícios ativos de flexão, extensão e rotações da cervical (cinco repetições para cada movimento). | |
| 2. Exercícios ativos de flexão e rotação de tronco em decúbito dorsal para fortalecimento dos músculos abdominais oblíquos (15 repetições para cada lado). | |
| 3. Exercício de fortalecimento do músculo abdominal inferior realizado em decúbito dorsal com a perna apoiada sobre a bola terapêutica (15 repetições). | |
| 4. Exercício ativo de tríplice flexão de membros inferiores associado com flexão de tronco inferior, realizado com o indivíduo em decúbito dorsal com a perna apoiada sobre a bola terapêutica. Ao final de cada extensão das pernas, o paciente tinha que realizar a extensão das coxas (15 repetições). |  <br> |

### 4.9 Treinamento de equilíbrio do grupo experimental

Nos 30 minutos restantes, assistidos por um fisioterapeuta, os indivíduos realizaram o treinamento de equilíbrio com os jogos do Nintendo® Wii Fit™.

Em cada sessão foram treinados cinco dos 10 jogos selecionados, distribuídos de forma que nas sessões ímpares fossem treinados cinco jogos diferentes das sessões pares. A distribuição dos jogos nas sessões de treino respeitou esse tempo máximo e também a homogeneização das tarefas motoras dos jogos, exigidas por sessão.

Os jogos foram selecionados de acordo com as exigências motoras de equilíbrio estático e dinâmico, desencadeadas e dirigidas por tarefas perceptuais (visuais e auditivas) associadas a funções cognitivas.

A figura 4 mostra a imagem de uma sessão de treinamento com o uso do videogame Nintendo® Wii Fit™ e dos equipamentos utilizados. O indivíduo permanecia a uma distância de 2,0m da tela de projeção e a imagem do jogo projetada tinha um tamanho padrão de 100 cm por 80 cm.

Figura 5- Imagem de uma sessão do treino de equilíbrio no Nintendo® Wii Fit™ com assistência do fisioterapeuta.

### 4.9.1 Processo de seleção dos jogos

O método deste trabalho foi baseado em um estudo prévio realizado no laboratório de Aprendizagem Sensório-motora da Universidade de São Paulo realizado por Pompeu e colaboradores (2012) e Mendes e colaboradores (2012) com indivíduos com Doença de Parkinson (DP).

O processo de seleção dos jogos foi realizado com a participação de três fisioterapeutas com especialização em fisioterapia em neurologia, e se iniciou com o levantamento das características das deficiências no controle postural decorrentes do envelhecimento saudável e patológico, identificando as principais competências a serem treinadas para uma melhora nesse controle e das recomendações atuais para a prevenção de quedas em idosos (Sherrington et al., 2011).

A seguir, foi realizada uma análise conjunta de todo o repertório de jogos oferecido pelo Nintendo® Wii Fit™, identificando-se os que poderiam oferecer condições de treino apropriadas para os objetivos traçados. Essa análise não considerou apenas as demandas motoras dos jogos, mas também a velocidade e variabilidade das respostas requeridas, a forma de controle da velocidade dos movimentos (autocontrolada ou determinada pela apresentação dos estímulos), possibilidade ou não de planejamento de respostas, nível de exigência de divisão de atenção, envolvimento da memória operacional, necessidade de tomada de decisões e inibição de respostas.

Após essa etapa, foram selecionados 16 jogos potenciais. Em seguida, os jogos foram testados em idosos e pacientes com DP em estágios iniciais de evolução da doença, na presença dos três fisioterapeutas. Como critérios para a seleção final foram considerados que os jogos fossem exequíveis, mas desafiadores para a maioria dos idosos. Como resultado final foram selecionados 10 jogos que, em relação às demandas motoras, cinco deles exigiam o deslocamento do centro de gravidade nas direções ântero-posterior e látero-lateral, três deles exigiam a estabilização do centro de gravidade durante um intervalo de tempo e dois deles exigiam a alternância de passos.

Em relação às demandas cognitivas, todos os jogos exigiam atenção voltada para a resolução da tarefa, memória operacional e monitoração de desempenho, três deles exigiam a inibição de respostas, tomada de decisão e mudança de estratégia, dois deles exigiam memória de curta duração, e dois deles exigiam a divisão de atenção entre movimentos com os membros superiores e inferiores.

### 4.9.2 Descrição do treinamento do grupo experimental

Para o grupo experimental foram realizadas duas tentativas por jogo, em cada uma das sessões, sendo que a primeira foi considerada como treinamento e a segunda como avaliação da aprendizagem naquele jogo.

Durante a realização da primeira tentativa, os indivíduos foram auxiliados verbalmente e por meio de contato manual do fisioterapeuta, instruindo-o sobre qual a melhor forma e a mais correta de realizar o movimento para alcançar o objetivo do jogo.

Na segunda tentativa, os indivíduos jogaram sem instruções do fisioterapeuta, com exceção da motivação verbal que foi constante, sendo que nessa tentativa a pontuação final do jogo foi registrada para posterior análise do desempenho.

As descrições dos jogos selecionados e a sua distribuição por sessão, com as diferentes combinações entre as demandas motoras e cognitivas podem ser analisadas em detalhes a seguir.

### 4.9.3 Descrição dos jogos selecionados para o treino do grupo experimental na sessão ímpar

Os jogos que compuseram o treino nas sessões pares foram: *Table tilt, Obstacle course, Rhythm parade, Tilt city* e *Single leg extension*. As demandas motoras e cognitivas exigidas em cada jogo, segundo Mendes e colaboradores (2012), estão ilustradas na tabela 6.

**Tabela 6 – Demandas motoras e cognitivas dos jogos da sessão ímpar (Mendes et al., 2012)**.

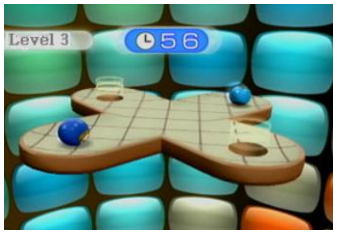
| Jogo | Objetivo do jogo | Demanda Motora | Demanda Cognitiva |
|---|---|---|---|
| **Table tilt**   | Jogo no qual é projetado na tela uma plataforma com orifícios e bolas sobre ela, cujo objetivo do indivíduo é encaixá-las nos orifícios por meio de inclinações na Wii Balance Board™ fazendo as bolas rolarem em direção aos orifícios, em um tempo pré-determinado pelo jogo. | Deslocamento multidirecional e controlado do centro de massa, mantendo os pés imóveis. | Necessita de planejamento da resposta motora para alcançar o objetivo e controle do tempo para a finalização da tarefa. |
| **Rhythm parede** | Simulação de um desfile de fanfarra, no qual o avatar deve marchar sobre a Wii Balance Board™ no ritmo determinado pela música e simultaneamente realizar movimentos com o Wii Remote™ com a mão direita e com o Nunchuk™ com a mão esquerda como se estivesse tocando um tambor. O ritmo das batidas é determinado por alvos visuais na tela do jogo. | Controle rítmico de alternância de passo determinado pelo jogo, enquanto realiza movimentos de flexo-extensão com os membros superiores. | Divisão de atenção entre os movimentos de membros inferiores e superiores e tarefa de atingir alvos aleatorizados com movimentos de um ou de ambos os membros superiores. |
| **Obstacle course** | Neste jogo, o avatar deve concluir o percurso com obstáculos que realizam movimentos pendulares. Para isso, o indivíduo alterna os passos para controlar a velocidade do deslocamento do avatar com o objetivo de desviar dos pêndulos e, em caso de colisão com o pêndulo, o avatar é arremessado para fora do percurso. Há também a possibilidade do indivíduo ultrapassar as plataformas por meio de uma simulação de um salto, flexionando e estendendo os joelhos. | Exige controle da aceleração da marcha estacionária ou de sua interrupção quando necessário. | Exige além de atenção e planejamento, a tomada de decisão rápida sobre acelerar ou desacelerar a marcha para evitar os obstáculos. Além disso, inibição de resposta. |

**Tabela 6 (Cont.) – Demandas motoras e cognitivas dos jogos da sessão ímpar (Mendes et al., 2012)**.

| Jogo | Objetivo do jogo | Demanda Motora | Demanda Cognitiva |
|---|---|---|---|
| **Single leg extension** | O indivíduo deve permanecer em apoio unipodal enquanto realiza movimentos de flexo-extensão dos membros superiores e do membro inferior contralateral. O objetivo do jogo é realizar os movimentos solicitados no ritmo determinado pelo instrutor virtual ao mesmo tempo em que controla a posição do centro de massa representado por um ponto vermelho dentro de uma área amarela. | Controle estacionário do centro de massa. | Manutenção da atenção e imitação dos movimentos do instrutor virtual. |
| **Tilt city** | Neste jogo, o indivíduo controla o deslocamento de uma plataforma por meio do Wii Remote™ que fica acima de outras duas plataformas que são controladas com deslocamentos feitos sobre a Wii Balance Board™. Na base da tela há três baldes coloridos, no qual o objetivo do indivíduo é direcionar as bolas para os baldes da mesma cor.<br>As bolas caem sobre a primeira plataforma que é movida com o controle manual direcionando-a pelo indivíduo para uma das duas plataformas que são movidas por meio de inclinações do corpo, a fim de direcionar a bola para o balde da mesma cor. | Deslocamento látero-lateral do centro de massa, dissociando os movimentos de inclinação do corpo na Wii Balance Board™, com os membros superiores. | Identificação da cor do estimulo, planejamento dos movimentos para alcançar os objetivos além da divisão da atenção entre os movimentos do centro de massa e dos membros superiores. |

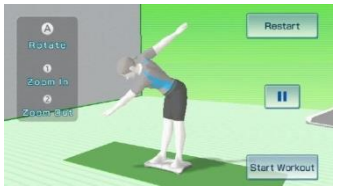
### 4.9.4 Descrição dos jogos selecionados para o treino do grupo experimental na sessão par

Os jogos que compuseram o treino nas sessões ímpares foram: *Basic run plus, Basic step, Torso twists, Penguin slide e Heading soccer*. As demandas motoras e cognitivas exigidas em cada jogo, segundo Mendes et al. (2012), estão ilustradas na tabela 7.

**Tabela 7- Demandas motoras e cognitivas dos jogos da sessão par (Mendes et al., 2012)**.

| Jogo | Objetivo do jogo | Demanda Motora | Demanda Cognitiva |
|---|---|---|---|
| **Basic step** | O avatar projetado na tela deve subir e descer da Wii Balance Board™ na sequência determinada pelas pistas visuais e auditivas do jogo. O indivíduo marca pontuação toda vez que pisa na Wii Balance Board™ no tempo determinado e com o pé correto. | Habilidade de subir e descer degraus rapidamente seguindo um ritmo do jogo, o que indiretamente exige que o controle do equilíbrio em posição de apoio unipodálica. | Atenção nos estímulos visuais e auditivos que guiam a tarefa. Considerando que para cada nível de dificuldade as sequencias de movimentos são fixas, é provável que este jogo também envolva a memória de procedimentos. |
| **Penguin slide** | O indivíduo controla os movimentos do avatar sobre uma plataforma de gelo que está flutuando no mar, onde o objetivo é pegar o maior número de peixes que saltam sobre esta plataforma. Quando o avatar desloca-se para um dos lados, o bloco de gelo inclina fazendo com que este deslize rapidamente para o lado da inclinação. | Deslocamentos látero-laterais rápidos do centro de massa, com os pés imóveis. | Planejamento dos movimentos na direção dos alvos. |
| **Basic run plus** | O indivíduo realiza a alternância de passos fazendo com que o seu avatar concluía uma corrida em um percurso guiado por um gato projetado na tela. Após completar o percurso, o indivíduo responde três perguntas sobre alguns detalhes do trajeto percorrido. A pontuação é proporcional ao ritmo do jogador e ao número de respostas corretas. | Marcha estacionária rápida, sobre o solo. | Dividir a atenção entre a marcha e a tarefa de memorizar itens de informação do percurso para responder as questões apresentadas no final. |

**Tabela 7 (Cont.) - Demandas motoras e cognitivas dos jogos da sessão par (Mendes et al., 2012)**.

| Jogo | Objetivo do Jogo | Demanda Motora | Demanda Cognitiva |
|---|---|---|---|
| **Heading soccer** | O objetivo deste jogo é cabecear o maior número de bolas que são lançadas em várias direções e desviar dos demais objetos (cabeça de urso e chuteira). Para isso, indivíduo inclina-se rapidamente para evitar o choque destes objetos contra ele, o que causa perda de pontos. E a cada bola cabeceada aumenta pontuação. Bolas cabeceadas, sequencialmente, multiplicam exponencialmente a pontuação no jogo. Inicialmente, as bolas atingem o avatar em uma menor velocidade, evoluindo para uma maior velocidade aumentando a dificuldade do jogo e com menor intervalo entre uma e outra. No final do jogo, aumenta-se a frequência de cabeças de ursos de pelúcia e chuteiras que funcionam como distrator e exige do indivíduo a mudança rápida da estratégia de movimento (reprocessamento motor). | Deslocamentos do centro de massa no sentido látero-lateral, onde o melhor desempenho ocorre em relação a um menor tempo de reação. | Identificação do estímulo alvo e tomada rápida de decisão entre ir de encontro ao alvo ou desviar do mesmo. |
| **Torso twist**   | O indivíduo replicava os movimentos de um instrutor virtual que realiza rotações do tronco para a esquerda e para a direita e em seguida associa as rotações com flexões de tronco. O objetivo deste jogo é controlar o centro de massa representado por um ponto vermelho dentro de uma área amarela, à medida que realiza os movimentos de rotação no ritmo determinado pelo instrutor virtual. | Controle estacionário do centro de massa enquanto realiza rotações de tronco movendo os membros superiores, mantendo os pés imóveis. | Manter a atenção e imitar os movimentos do instrutor virtual. |

## 4.10 Descrição do treinamento do grupo controle

Após a realização dos exercícios globais, nos restantes 30 minutos e assistidos por uma fisioterapeuta, os indivíduos realizavam um treino de equilíbrio baseado no grupo experimental, ou seja, realizando as mesmas tarefas motoras durante o mesmo tempo, porém sem as demandas cognitivas oferecidas pelo ambiente de realidade virtual e sem os estímulos visuais e auditivos que guiam a tarefa fornecendo retroalimentação do desempenho e dos resultados.

Os exercícios objetivavam a estimulação do controle de projeção do centro de gravidade sobre superfícies com diferentes níveis de estabilidade, equilíbrio na marcha, coordenação dos movimentos, condicionamento cardiorrespiratório, flexibilidade e força muscular.

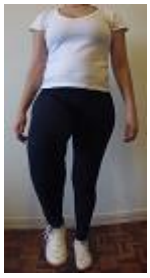
Cada exercício foi realizado por duas vezes e os indivíduos foram auxiliados verbal e por meio de contato manual do fisioterapeuta, instruindo-o sobre qual a melhor forma e a mais correta de realizar o movimento.

As descrições dos jogos selecionados e a sua distribuição por sessão, com as diferentes demandas motoras e cognitivas podem ser analisadas em detalhes a seguir.

### 4.10.1 Descrição dos exercícios selecionados para o treino do grupo controle na sessão ímpar e sua correlação com os jogos

Os exercícios que compuseram o treino nas sessões ímpares baseados nos jogos foram: *Table tilt, Obstacle course, Rhythm parade, Tilt city e Single leg extension*. As demandas motoras exigidas em cada jogo, segundo Pompeu (2012), estão ilustradas na tabela 8.

**Tabela 8- Demandas motoras do treinamento baseado nos jogos da sessão ímpar (Pompeu, 2012).**

| Jogo | Exercício | Demanda Motora |
|---|---|---|
| **Table Tilt** | | Exercício de transferência de peso nos sentidos látero-lateral e ântero-posterior com ênfase na estimulação dos ajustes posturais antecipatórios. |
| **Rhythm Parade** | | Marcha estacionária associada aos movimentos de flexão e extensão do antebraço de modo alternado e sincronizado, após simultaneamente. |
| **Obstacle Course** |  | Exercício de marcha estacionária com mudança de velocidade e simulação de saltos. |
| **Single Leg Extension** | | Exercício de equilíbrio em apoio unipodal com movimentos de flexo-extensão do quadril e joelho contralateral associada por movimentação dos membros superiores. |
| **Tilt City** | | Exercício de transferência de peso no sentido látero-lateral associado ao deslocamento do quadril e à inclinação de tronco, combinados com movimentos de flexo-extensão dos braços. |

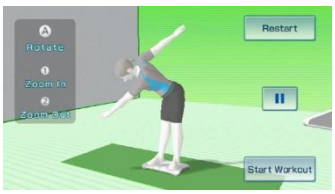
### 4.10.2 Descrição dos exercícios selecionados para o treino do grupo controle na sessão par e sua correlação com os jogos

Os exercícios que compuseram o treino nas sessões pares baseados nos jogos foram: *Basic run plus, Basic step, Torso twists, Penguin slide e Heading soccer*. As demandas motoras exigidas em cada jogo, segundo Pompeu (2012), estão ilustradas na tabela 9.

**Tabela 9- Demandas motoras do treinamento baseado nos jogos da sessão par (Pompeu, 2012).**

| Jogo | Exercício | Demanda Motora |
|---|---|---|
| **Basic step** | | Exercício de subir e descer um degrau alternando iniciação com o pé direito e iniciação com o pé esquerdo, seguindo o comando de voz do fisioterapeuta. |
| **Penguin slide** | | Exercício de transferência de peso sobre o disco de propriocepção realizando deslocamento látero-lateral do centro de gravidade. |
| **Heading soccer** | | Exercício de transferência de peso sobre a prancha de equilíbrio realizando deslocamento látero-lateral do centro de gravidade. |
| **Basic run plus** | | Exercício de corrida estacionária com balanço dos membros superiores adequados ao ritmo da marcha. |

**Tabela 9 (Cont.) - Demandas motoras do treinamento baseado nos jogos da sessão par (Pompeu, 2012)**.

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Torso twist** |  | | Exercícios de rotação do tronco e rotação associada com flexão e inclinação do tronco. |

## 5. ANÁLISE DOS DADOS

Para analisar o desempenho nos jogos do Nintendo® Wii Fit™, os jogos foram agrupados em três categorias conforme a demanda motora: equilíbrio estático (*Single leg extension* e *Torso Twist*); equilíbrio dinâmico (*Table til*, *Tilt city*, *Penguin slide* e *Heading soccer*) e marcha (*Basic run plus*, *Basic step*, *Obstacle course*). Após os testes de normalidade e homoscedasticidade, a somatória da pontuação em cada uma das três categorias de jogos na primeira sessão de treino foi comparada com a média da última sessão de treino por meio de três ANOVA *one-way* para medidas repetidas, tendo como fator as avaliações (AV1, AV2 e AV3)

Para analisar os resultados obtidos com a aplicação das escalas motoras (mini-BESTest, e UST), cognitiva (MoCA) e de funcionalidade (EAVD e FES-I) após testes de normalidade e homogeneidade, foram realizadas ANOVAs (2X3), uma para cada uma das variáveis dependentes, utilizando como fator o grupo (experimental e controle) e as avaliações (AV1, AV2 e AV3), sendo a última medida repetida.

Adicionalmente, foi realizada uma análise separada de cada um dos oito domínios no MoCA, por meio de oito ANOVAs para medidas repetidas, uma para cada domínio, utilizando como fator o grupo (experimental e controle) e as avaliações (AV1, AV2 e AV3), sendo a última medida repetida.

Para analisar os resultados obtidos com a aplicação do teste equilíbrio (apoio unipodal em 60 segundos com olhos abertos em tarefa isolada e em tarefa-dupla com os olhos abertos) após testes de normalidade e homogeneidade, foram realizadas: (1) uma ANOVA (2X3), para os resultados da obtidos na condição de tarefa simples, utilizando como fator o grupo (experimental e controle) e as avaliações (AV1, AV2 e AV3), sendo a última medida repetida; (2) uma ANOVA (2X3) para a condição de dupla tarefa cognitiva, utilizando-se como fatores grupo (experimental e controle), e avaliações (AV1, AV2 e AV3), sendo o ultimo medida repetida.

Para os efeitos que alcançaram nível de significância, foi realizado o Post hoc test de Tukey-Kramer, para a comparação par a par.

Por fim, para investigar a correlação entre os efeitos do treino sobre as medidas primárias (Mini-*BESTest* e MoCA), foi aplicado um teste de correlação de Pearson na diferença das pontuações obtidas na AV1 e AV2.

As análises foram realizadas utilizando o programa estatístico *Statistica Advanced* versão 11 da StatSoft®. Foi admitido um nível de significância de 5%.

# 6. RESULTADOS

Trinta e oito indivíduos foram recrutados para o estudo, sendo que três destes não se enquadraram nos critérios de elegibilidade. Desta forma, trinta e cinco indivíduos foram aleatorizados para o grupo controle e experimental, sendo que 32 destes concluíram as 14 sessões de treinamento (um participante do grupo controle e dois do grupo experimental abandonaram o estudo por motivos familiares).

As características clínicas e demográficas dos participantes que concluíram o estudo de ambos os grupos foram apresentadas na Tabela 10. Trinta e dois indivíduos (12 homens e 20 mulheres) com média de idade de 69.88 anos participaram do estudo. Não houve diferença significativa entre os grupos controle e experimental em relação à escolaridade, alteração da função cognitiva, depressão ou do equilíbrio (teste t de *Student*, $P > 0.05$). Os 32 os participantes concluíram as etapas do estudo sem nenhum efeito adverso.

**Tabela 10- Perfil dos indivíduos participantes do estudo.**

| | | **Grupos** **Média (Desv. Pad.)** | | |
|---|---|---|---|---|
| | **Total** | **Controle (N = 16)** | **Experimental (N = 16)** | **Valor de *P* (Teste *t* de *Student*)** |
| **Idade (anos)** | 69.88 ± 4.93 | 68.81 ± 4.25 | 70.94 ± 5.32 | 0.23 |
| **Sexo (M:F)** | 12:20 | 7:9 | 5:11 | 0.32 |
| **Escolaridade (anos)** | 11.66 ± 5.30 | 11.31 ± 3.98 | 12.0 ± 6.32 | 0.77 |
| **MEEM (pontuação)** | 28.78 ± 1.22 | 28,56 ± 1.32 | 29.00 ± 1.06 | 0.25 |
| **GDS-15 (pontuação)** | 2.25 ± 1.48 | 2.50 ± 1.50 | 2.00 ± 1.41 | 0.39 |
| **EEB (pontuação)** | 55.81 ± 0.39 | 55.75 ± 0.81 | 55.88 ± 0,39 | 0.16 |

Legenda: Sexo, Idade, Escolaridade, Mini-Exame do Estado Mental (MEEM); Escala de Depressão Geriátrica (GDS-15); EBB= Berg Balance Scale; Desv Pad = desvio padrão; N = número de participantes; M = masculino; F = Feminino.

## 6.1 Desempenho nos jogos do Nintendo® Wii Fit™

A avaliação do desempenho dos indivíduos nos jogos foi dividida em três domínios: (1) equilíbrio estático (*Single leg extension* e *Torso twist*); (2) equilíbrio dinâmico (*Table tilt, Penguin slide, Tilt city* e *Heading soccer*); e marcha estacionária (*Rhythm parade, Obstacle course, Basic step* e *Basic run*).

Os valores médios bem como os desvios-padrão das pontuações obtidas para cada um dos domínios dos jogos, mensurados na sessão inicial, final e na retenção podem ser observados na Tabela 11.

As pontuações obtidas em cada um dos domínios nas sessões inicial, final e retenção foram comparadas por meio da ANOVA *one way* que mostrou um efeito significativo de avaliação para os três domínios dos jogos (equilíbrio estático, equilíbrio dinâmico e marcha estacionária).

O pós-hoc teste de Tukey confirmou que os idosos foram capazes de melhorar seu desempenho com o treinamento que foi mantido após 60 dias da última sessão, exceto para o domínio do equilíbrio estático.

**Tabela 11- Desempenho dos idosos nos jogos de realidade virtual.**

| Tipo do jogo | Média da pontuação (Desv. Pad.) na AV1 | Média da pontuação (Desv. Pad.) na AV2 | Média da pontuação (Desv. Pad.) na AV3 | Diferença das médias nas pontuações (Desv. Pad.) entre AV1 e AV2 [IC de 95% da diferença] | Diferença das médias nas pontuações (Desv. Pad.) AV1 e AV3 [IC de 95% da diferença] |
|---|---|---|---|---|---|
| **Equilíbrio estático**[a] | 77 (10) | 83 (10)[d] | 81(9) | 6 (4) [11 a 2] | 4 (3) [9 a -1] |
| **Equilíbrio dinâmico**[b] | 40 (22) | 70 (41)[d] | 56 (40)[e] | 30 (10) [40 a 19] | 16 (5) [26 a 5] |
| **Marcha estacionária**[c] | 145 (119) | 217 (149)[d] | 196 (142)[e] | 72 (4) [128 a 16] | 51 (4) [107 a 5] |

Legenda: Desv. Pad. = desvio padrão; IC = intervalo de confiança.
[a]ANOVA [$F_{(2,66)} = 2.199$; $P = 0.0083$].
[b]ANOVA [$F_{(2,134)} = 3,743$; $P < 0,0001$].
[c]ANOVA [$F_{(2,134)} = 20,21$; $P < 0,0001$].
[d]Pós-hoc Teste de Tukey AV1 x AV2: $P < 0.05$.
[e]Pós-hoc Teste de Tukey AV1 x AV3: $P < 0.05$.

## 6.2 Medidas primárias

Em consonância com o principal objetivo deste estudo que foi comparar os efeitos das duas formas de treino sobre o equilíbrio e cognição de idosos saudáveis, as medidas selecionadas como primárias foram o Mini-*Balance Evaluation Systems Test* (Mini-BESTest), para avaliação do equilíbrio e a Avaliação Cognitiva Montreal (MoCA) para a avaliação das funções cognitivas.

Os valores médios bem como os desvios-padrão das pontuações obtidas nessas escalas nas avaliações inicial (AV1), final (AV2) e na retenção (AV3) podem ser observados na Tabela 12. As diferenças das médias antes (AV1) e após o treinamento (AV2), assim como antes do treinamento (AV1) e na retenção (AV3) com intervalo de confiança de 95% também foram apresentadas na referida na tabela.

**Tabela 12- Resultados das medidas primárias das escalas clínicas na avaliação inicial, avaliação final e retenção.**

| | **Média da pontuação (Desv. Pad.) na AV1** | **Média da pontuação (Desv. Pad.) na AV2** | **Média da pontuação (Desv. Pad.) na AV3** | **Diferença das médias nas pontuações (Desv. Pad.) entre AV1 e AV2 [IC de 95% da diferença]** | **Diferença das médias nas pontuações (Desv. Pad.) entre AV1 e AV3 [IC de 95% da diferença]** |
|---|---|---|---|---|---|
| **Mini-BESTest** | | | | | |
| Grupo Experimental | 24.81 ± 1.28 | 26.69 ± 0.95[a, c] | 25.94 ± 1.52[b] | 1.9 ± 7.6 [2.7 a 1.0] | 1.1 ± 4.6 [1.9 a 0.2] |
| Grupo Controle | 24.62 ± 1.36 | 25.37 ± 1.45[c] | 25.44 ± 1.31 | 0.7 ± 3.7 [1.4 a 0.06] | 0.8 ± 4.0 [1.5 a 0.1] |
| Total | 24.72 ± 1.3 | 26.03 ± 1.38 | 25.69 ± 1.42 | 1.31 ± 8.02 [1.8 a 0.7] | 0.9 ± 5.9 [1.5 a 0.41] |
| **MoCA** | | | | | |
| Grupo Experimental | 27.69 ± 1.64 | 28.50 ± 1.63[a, c] | 28.44 ± 1.59[b] | 0.8 ± 4.3 [1.5 a 0.2] | 0.7 ± 4.0 [1.4 a 0.1] |
| Grupo Controle | 26.75 ± 1.57 | 26.50 ± 1.59[c] | 26.81 ± 1.87 | 0.2 ± 1.3 [0.4 a -0.9] | 0.1 ± 0.3 [0.7 a -0.6] |
| Total | 27.21 ± 164 | 27.50 ± 1.88 | 27.62 ± 1.90 | 0.3 ± 2.0 [0.75 a -0.1] | 0.4 ± 2.9 [0.7 a -0.2] |

Legenda: Desv. Pad. = desvio padrão; AV1 = avaliação inicial; AV2 = avaliação final; AV3 = avaliação na retenção, IC = Intervalo de confiança.

[a]Pós-hoc Teste de Tukey: comparação AV1 x AV2: $P \leq 0.005$

[b]Pós-hoc Teste de Tukey: comparação AV1 x AV3: $P \leq 0.05$

[c]Pós-hoc Teste de Tukey: comparação inter-grupo (GC X GE) nas AV1, AV2 e AV3: $P \leq 0.05$

### 6.2.1 Mini-Balance Evaluation Systems Test (Mini-BESTest)

A análise da pontuação do Mini-*BESTest* realizada por meio da ANOVA (Figura 6), mostrou uma interação estatisticamente significativa entre os fatores avaliação e grupo [ANOVA; $F_{(2,60)} = 3.39$; $P = 0.039$, poder observado = 0.80], indicando que as duas formas de treino tiveram diferentes efeitos. O pós-teste de Tukey confirmou que houve uma melhora significativa entre a AV1 e AV2 e entre a AV1 e AV3 apenas para o grupo experimental. Adicionalmente, após o treino, o grupo experimental mostrou uma pontuação significativamente superior ao grupo controle.

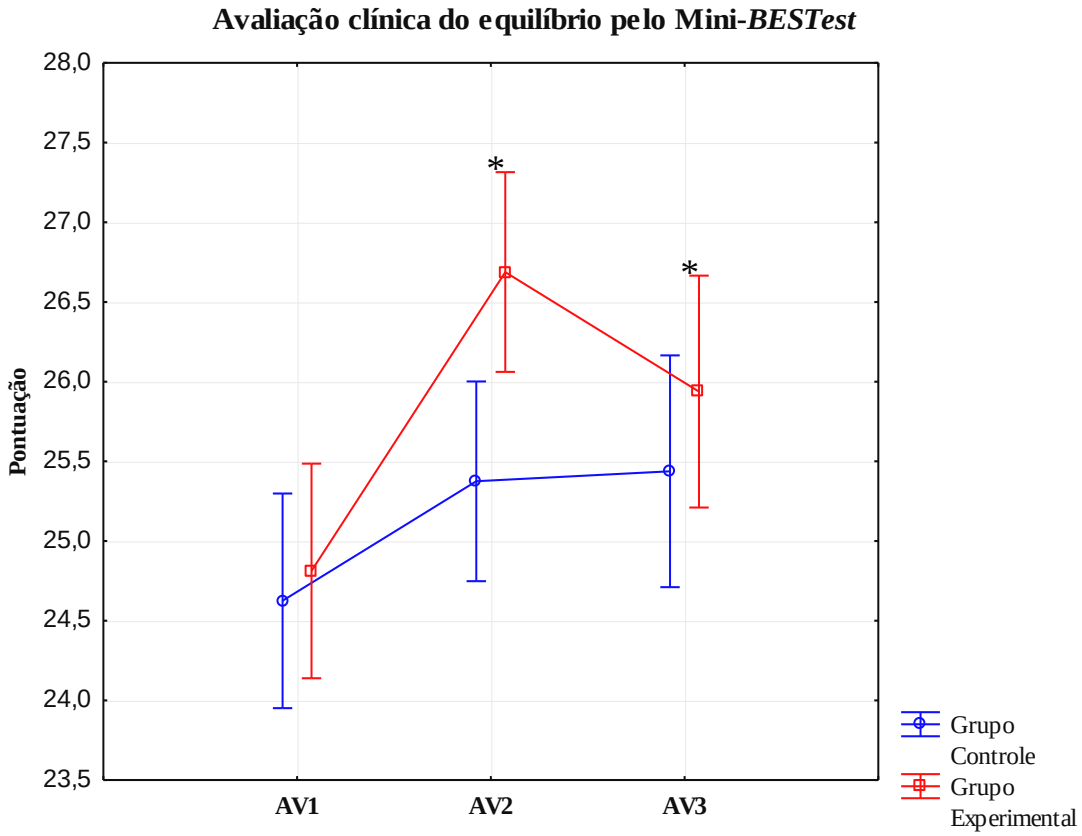



Figura 6- Médias das pontuações e respectivas barras verticais do intervalo de confiança de 95% do desempenho na Escala Mini-*BESTest*, antes do treinamento (AV1), após o treinamento (AV2) e na retenção de 60 dias (AV3) dos grupos controle e experimental.

Assim, o treino associado ao Nintendo® Wii Fit™ proporcionou efeitos superiores ao treino controle sobre as respostas de equilíbrio avaliadas pelo Mini-BESTest, que se mantiveram até 60 dias após o final do treino.

### 6.2.2 Avaliação Cognitiva Montreal (MoCA)

A análise da pontuação na MoCA realizada por meio da ANOVA (Figura 7), nas avaliações AV1, AV2 e AV3 e nos grupos controle e experimental, mostrou uma interação significativa entre os fatores avaliação e grupo [ANOVA; $F_{(2,60)} = 4.10$; $P = 0.021$, poder observado = 0.71]. O pós-teste de Tukey confirmou que houve uma melhora significativa entre a AV1 e AV2 e entre a AV1 e AV3 apenas para o grupo experimental. Adicionalmente, após o treino, o grupo experimental mostrou uma pontuação significativamente superior ao grupo controle.

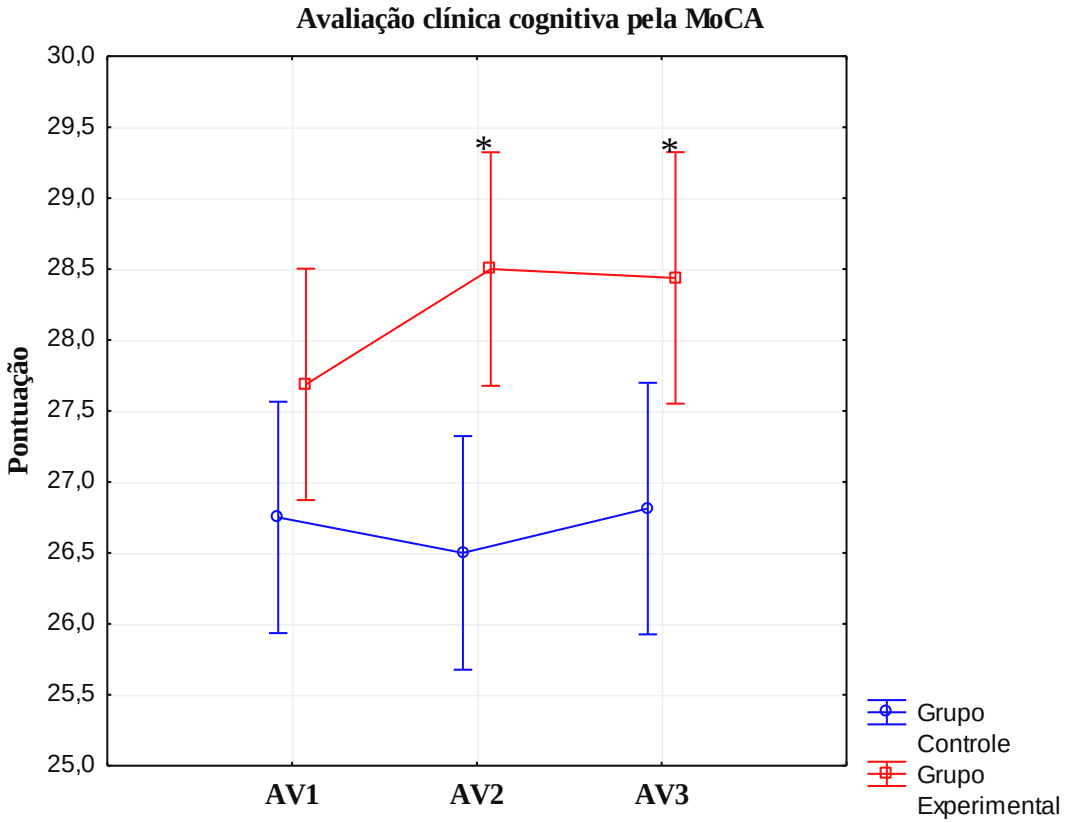



Figura 7- Médias das pontuações e respectivas barras verticais do intervalo de confiança de 95% do desempenho na MoCA, antes do treinamento (AV1), após o treinamento (AV2) e na retenção de 60 dias (AV3) dos grupos controle e experimental.

Assim, o treino associado ao Nintendo® Wii Fit™ proporcionou efeito superior ao treinamento controle sobre as funções cognitivas avaliadas pela MoCA.

Finalmente, foi encontrada uma correlação positiva significativa entre a diferença de pontuação na Mini-*BESTest* e MoCA obtidas na avaliação após o treino [Correlação de

Pearson ($P$ = 0.02; r = 0.393)], o que indicou que a melhora no equilíbrio foi correlacionada com a melhora na cognição.

### 6.3 Medidas secundárias

Este estudo teve também como objetivo comparar os efeitos das duas formas de treino sobre a funcionalidade, medo de cair e equilíbrio em DT. Assim, adotou-se como medidas secundárias a (1) Escala de Atividade de Vida Diária (EAVD) para avaliar a independência nas AVD´s, a (2) Escala Internacional de Eficácia de Quedas (FES-I) para avaliar a autoconfiança no equilíbrio e o *Unipedal Stance Test* (UST) para avaliar o equilíbrio em DT.

Os valores médios bem como os desvios-padrão das pontuações obtidas nessas escalas nas avaliações inicial (AV1), final (AV2) e na retenção (AV3) podem ser observados na Tabela 13. A diferença das médias antes (AV1) e após o treinamento (AV2), assim como antes do treinamento (AV1) e na retenção (AV3) com intervalo de confiança de 95% também foi apresentada referida na tabela.

**Tabela 13- Resultados das medidas secundárias das escalas clínicas na avaliação inicial, avaliação final e retenção.**

| | Média da pontuação (Desv. Pad.) na AV1 | Média da pontuação (Desv. Pad.) na AV2 | Média da pontuação (Desv. Pad.) na retenção | Diferença das médias nas pontuações (Desv. Pad.) entre AV1 e AV3 [IC de 95% da diferença] | Diferença das médias nas pontuações (Desv. Pad.) entre AV1 e AV3 [IC de 95% da diferença] |
|---|---|---|---|---|---|
| **Escala de Atividades de Vida Diária** | | | | | |
| Grupo Experimental | 3.50 ± 3.72 | 1.56 ± 2.03[b, c] | 1.44 ± 2.22[b, c] | 1.9 ± 5.2 [-0.6 a -3.2] | 2.0 ± 5.6 [-0.8 a -3.3] |
| Grupo Controle | 3.50 ± 2.73 | 3.25 ± 2.77[c] | 3.43 ± 2.87[c] | 0.2 ± 0.5 [1.4 a 1.9] | 0.1 ± 0.1 [1.6 a -17.07] |
| Total | 3.50 ± 3.21 | 2.41 ± 2.54 | 2.44 ± 2.72 | 1.1 ± 3.5 [-0.04 a -2.1] | 1.1 ± 3.4 [-0.01 a -2.1] |
| **Escala Internacional de Eficácia de Quedas** | | | | | |
| Grupo Experimental | 26.00 ± 9.59 | 22.75 ± 7.19[a, c] | 22.69 ± 7.70[b] | 3.2 ± 4.8 [-0.9 a 5.6] | 3.3 ± 4.9 [-0.9 a 5.6] |
| Grupo Controle | 27.25 ± 7.60 | 26.81 ± 8.45[c] | 27.00 ± 8.31 | 0.4 ± 0.8 [1.5 a -2.3] | 0.2 ± 0.5 [1.6 a -2.1] |
| Total | 26.62 ± 8.54 | 24.78 ± 7.99 | 24.84 ± 8.18 | 1.8 ± 4.0 [-0.3 a -3.3] | 1.8 ± 4.0 [-0.3 a -3.3] |
| **Teste Unipodal com Olhos Abertos** | | | | | |
| Grupo Experimental | 39.52 ± 19.42 | 49.32 ± 14.32[a] | 46.53 ± 17.18[b] | 9.8 ± 5.2 [15.6 a 2.3] | 2.0 ± 5.6 [12.6 a -0.6] |
| Grupo Controle | 37.20 ± 21.86 | 41.80 ± 20.04[a] | 41.52 ± 20.64[b] | 4.6 ± 2.3 [11.5 a -2.3] | 4.3 ± 2.1 [11.3 a -2.6] |
| Total | 38.36 ± 20.38 | 45.56 ± 17.56 | 44.03 ± 18.85 | 7.5 ± 6.2 [11.8 a 2.6] | 5.3 ± 4.4 [10.3 a 1.0] |
| **Teste Unipodal com Olhos Abertos em Tarefa-dupla** | | | | | |
| Grupo Experimental | 39.28 ± 20.23 | 47.53 ± 17.71[a] | 45.45 ± 16.92 | 8.2 ± 2.5 [9.2 a -1.3] | 6.17 ± 3.3 [6.7 a -3.8] |
| Grupo Controle | 40.74 ± 23.27 | 37.28 ± 24.68 | 35.94 ± 24.02 | 3.5 ± 1.4 [8.1 a -8.4] | 4.8 ± 0.7 [6.6 a -9.9] |
| Total | 40.01 ± 21.46 | 42.40 ± 21.77 | 40.70 ± 21.00 | 2.39 ± 0.3 [14.7 a 2.3] | 0.7 ± 0.5 [1.2 a -1.1] |

Legenda: Desv. Pad. = desvio padrão; AV1 = avaliação inicial; AV2 = avaliação final; AV3 = avaliação na retenção, IC = intervalo de confiança.

[a]Pós-hoc Teste de Tukey: comparação AV1 x AV2: $P \leq 0.005$

[b]Pós-hoc Teste de Tukey: comparação AV1 x AV3: $P \leq 0.05$

[c]Pós-hoc Teste de Tukey: comparação inter-grupo (GCXGE) nas AV1, AV2 e AV3: $P \leq 0.05$

### 6.3.1 Escala de Atividade de Vida diária (EAVD)

A autonomia dos idosos nas AVD´s neste estudo foi avaliada por meio da Escala de Atividades de Vida Diária (EAVD), cuja redução na sua pontuação expressa níveis mais elevados de funcionalidade.

A análise da pontuação por meio da ANOVA (Figura 8) mostrou uma interação estatisticamente significativa entre os fatores avaliação e grupo [ANOVA; $F_{(2,60)} = 3.24$; $P = 0,045$, poder observado = 0.70]. O pós-teste de Tukey confirmou que houve uma melhora significativa entre a AV1 e AV2 e entre a AV1 e AV3 apenas para o grupo experimental.

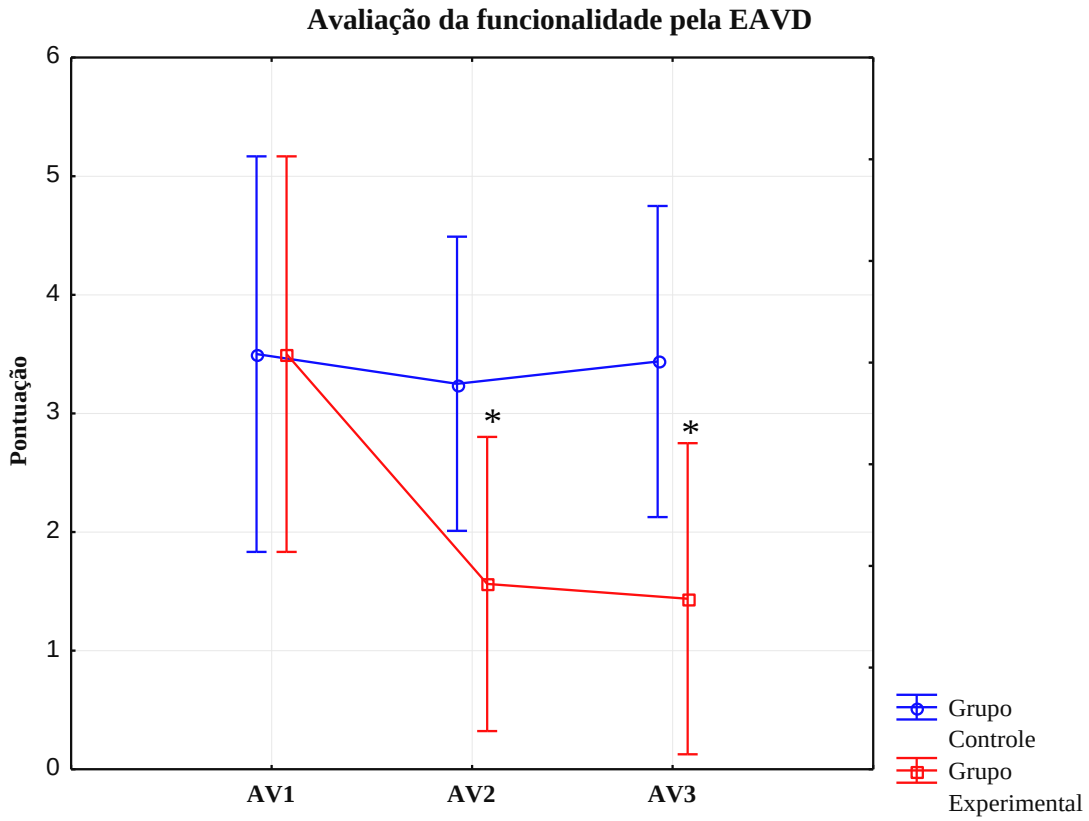



Figura 8- Médias das pontuações e respectivas barras verticais do intervalo de confiança de 95% do desempenho na EAVD, antes do treinamento (AV1), após o treinamento (AV2) e na retenção de 60 dias (AV3) dos grupos controle e experimental.

Assim, o treino associado ao Nintendo® Wii Fit™ proporcionou efeitos superiores sobre a independência nas AVD em comparação ao treino controle, que se mantiveram 60 dias após o termino do treino.

*

### 6.3.2 Escala Internacional de Eficácia de Quedas (FES-I)

Para a análise da autoconfiança do equilíbrio dos idosos foi utilizada a Escala Internacional de Eficácia de Quedas (FES-I), cuja redução na sua pontuação expressa níveis mais elevados de funcionalidade.

A análise da pontuação do FES-I realizada por meio da ANOVA (Figura 9) mostrou uma interação significativa entre os fatores avaliação e grupo [ANOVA; $F_{(2,60)}$ = 3.84; $P$ = 0.026, poder observado = 0.71]. O pós-teste de Tukey confirmou que houve uma melhora significativa entre a AV1 e AV2 e entre a AV1 e AV3 apenas para o grupo experimental.

Desta forma, o treino associado ao Wii Fit™ proporcionou efeitos superiores sobre a confiança dos pacientes do seu equilíbrio, em comparação ao treino controle.

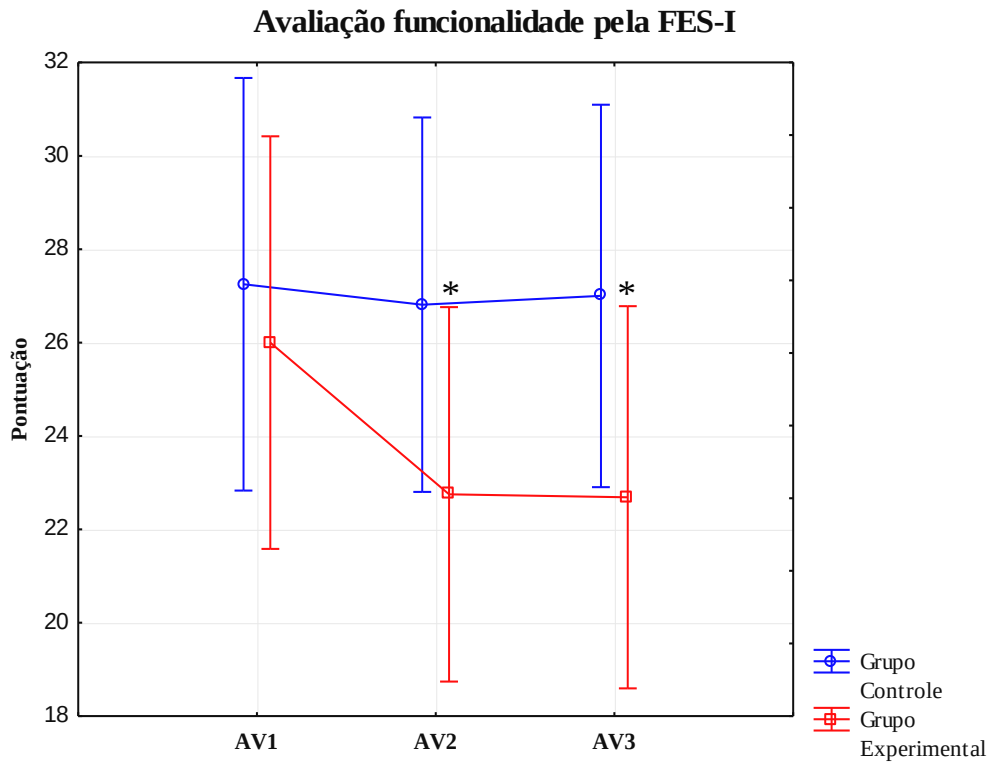



Figura 9- Médias das pontuações e respectivas barras verticais do intervalo de confiança de 95% do desempenho na FES-I, antes do treinamento (AV1), após o treinamento (AV2) e na retenção de 60 dias (AV3) dos grupos controle e experimental.

### 6.3.3 Teste de desempenho de equilíbrio

A análise do desempenho do equilíbrio foi realizada por meio do UST em duas diferentes condições:

(1) unipodal realizada de forma isolada, em simples tarefa;

(2) unipodal realizada concomitantemente a uma tarefa cognitiva (dupla tarefa cognitiva);

A análise realizada do tempo de manutenção no teste pela ANOVA (Figura 10) mostrou que houve efeito de avaliação estatisticamente significativa para a condição isolada com olhos abertos [ANOVA; $F_{(2,60)} = 7.75$; $P = 0.001$, poder observado = 0.94], porém sem efeito de grupo ou interação entre os fatores. O pós-hoc teste de Tukey mostrou que houve uma melhora significativa entre as AV1 a AV2 e entre a AV1 e AV3, independente do grupo.

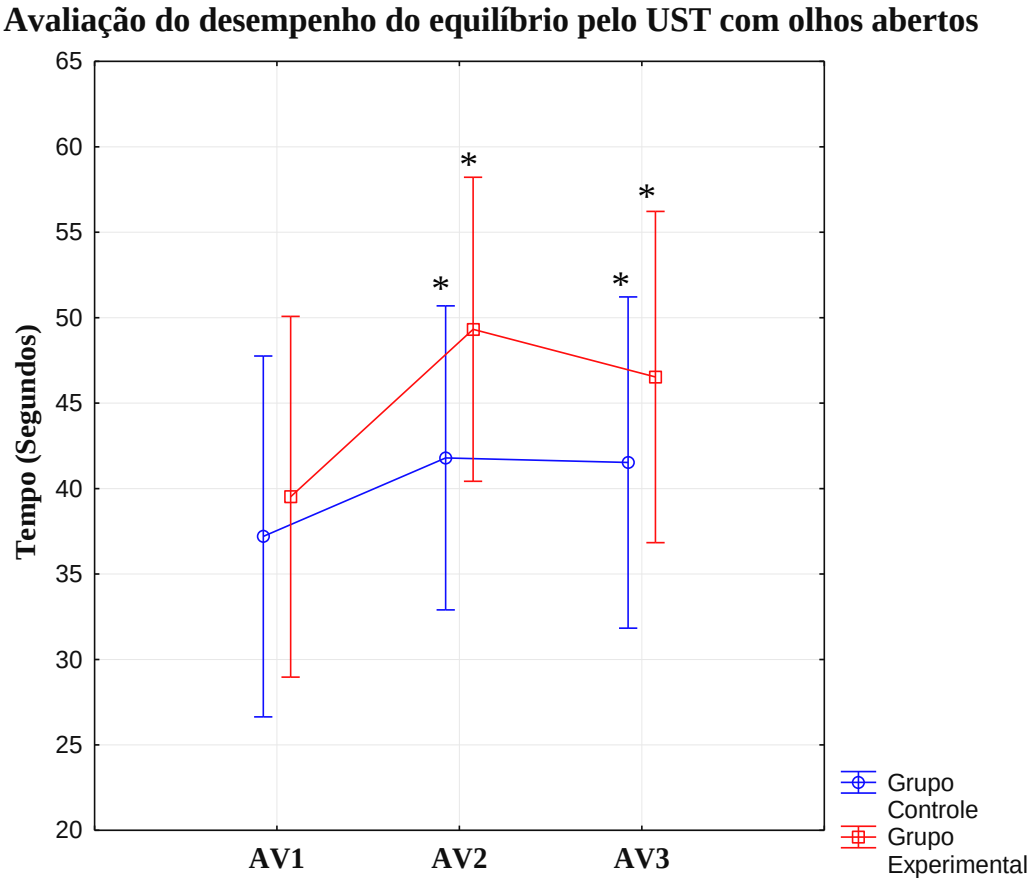



Figura 10- Médias das pontuações e respectivas barras verticais do intervalo de confiança de 95% do desempenho no UST com os olhos abertos em condição isolada, antes do treinamento (AV1), após o treinamento (AV2) e na retenção de 60 dias (AV3) para os grupos controle e experimental.

A análise do tempo de manutenção no teste em DT pela ANOVA (Figura 11) mostrou uma interação significativa entre os fatores avaliação e grupo [ANOVA; $F_{(2,60)}$ = 4,73; *P* = 0.012, poder observado = 0,77]. O pós-teste de Tukey confirmou que houve uma melhora significativa entre a AV1 e AV2 apenas para o grupo experimental.

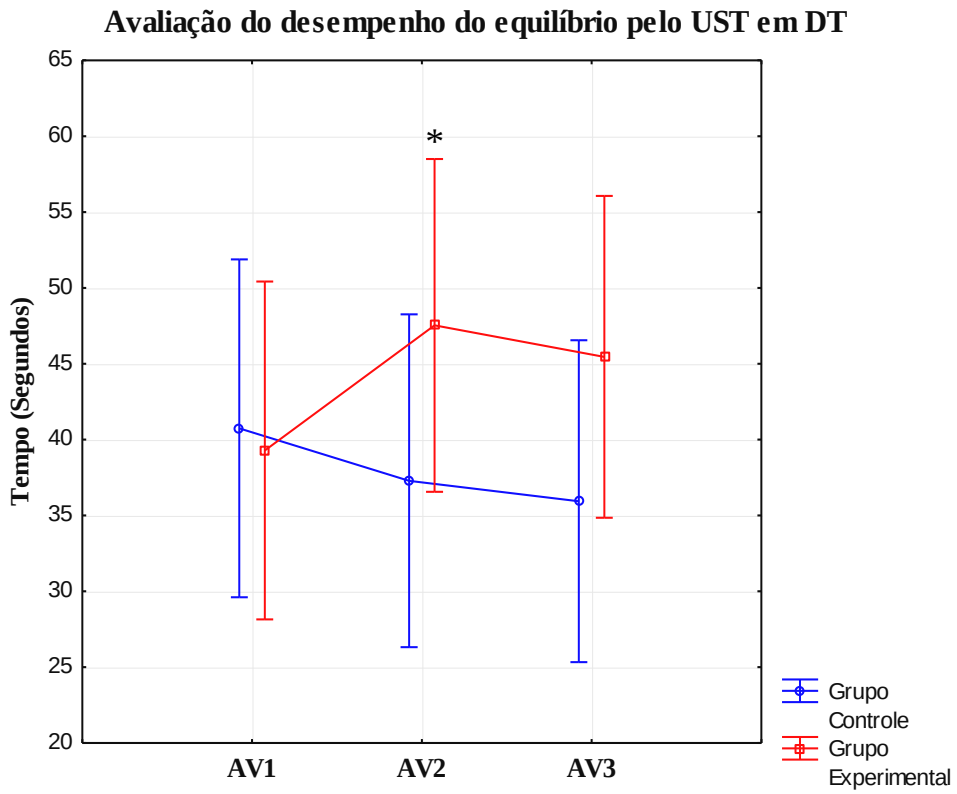



Figura 11- Médias das pontuações e respectivas barras verticais do intervalo de confiança de 95% do desempenho no UST com os olhos abertos em condição DT, antes do treinamento (AV1), após o treinamento (AV2) e na retenção de 60 dias (AV3) para os grupos controle e experimental.

Assim, ambos as formas de treino proporcionaram melhora na manutenção do equilíbrio em apoio unipodal realizado como uma tarefa simples, entretanto apenas o treino associado ao Nintendo® Wii Fit™ proporcionou melhora na manutenção do equilíbrio em condição de DT.

# 7. DISCUSSÃO

O propósito do presente estudo foi comparar os efeitos de um treinamento fisioterapêutico associado a jogos do Nintendo® Wii Fit™ sobre o equilíbrio e a cognição em idosos saudáveis, com um treinamento fisioterapêutico convencional, tomado como controle.

A principal hipótese foi que, considerando-se que a manutenção do equilíbrio é uma atividade complexa que exige a integração entre funções motoras, sensoriais e cognitivas (todas prejudicadas pelo processo de envelhecimento), intervenções que permitam a estimulação integrada das três funções poderiam trazer benefícios adicionais tanto para o equilíbrio como para a cognição de idosos. Os resultados obtidos confirmaram esta hipótese à medida que mostraram que o treino associado ao Nintendo® Wii™ proporcionou efeitos superiores sobre o equilíbrio, cognição e funcionalidade de idosos saudáveis, que se mantiveram por até 60 dias após o término do treino.

Assim, destes resultados depreenderam-se três importantes evidências: (1) é possível melhorar o equilíbrio de idosos saudáveis por meio de jogos virtuais e seus efeitos tem repercussões positivas sobre a funcionalidade; (2) é possível melhorar a cognição de idosos saudáveis por meio desses jogos; e (3) a estimulação sensório-motora e cognitiva integrada proporcionada pelos jogos é vantajosa em comparação a estimulação basicamente sensorial e motora preconizada pelas abordagens fisioterapêuticas atuais.

## 7.1 O potencial da utilização de videogame para a melhora do equilíbrio em idosos

A primeira importante evidência deste estudo é que é possível melhorar o equilíbrio de idosos saudáveis, com repercussões positivas para a funcionalidade, por meio de jogos virtuais.

Com o aumento da expectativa de vida, o aumento progressivo da suscetibilidade a quedas com o avançar da idade (Silsupadol et al., 2006), e todas as consequência negativas das quedas no domínio físico e emocional (Davini e Nunes, 2003; Veras, 2003), muito se tem investido na busca de programas de prevenção de quedas em idosos. Os resultados do presente estudo mostraram indubitavelmente que treinos associados a jogos virtuais podem ser uma importante alternativa para melhorar o equilíbrio de idosos precocemente. Isto

porque, a casuística do presente estudo foi propositadamente composta por idosos que não relataram história de quedas recorrentes e que apresentavam bom desempenho nas medidas adotadas já no início do treino.

A despeito disto, o treino com os jogos virtuais mostrou-se eficiente para aprimorar as respostas posturais e, consequentemente, a autoconfiança no equilíbrio, repercutindo positivamente na funcionalidade, mensurada por meio da FES-I e EAVD. Este último aspecto é particularmente importante na validação deste tipo de treino, pois reflete a possibilidade que os ganhos obtidos em tarefas virtuais sejam generalizados para as tarefas em ambiente real. Dentre os poucos estudos que utilizaram esse tipo de ferramenta, Clark e Kraemer (2009) em um relato de caso que examinou o efeito da intervenção por meio do Nintendo® Wii™ na melhora do controle postural de idoso com risco de quedas, observaram também uma boa generalização dos efeitos do treinamento por meio do jogo que simulava um jogo de boliche, constatado pela escala de equilíbrio EBB e na marcha pelo IAD, bem como pelo TUG e na Escala ABC.

No entanto, Bainbridge e colaboradores (2011) não evidenciaram melhora sobre o equilíbrio no programa de seis semanas conduzido e que consistiu em atividades de 30 minutos, duas vezes por semana, com o uso do Wii Fit™, dentro de uma coorte de idosos da comunidade com deficiência no equilíbrio. Embora nenhuma alteração estatisticamente significativa foi referida para todas as medidas avaliadas, uma tendência de melhora foi observada para o equilíbrio em quatro dos seis participantes.

No presente estudo, foram encontrados ganhos por meio do treino associado ao jogo em todas as medidas avaliadas, indicando que essa abordagem pode interferir positivamente na funcionalidade. O potencial desse tipo de jogo para a estimulação do equilíbrio postural se baseia no fato de todos os jogos serem conduzidos na postura bípede e exigindo em alguns jogos: movimentos lentos ou rápidos de deslocamento do centro de gravidade dentro de uma base de apoio limitada (plataforma de 52 x 33,5 x 33 cm); redução dessa base mediada pelos jogos que exigem marcha estacionária podendo contribuir para a melhora do equilíbrio na marcha; e a coordenação simultânea com a movimentação dos membros superiores, contribuindo com o aumento da demanda sobre o equilíbrio postural (Pigford e Andrews, 2010). Todos esses fatores contemplam as principais recomendações para os treinamentos voltados para prevenção de quedas em idosos (Gillespie et al., 2009; Sherrington et al., 2011).

Além disso, fatores como a intensa realimentação visual e auditiva do desempenho e resultados (Deustch et al., 2008), por meio de um foco externo atentivo devem

não ter somente efeitos imediatos sobre o desempenho, mas também funcionar com um facilitador de aprendizagem (Wulf et al., 2009). Este fato é justificado pela hipótese de confinamento da atenção (*Constrained Action Hypothesis*), no qual revela que focalizar a atenção no efeito do movimento (foco externo) promove um modo mais automático no controle movimento permitindo que o desempenho se torne qualitativamente superior. Em contrapartida, quando o indivíduo tenta conscientemente controlar seus movimentos (foco interno), tende a restringir o sistema motor pela intervenção em processos que seriam normalmente regulados por eficazes processos automáticos de controle (Wulf et al., 2007).

A aprendizagem também é sugerida pela ativação dos neurônios espelhos (Saposnik et al., 2010), pela prática observacional que ocorre na presença da maioria dos jogos de um avatar (Wulf et al., 2009). Os neurônios espelhos são ativados tanto pela execução de um ato motor específico quanto pela prática observacional desta mesma tarefa (Cameirão et al., 2011). A potencialização do efeito da aprendizagem aparentemente ocorre quando essas duas práticas são realizadas concomitantemente, pela ativação de estruturas neurais importantes e correspondentes ao movimento executado como o córtex pré-motor, área motora suplementar, lóbulo parietal inferior, giro cingulado e cerebelo (Wulf et al., 2009), aumentando significativamente a plasticidade do córtex motor. No presente estudo, os indivíduos eram estimulados a um primeiro momento imitar os movimentos gerados por um avatar projetados na tela na maioria dos jogos virtuais, para depois controlá-los por meio dos seus próprios movimentos tornando-os mais eficientes e precisos e, assim, possivelmente contribuindo para a melhora do desempenho do equilíbrio.

Há também a relevância do aspecto motivacional dos videogames, que foram desenvolvidos com fins comerciais tendo com principal propósito a adesão dos jogadores (Penko e Barkley, 2010), sendo sem dúvida um fator importante para os idosos que tem pouca afinidade com este tipo de intervenção que tiveram a sua grande ampliação no mercado a cerca de três décadas (Burdea, 2003). Estudos mostram que os idosos respondem da mesma forma que os jovens a estímulos motivadores durante o treino, melhorando o seu desempenho e aprendizagem (Wulf et al., 2009). Comprovando esta premissa, um estudo recente desenvolvido por Wulf e colaboradores (2012) evidenciou que reforçar expectativas de desempenho em idosos facilita o aprendizado em uma tarefa de equilíbrio. Para isto, estes autores realizaram dois experimentos, onde no primeiro foi fornecida aos idosos do grupo experimental a realimentação normativa indicando que seu desempenho foi acima da média, reduzindo suas preocupações relacionadas com a capacidade e nervosismo, e resultou em um aprendizado mais efetivo do equilíbrio em comparação com um grupo controle que recebeu a

realimentação verídica. No segundo experimento envolvendo também idosos, uma simples afirmação feita no início da prática sugerindo que idosos ativos geralmente apresentavam bom desempenho na tarefa analisada, resultou em melhora na autoeficácia e aprendizagem da tarefa. Estes resultados demonstraram que o desempenho motor e a aprendizagem em idosos podem ser influenciados de forma rápida e positivamente, melhorando percepções individuais de habilidade. Colaborando com esta evidência, Cole e colaboradores (2012) em um estudo com videogame, sugeriram que a interação entre o processamento complexo e dinâmico dos jogos virtuais com os estímulos perceptuais multimodais ativam os circuitos neurais mesolímbicos envolvidos com a recompensa (núcleo caudado, putamen, acumbens e estriado ventral), além da ativação do córtex para-hipocampal esquerdo positivamente correlacionado com a intensidade de atitudes positivas. Este autores ainda sugerem que a ativação induzida pelos jogos virtuais na região hipocampal pode potencialmente desempenhar um papel fundamental na transferência das experiências imediatas dos jogos em efeitos a longo prazo sobre as atitudes ou comportamentos.

Os efeitos a longo prazo também foram observados pelo presente estudo, onde os ganhos se mantiveram por ate 60 dias após o término do treinamento. Laufer e colaboradores (2008), em um estudo que comparou duas formas de treino de equilíbrio, mostrou que quando realizado com alta demanda cognitiva propiciou melhor retenção dos efeitos em comparação ao mesmo treino realizado em condições de baixa demanda cognitiva. Assim, considerando-se que os jogos exigiam não apenas demandas motoras, mas também demandas cognitivas que podem ser consideradas altas para idosos, este pode ter sido um fator que contribuiu para a boa retenção dos efeitos do treino.

Assim, embora isto não tenha sido um propósito deste estudo, acreditamos que os resultados positivos deste tipo de abordagem estejam diretamente relacionados à seleção das demandas motoras dos jogos envolvidos. Mendes e colaboradores (2012) mostraram que a demanda dos jogos é um importante fator a ser considerado para o sucesso na utilização desse tipo de treinamento para a reabilitação.

### 7.2 O potencial da utilização do videogame para a melhora da cognição em idosos

A segunda importante evidência é que o treino associado ao videogame tem efeitos positivos também sobre as funções cognitivas de idosos saudáveis. Os resultados

mostraram uma melhora no desempenho das tarefas cognitivas mensurado por meio da Avaliação Cognitiva Montreal (MoCA) fundamentalmente no domínio função executiva que envolve os três testes mais utilizados para a avaliação das mesmas (Teste de Trilhas, Reprodução do cubo e Teste do relógio; Freitas et al., 2010) que se manteve após o término do treino. Outro resultado que favorece essa interpretação é o fato de funções cognitivas pouco exigidas pelos jogos como nomeação, orientação, cálculo e memória declarativa, avaliadas pelos demais domínios da MoCA, não terem apresentado melhora após o treino, indicando que a melhora das funções executivas pode realmente ser atribuída às habilidades cognitivas treinadas pelos jogos. Considerando que as funções executivas sofrem um declínio com o processo de envelhecimento (Anstey e Low, 2004; Willis et al., 2006; Carey et al., 2008; Yogev-Seligmann et al., 2008), particularmente da atenção (Goethals et al., 2004), flexibilidade mental e memória de trabalho (Stuss et al., 2007), com repercussões negativas sobre a independência e qualidade de vida dos idosos (Yogev-Seligmann et al., 2008; Herman et al., 2010; Mirelman et al., 2012), a melhora por si só destas funções já pode ser considerada clinicamente relevante para a funcionalidade dos idosos. Estudos que utilizaram outros recursos terapêuticos como fármacos e treinamento para melhorar a função cognitiva de idosos, encontraram efeitos positivos no controle de equilíbrio e redução de quedas (Gillespie et al., 2009; Montero-Odasso et al, 2009).

Estudos anteriores que utilizaram jogos virtuais especialmente voltados para a estimulação de funções cognitivas em idosos já haviam mostrado resultados promissores (Basak et al., 2008). Evidências ainda sugerem que as intervenções cognitivas podem melhorar o seu desempenho em idosos saudáveis e que esses ganhos são robustos até cinco anos após o treinamento (Kueider et al., 2012).

Mais uma vez, a questão principal consiste se a melhora obtida nos jogos pode repercutir positivamente na vida diária dos idosos. Owen e colaboradores (2010) em um estudo que investigou os efeitos do treinamento cognitivo sobre memória, atenção, planejamento, habilidade visuoespacial e resolução de problemas não encontrou evidências de transferência das habilidades treinadas para tarefas não treinadas. Em contraste ao estudo anterior, um estudo relatou resultados positivos no controle executivo para os participantes que jogaram Microsoft® *Game Studios Rise of Nations*™ (jogo de estratégia em tempo real pensado para melhorar a função executiva) após cinco semanas de treinamento, quando em comparação com o grupo controle (Basak et al., 2008). Esta evidência foi observada por meio de testes cognitivos, incluindo tarefas de controle executivo e de habilidades visuo-espaciais.

Assim como o estudo anterior e mais recentemente Nouchi e colaboradores (2012) em um ensaio clínico controlado e aleatorizado em idosos mostrou que um treino por meio do videogame *Brain Age* da Nintendo® foi benéfico nas funções executivas e na velocidade de processamento de respostas, quando testado também por meio de testes cognitivos. Isto é importante, pois evidencia que essas funções podem melhorar após um curto período de treinamento (15 minutos de treino por dia durante quatro semanas) e transferida para as atividades básicas da vida diária.

Como o MoCA tem se mostrado um teste eficiente para avaliar diferentes funções cognitivas com repercussão na vida diária (Langlois et al., 2012), nossos resultados sugerem que as funções cognitivas treinadas pelos jogos tiveram uma transferência positiva para tarefas que exigiam as mesmas funções em um contexto completamente diferente do treinado.

A inovação deste estudo dentro do treino cognitivo por meio de videogame é que, ao contrário dos estudos anteriores onde os indivíduos permaneciam sentados e as respostas motoras se limitavam a movimentação dos membros superiores, pois o enfoque era predominantemente cognitivo, neste estudo foram selecionados jogos desafiadores tanto para as funções cognitivas como para a função motora. Assim, todos os jogos exigiam para a sua resolução respostas motoras que desafiavam o equilíbrio postural.

Desta forma, os jogos exigiam a atenção sustentada necessária para acompanhar os estímulos na tela (*Single leg extension e Torso twist*); atenção dividida exigida nos jogos onde havia divisão da atenção entre as respostas de membros superiores e inferiores (*Rhythm parade, Tilt city, Basic run plus*); memória operacional sobrecarregada nos jogos que exigiam manutenção de informações a serem resgatadas apenas após o termino dos jogos (*Basic run plus*); tomada de decisões estimuladas nos jogos que exigem escolha da estratégia mais eficiente para atingir o objetivo (*Soccer heading, Penguin slide, Table tilt*); planejamento antecipado das ações para se atingir um objetivo (*Table tilt, Basic step, Penguin slide*); flexibilidade de respostas exigida nos jogos que envolvem mudança de estratégia (*Obstacle course, Table tilt*); e monitorização de resposta exigido para a utilização eficiente da realimentação fornecida pelos jogos associados a respostas motoras mais complexas (*Basic step*), sempre associadas a demandas motoras de manutenção do equilíbrio estático e dinâmico, em apoio unipodal ou bipodal.

Esta sobrecarga motora, entretanto, não impediu os ganhos cognitivos, o que sugere que de fato é possível treinar funções motoras e cognitivas de forma integrada.

## 7.3 A superioridade do treinamento fisioterapêutico associado aos jogos em comparação ao convencional

A terceira e mais importante evidência deste estudo é que o treino fisioterapêutico associado a jogos do Nintendo® Wii Fit™ proporciona efeitos superiores ao treino fisioterapêutico convencional para a melhora do equilíbrio postural de idosos. Um fator relevante a ser destacado é que apesar de neste estudo o treino definido como convencional ter seguido as atuais diretrizes da abordagem fisioterapêutica voltada para a prevenção de quedas em idosos como força muscular (Chulvi-Medrano et al., 2009; Logan et al., 2010), treino de equilíbrio em superfícies instáveis (Ricci et al., 2009), flexibilidade e mobilização de tronco (Harmer e Li, 2008), este tipo de treino não proporcionou ganhos significativos para o grupo de idosos estudados, excetuando-se o aumento de permanência na postura unipodal realizada isoladamente. Isso contrasta com a maioria dos estudos anteriores que compararam treinamentos associados a jogos com treinamentos convencionais e encontraram melhora para ambas as formas de treino.

Bateni (2012) realizou um estudo preliminar onde analisou as modificações no equilíbrio de idosos com histórico de quedas após um treinamento comparativo entre a fisioterapia convencional associado ao Wii Fit™, treinamento de fisioterapia convencional e treinamento somente com videogame Wii Fit™. O treinamento foi realizado durante quatro semanas, três vezes por semana com 12 idosos aleatorizados nos três grupos. Como resultado, todos os três grupos mostraram melhorias na EEB, entretanto, os autores relataram a superioridade da fisioterapia convencional e da intervenção combinada entre a fisioterapia convencional com o Wii Fit™ sobre o equilíbrio em relação ao treino isolado com os jogos virtuais. Os efeitos observados no estudo de Bateni (2012) contrastaram do presente estudo em relação à intervenção da fisioterapia convencional, porém alguns fatores destacam-se: (1) a amostra do estudo era composta de idosos frágeis com média de idade de 73 anos (DP 13.7) e pontuação média na EEB de 41 pontos, assim, uma atividade física beneficia significativamente o equilíbrio, em contrapartida idosos com um bom equilíbrio (como os do presente estudo) necessitam de abordagens mais robustas para se obter resultados promissores; (2) a intervenção por meio da fisioterapia convencional também consistia em exercícios que visavam o fortalecimento muscular e melhora da equilíbrio, porém os programas de exercícios foram variados conforme a necessidade dos participantes; (3) não foi especificado no estudo o tempo de cada sessão, somente ressaltado que o grupo treinamento

somente com o Wii Fit™ tinha três tentativas em cada jogo escolhido (*Ski slalom*, *Ski jump* e *Table tilt*); e por fim (4) a média da pontuação na EEB do grupo treinamento isolado com o videogame foi muito superior ao dos demais grupos desde a primeira avaliação, sendo o principal motivo de não ter sido evidenciado uma melhora expressiva neste grupo como se obteve com outros dois.

Crotty e colaboradores (2011) investigaram o uso do Wii Fit™ comparado à terapia convencional em idosos hospitalizados usando medidas de resultado funcional e encontraram melhorias nos dois grupos com a abordagem do videogame mostrando uma pequena diferença significativa no equilíbrio e no TUG em relação ao grupo convencional.

Bisson e colaboradores (2007) observaram ganhos na mesma magnitude após o treinamento entre os grupos de idosos no equilíbrio estático tanto com o uso do treino computadorizado baseado no biofeedback como com a realidade virtual, após 10 semanas de treinamento (duas sessões semanais de 30 minutos).

Assim, nos estudos acima citados, a despeito de terem sido encontradas vantagens ou não para algum tipo de prática, o treinamento convencional proporcionou melhora para o equilíbrio postural dos idosos estudados. Possivelmente, o principal fator que contribuiu para que no presente estudo não tenha sido encontrado melhora após o treinamento convencional foram às características da casuística do presente estudo composta por idosos saudáveis, com bom desempenho nos testes de equilíbrio, sem história prévia de quedas e sem declínio cognitivo detectável. Para idosos com essas características apenas treinamentos mais desafiadores poderiam trazer resultados promissores. Isto reforça o potencial do treinamento acoplado a jogos virtuais, que oferecem condições de treino mais complexas. De fato, nossos resultados mostraram que o treino acoplado aos jogos melhorou o desempenho motor e cognitivo mesmo de idosos sem alterações importantes nessas funções. Isto em nossa opinião é a maior contribuição clínica deste estudo, pois indica que treinamentos mais complexos e integrados podem combater o declínio dessas funções precocemente, quando o treinamento convencional atualmente preconizado ainda não seria indicado.

Dois resultados que favorecem essa interpretação merecem destaque: Primeiro, a correlação positiva entre a melhora no equilíbrio e na cognição, que pode ser considerada evidência pela melhora integrada proporcionada pelas condições de treino dos jogos virtuais. Diferentes evidências têm mostrado que as alterações cognitivas estão associadas ao aumento da suscetibilidade a quedas de idosos, (1) alta prevalência de quedas em pacientes com demência, sem alterações motoras detectáveis (van Iersel et al., 2006); (2) indivíduos com alterações na marcha e alto risco de quedas tem risco aumentado de desenvolver demência

(Shubert et al., 2010); (3) o risco de quedas futuras pode ser previsto pelo desempenho em testes de funções executivas realizados com ate cinco anos de antecedência (Mirelman et al., 2012); e (4) associação entre a progressão do declínio das funções executivas e o risco de quedas em idosos (Shubert et al., 2010). Desta forma, intervenções que fornecem o treino simultâneo das funções motoras e cognitivas como ocorre com o videogame Nintendo® Wii Fit™, possibilitam não só a sua integração como o seu reforço.

Esta é a principal conclusão e recomendação para estudos futuros de uma importante revisão realizada por Segev-Jacubovski e colaboradores (2011), sobre o potencial de terapias cognitivas para a redução do risco de quedas e relataram que a terapia cognitiva isolada possa ser suficiente para reduzir o risco de quedas se esse fosse seu principal objetivo, mas sugerem que intervenções multifatoriais que melhorem os domínios motor, cognitivos e possivelmente o comportamental e educativo possam ser as abordagens ótimas para maximizar a eficiência. Assim como estes autores, mais uma revisão sobre a influência do envelhecimento sobre a cognição, aprendizagem e desempenho também destaca a interdependência entre as funções motoras e cognitivas (Ren et al., 2012).

E segundo, a dissociação dos resultados encontrados com o UST na condição de tarefa simples e DT, ou seja, ambos os treinamentos tiveram efeitos positivos sobre o tempo de permanência na posição unipodal quando realizada isoladamente, enquanto que apenas o treinamento associado aos jogos foi eficiente para aumentar o tempo de permanência nesta postura quando se exigiu que a atenção fosse dividida com uma tarefa cognitiva, ou seja, em condição de DT.

Diversos estudos têm mostrado que idosos apresentam redução da eficiência no controle automático dos movimentos (Ahissar et al., 2001; Woollacott e Shumway-Cook, 2002; Cookburn et al., 2003; Teixeira e Alouche, 2007), associado a um aumento das áreas corticais ativadas durante o desempenho de movimentos automáticos em comparação a jovens (Li et al., 2001). Estudos que investigaram as respostas posturais de idosos em condições DT confirmam que o desempenho de idosos é mais prejudicado quando a divisão da atenção é exigida (Millisen et al., 2004; Ojha et al., 2009), e que a sua mostrou que a eficiência em condições DT já se encontra afetada mesmo em idosos que não apresentam sinais de declínio cognitivo (Silsupadol et al., 2009). Outro fator que tem sido associado a maior controle atentivo da postura em idosos é a redução da eficiência dos sistemas sensoriais periféricos o que desencadeia, como resposta compensatória, um aumento no controle cortical multissensorial (Heuninckx et al., 2008; Venkatraman et al., 2010; Zwergal et al., 2012). Como os jogos do presente estudo exigem a integração de estímulos proprioceptivos e

vestibulares para controlar a posição real do corpo, em associação com os estímulos auditivos e visuais provenientes do avatar, resultaria em uma redução do controle atentivo postural à medida que estimularia a integração sensório-motora, o que poderia reduzir a atividade cortical compensatória nas áreas de integração multissensorial, favorecendo o desempenho em DT. Assim, o treino de equilíbrio em condições DT tem ganhado destaque na prevenção de quedas de idosos (Shigematsu et al., 2008; Shubert et al, 2010; Halvarsson et al., 2011).

Os resultados do presente estudo indicam que o treino associado a jogos virtuais é capaz de melhorar o controle do equilíbrio em DT de idosos, provavelmente devido às condições de treino que exigem um controle mais automático da postura à medida que a atenção está alocada para a tela, para identificar e seguir os estímulos visuais, buscando a melhor resposta para alcançar a maior pontuação no jogo. Além dessas condições presentes em todos os jogos, alguns jogos exigem a divisão de atenção entre movimentos de membros superiores e inferiores, e divisão de atenção entre uma tarefa motora e outra puramente cognitiva.

Wu e colaboradores (2013) em um estudo com imageamento cerebral durante uma DT mostrou que as áreas ativadas nessa condição eram mais amplas em comparação a somatória das áreas ativadas quando cada uma das tarefas era realizada isoladamente. Essa ativação adicional era localizada fundamentalmente no cerebelo e no precúneos, áreas responsáveis segundo os autores pela integração das redes neurais envolvidas no processamento motor e cognitivo. Assim, o treinamento associados aos jogos pode ter aumentado a eficiência nessa integração do processamento paralelo de informações. Reforça esta hipótese o estudo de Lee e colaboradores (2012) que mostrou em jovens, que após o treinamento em um videogame com alta demanda cognitiva, houve uma redução da atividade, dentre outras áreas, na região do precúneo esquerdo, atribuída ao aumento na eficiência do processamento neural.

Seguindo também este método, Basak e colaboradores (2011) em um estudo de imageamento cerebral durante uma tarefa baseada no jogo *Rise of Nations*® e verificou uma associação significativa entre a melhora na pontuação do jogo com o aumento do volume cerebral de cinco regiões correlacionadas com a aquisição de habilidades complexas, como o giro fronto-medial, giro pós-central, córtex pré-frontal dorsolateral no hemisfério esquerdo e no direito a área do cíngulo anterior, além do cerebelo. Estas regiões estão correlacionadas com a integração das redes neurais envolvidas no processamento motor e cognitivo. Assim, o treinamento associados aos jogos pode ter aumentado a eficiência nessa integração do processamento paralelo de informações. Outro estudo que também investigou os efeitos do

videogame na atividade cerebral mostrou um aumento da conectividade das redes neurais de atenção (Voss et al., 2012), reforçando a hipótese que o treinamento associados aos jogos pode melhorar o processamento neural em condições de DT.

Além disso, outro fator que pode ter contribuído para a melhora no equilíbrio em DT é a melhora cognitiva decorrente do treino com os jogos, especificamente das funções executivas. Estudos mostram que a associação entre as alterações das funções executivas e da marcha se tornam mais evidentes em condições de DT (Springer et al., 2006; Allali et al., 2008; Lamoth et al., 2011; Yogev-Seligman et al., 2005). Mirelman e colaboradores (2011) em um estudo que comparou os efeitos do treinamento em esteira em condições de tarefa isolada e DT utilizando realidade virtual mostrou uma forte correlação entre a melhora nas funções executivas e na velocidade da marcha em DT. Assim, como apenas o grupo que realizou o treino com os jogos apresentou melhora nas funções executivas, a melhora do desempenho em DT ficaria restrito ao mesmo. Como a vida cotidiana frequentemente exige o gerenciamento de mais de uma tarefa (Teixeira e Alouche, 2007), essa é uma importante vantagem do treino associado aos jogos.

Assim, podemos considerar que a principal contribuição clínica deste estudo é que o treino com jogos virtuais é uma alternativa de baixo custo, fácil aplicação, e eficiente para melhorar as duas funções mais frequentemente comprometidas em idosos que são o controle postural e as funções cognitivas, trazendo ganhos superiores às formas convencionais de treino de equilíbrio.

Cabe destacar como limitações do presente estudo, a presença de critérios de inclusão a idosos saudáveis e ativos na comunidade, que não relataram histórico de quedas e, principalmente, não apresentavam comprometimento cognitivo e de equilíbrio, sendo essas as principais direções para estudos futuros. Desta forma, é de suma importância estudo que investiguem: (1) os efeitos do uso do videogame em indivíduos com risco eminente de quedas e comprometimento cognitivo leve em comparação a uma abordagem dita convencional; (2) inclusão de testes neuropsicológicos e psicológicos que possibilitem a avaliação mais sensível das funções cognitivas e da motivação, respectivamente; (3) estudos sobre a influência do treinamento cognitivo isolado para investigar a transferência dessas habilidades cognitivas; (4) estudos comparando efeitos de jogos virtuais que requerem baixa demanda cognitiva com os jogos virtuais mais desafiadores para observar a influência da complexidade dessas tarefas no desempenho motor e cognitivo; e (5) treinamento de idosos com o videogame sem assistência de um fisioterapeuta em domicílio, pois esta assistência pode ter beneficiado o resultado do presente estudo.

## 8. CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo sugerem que um treinamento fisioterapêutico associado ao Nintendo® Wii Fit™ proporcionou efeitos superiores sobre o equilíbrio, cognição, bem como na autoconfiança no equilíbrio e autonomia nas AVD´s em idosos saudáveis em comparação ao treinamento convencional atualmente preconizado, o que indica que o videogame pode ser uma ferramenta complementar útil ao tratamento fisioterapêutico voltado para a prevenção precoce das alterações cognitivas e motoras em idosos.

# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS[2]

Abrahamová D, Hlavacka F. Age-related changes of human balance during quiet stance. Phusiol Res 2008; 57: 957 – 964.

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): 753–766. doi:10.1037/a0019277.

Adamovich SV, Fluet GG, Tunik E, Merians AS. Sensoriomotor training in virtual reality: a review. NeuroRehabilitation 2009; 25(1): 29 – 49.

Agmon M, Perry CK, Phelan E, Demiris G, Nguyen HQ. A pilot study of wii fit exergames to improve balance in older adults. J Geriatri Phys Ther 2011; 34(4): 161 – 167.

Ahissar M, Laiwand R, Hochstein S. Attentional demands following perceptual skill training. Psychol Sci 2001; 12(1): 56 - 62.

Allali G, Assal F, Kressig RW, Dubost V, Herrmann FR, Beauchet O. Impact of impaired executive function on gait stability. Dement Geriatr Cogn Disord 2008; 26: 364 – 369.

Alexander NB. Postural control in older adults. J Am Geriatric Soc 1994; 42(1): 93 – 108.

Alexander NB, Hausdorff JM. Linking thinking, walking, and falling. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 2008; 63: 1325 – 1328.

Almeida OP, Alemida SA. Confiabilidade da versão brasileira da Escala de Depressão em Geriatria (GDS) versão reduzida. Arq Neuropsiquiatr 1999; 57(2-B): 421 - 426.

Anderson-Hanley C, Arciero PJ, Brickman AM, Nimon JP, Okuma N, Westn SC, Merz ME, Pence BD, Woods JA, Kramer AF, Zimmerman EA. Exergaming and older adult cognition. Am J Prev Med 2012; 42(2): 109 – 119.

Anstey KJ, Low LF. Normal cognitive changes in aging. Aust. Fam. Physician 2004; 33: 783 - 787.

Avila R, Moscoso MA, Ribeiz S, Arrais J, Jaluul O, Bottino CM.. Influence of education and depressive symptoms on cognitive function in the elderly. International Psychogeriatrics 2009 ; 21(3): 560 – 567.

Azuma RT. A survey of augmented reality. Presence: Teleoperators and Virtual Environments. 1997; 6(4): 355 - 385.

Bainbridge E, Bevans S, Keeley B, Oriel K. The effects of the Nintendo Wii Fit on community-dwelling older adults with perceived balance deficits: A pilot study. Physical & Occupational Therapy in Geriatrics 2011; 29(2), 126-135.

[2] De acordo com o estilo Vancouver

Baloh RW, Ying SH, Jacobson KM. A longitudinal study of gait and balance dysfunction in normal older people. Archives of neurology 2003; 60: 835 - 839.

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 - 777.

Basak C, Voss MW, Erickson K, Boot WR, Kramer AF. Regional differences in brain volume predict the acquision of skill in a complex real-time strategy videogame. Brain and Cognition 2011; 76: 407 – 414.

Bateni H. Changes in balance in older adults based on use of physical therapy vs the wii fit gaming system: a preliminary study. Physiotherapy 2012; 98(3): 211–216.

Bavelier D, Green CS, Pouget A, Schrater P. Brain plasticity through the life span: learning to learn and action video games. Annu Rev Neurosci 2012; 35: 391 - 416.

Bergland A, Pettersen AM, Laake K. Falls reported among elderly Norwegians living at home. Physiother Res Int 1998; 3: 164 – 174.

Bertolucci PH, Brucki SM, Campacci SR, Juliano Y. The Mini-Mental State Examination in a general population: Impact of educational status. Arq Neuropsiquiatr 1994; 52(1): 1 - 7.

Betker AL, Szturm T, Moussavi ZK, Nett C. Video game-based exercises for balance rehabilitation: a single-subject design. Arch Phys Med Rehabil 2006. 87: 1141 - 1149.

Bertolucci PHF, Sarmento ALR, Wajman JR. Brazilian Portuguese version for the Montreal Cognitive assessment (MoCA) and the preliminary results. Presented at Alzheimer's Association International Conference on Alzheimer's Disease. Alzheimer's and Dementia 2008; 4(4) Suppl 1: T686.

Bherer L, Kramer AF, Peterson MS, Colcombe S, Erickson K, Becic E. Training effects on dual-task performance: are there age-related differences in plasticity of attention control? Psycology and Aging 2005; 20(4): 695 – 709.

Bisson E, Contant B, Sveistrup h, Lajoil Y. Functional balance and dual-task reaction times in older adults are improved by virtual reality and biofeedback training. CyberPghychology & Behavior 2007; 10(1): 16 - 23.

Boutron I, Moher D, Altman GG, Schulz KF, Ravaud P. Extending the CONSORT statement to randomized trials of nonpharmacologic treatment: explanation and elaboration. Ann Intern Med 2008; 148: 295 - 309.

Bowen A, Wenman R, Mickelborough J, Foster J, Hill E, Tallis R. Dual-task effects of talking while walking on velocity and balance following a stroke. Age and Ageing 2001; 30: 319 - 323.

Brucki SMD, Nitrini R, Caramelli P, Bertolucci PHF, Okamoto IH. Sugestões para o uso do miniexame do estado mental no Brasil. Arq Neuropsiquiatria 2003; 61(3B): 777 – 781.

Burdea GC. Virtual Rehabilitatio: Benefits and challenges. Methods Inf Med 2003; 42: 519 – 523.

Butler DP, Willet K. Wii-habilitation: is there a role in trauma? Injury 2010; 41 (9): 883 – 885.

Cakar E, Dincer U, Kiralp MZ, Cakar DB, Durmus O, Kilac H, Soydan FC, Sevinc S, Alper C. Jumping combined exercise programs reduce fall risk and improve balance and life quality of elderly people who live in a long-term care facility. Eur J Phys Rehabil Med 2010; 46(1): 59 - 67.

Cameirão MS, Bermúdez I Badia S, Duarte E, Verschure PF. Virtual reality based rehabilitation speeds up functional recovery of the upper extremities after stroke: A randomized controlled pilot study in the acute phase of stroke using the Rehabilitation Gaming System. Restor Neurol Neurosci 2011; 29: 287 – 298.

Campbell AJ, Borrie MJ, Spears GF. Risk factors for in a community-based prospective study of people 70 years and older. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 1989; 44: M112 – M117.

Carey CL, Kramer JH, Josephson A, Mungas D, Reed BR, Schuff R, Weiner MW, Chui HC. Subcortical lacunes are associated with executive dysfunction in cognitively normal elderly. Stroke 2008; 39(2): 397 - 402.

Cavanaugh JT, Guskiewicz KM, Stergiou N. A nonlinear dynamic dpproach for evaluating postural control new directions for the management of sport-related cerebral concussion. Sports Med 2005; 35 (11): 935-950

Cyarto EV, Brown WJ, Marshall AL, Trost SG. Comparative effects of home- and group-based exercise on balance confidence and balance ability in older adults: cluster randomized trial. Gerontology 2008; 54(5): 272 - 280.

Chulvi-Medrano I, Colado JC, Pablos C, Naclerio F, García-Massó X. A lower-limb training program to improve balance in healthy elderly women using the T-bow device. Phys Sportsmed. 2009;37(2): 127 - 135.

Clark R, Kraemer T. Clinical use of Nintendo Wii bowling simulation to decrease fall risk in an elderly resident of a nursing home: a case report. J Geriatr Phys Ther 2009; 32 (4): 174 – 180.

Clark RA, BryantAL, Pua Y, et al.Validity and reliability of the NintendoWii Balance Board for assessment of standing balance. Gait Posture 2010; 31(3): 307 – 10.

Colcombe S, Kramer AF. Fitness effects on the cognitive function of older adults: a meta-analytic study. Psychol Sci 2003; 14:125 - 130.

Cole SW, Yoo DJ, Knutson B. Interactivity and reward-related neural activation during a serious videogame. PLoS One 2012; 7(3): e33909.

Condron JE, Hill KD. Reliability and validity of a dual-task force platform assessment of balance performance: effect of age, balance impairment, and cognitive task. J Am Geriatr Soc. 2002; 50:157 – 162.

Cookburn J, Haggard P, Cook J, Fordham C. Changing patterns of cognitive-motor interference (CMI) over time during recovery from stroke. Clin Rehabil. 2003; 17(2): 167 - 173.

Crotty M, Laver K, Quinn S, Ratcliffe J, George S, Whitehead C, Davies O. Is use of the Nintendo Wii Fit in physiotherapy as effective as conventioanl physiotherpay training for hospitalised older adults? International Conference on Virtual Rehabilitation 2011: 1 - 2.

Cunningham D, Krishack M. Virtual reality: a holistic approach to rehabilitation. Stud Health Tech Info 1999; 62: 90 – 93.

Darowski ES, Helder E, Zacks RT, Hasher L; Hambrick DZ. Age-Related Differences in Cognition: The Role of Distraction Control. Neuropsychology 2008; 22: 638 – 644.

Davini R, Nunes CV. Alterações no sistema neuromuscular decorrentes do envelhecimento e o papel do exercício físico na manutenção da força muscular nos indivíduos idosos. Rev Bras Fisioter. 2003; 7(3): 201 - 207.

Del Duca GF, Silva MC, Hallal PC. Incapacidade funcional para atividades básicas e instrumentais da vida diária em idosos. Rev. Saúde Pública 2009; 43(5): 796 – 805.

Deustch JE, Borbely M, Filler J, Huhn K, Guarrera-Bowlby P. Use of a low-cost, commercially available gaming console (Wii) for rehabilitation of an adolescent with cerebral palsy. Physical Therapy 2008; 88(10): 1 - 10.

Dias RS, Sampaio ILA, Taddeo LS. Fisioterapia x Wii: A introdução do lúdico no processo de reabilitação em tratamento fisioterápico. VIII Simpósio Brasileiro de games e Entretenimento Digital; Outubro 2009. Rio de Janeiro, Brasil. Rio de Janeiro: 2009. p. 34 – 37.

Dickey MD. Engaging by design: How engagement strategies in popular computer and video games can inform instructional design. Educational Technology Research & Design 2005; 2:67 – 83.

Doumas M, Smolders C, Krampe RT. Task prioritization in aging: Effects of sensory information on concurrent posture and memory performance. Experimental Brain Research 2008; 187: 275 – 281.

Dye MWG, Green CS, Bavelier D. The development of attention skills in action video game players. Neuropsychologia 2009; 47: 1780 – 1789.

Erickson KI, Kramer AF. Aerobic exercise effects on cognitive and neural plasticity in older adults. Br J Sports Med 2009; 43(1): 22 – 24.

Fein G, McGillivray S, Finn P. Older adults make less advantageous decisions than younger adults: cognitive and psychological correlates. Journal of the International Neuropsychology Society 2007; 13: 480 - 489.

Fong KNK, Chow KYY, Chan BCH, Lam KCK, Lee JCK, Li THY, et al. Usability of a virtual reality environment simulating an automated teller machine for assessing and training persons with acquired brain injury. J Neuroeng Rehabil 2010;7:19.

Fraizer EV, Mitra S. Methodological and interpretive issues in posture-cognition dual-tasking in upright stance. Gait Posture 2008; 27: 271 – 279.

Franchignoni F, Horak F, Godi M, Nardone A, Giordano A. Using psychometric techniques to improve the balance evaluation systems test: the mini-bestest. Journal of Rehabilitation Medicine 2010; 42(4): 323 – 331.

Franco JR, Jacobs K, Inzerillo C, Kluzik J. The effect of the Nintendo Wii Fit and exercise in improving balance and quality of life in community dwelling elders. Technol Health Care 2012; 20(2):95-115. doi: 10.3233/THC-2011-0661.

Freiberger E, Häberle L, Spirduso WW, Zijlstra GA. Long-term effects of three multicomponent exercise interventions on physical performance and fall-related psychological outcomes in community-dwelling older adults: a randomized controlled trial. J Am Geriatr Soc 2012; 60(3): 437 - 446.

Freitas S, Simões MR, Martins C, Vilar M, Santana I. Estudos de adaptação do Montreal Cognitive Assessment (MoCA) para a população portuguesa. Aval. Psicol. 2010; 9(3): 345-357.

Fuster JM. Synopsis of function and dysfunction of the frontal lobe. Acta Psychiatr Scand Suppl 1999; 395: 51 – 57.

Ganança FF, Gazzola JM, Aratani MC, Perracini MR, Ganança MM. Circunstâncias e consequências de quedas em idosos com vestibulopatias crônica. Revista Brasileira de Otorrinolaringologia 2006; 72(3): 388 - 393.

Gatev P, Thomas S, Kepple T, Hallet M. Feedforward ankle strategy of balance during quiet stance in adults. J Physiol 1999; 514: 915 – 928.

Gil-Gómez JA, Lloréns R, Alcañiz M, Colomer C. Effectiveness of a Wii balance board-based system (eBaViR) for balance rehabilitation: a pilot randomized clinical trial in patients with acquired brain injury. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation 2011; 8: 30 – 39.

Gillespie LD, Gillespie WJ, Robertson MC, Lamb SE, Cumming RG, Rowe BH. Withdrawn: Interventions for preventing falls in elderly people. Cochrane Database Syst Rev. 2009 Apr 15;(2):CD000340.

Goethals I, Audenaert K, Van de WC, Dierckx R. The prefrontal cortex: insights from functional neuroimaging using cognitive activation tasks. Eur J Nucl Med Mol Imaging 2004; 31: 408 - 416.

Granacher U, Muehlbauer T, Bridenbaugh SA, Wolf M, Roth R, Gschwind Y, Wolf I, Mata R, Kressig RW. Effects of a salsa dance training on balance and strength performance in older adults. Gerontology. 2012; 58(4): 305 - 312.

Green CS, Pouget A, Bavelier D. Improved probabilistic inference as a general learning mechanism with action video games. Curr Biol 2010; 20: 1573 – 1579.

Gu MJ, Schultz AB, Shepard NT, Alexander NB. Postural control in young and eldery adults when stance is perturbed: Dynamics. J Biomech 1996; 29: 319 – 329.

Halvarsson A, Oddsson L, Olsson E, Farén E, Pettersson A, Ståhle A. Effects of new, individually adjusted, progressive balance group training for elderly people with fear of falling and tend to fall: a randomized controlled trial. Clin Rehabil. 2011; 25(11): 1021 - 1031.

Harmer PA, Li F. Tai Chi and falls prevention in older people. Med Sport Sci. 2008; 52:124 - 134.

Herman T, Mirelman A, Giladi N, Schweiger A, Hausdorff JM. Executive control deficits as a prodrome to falls in healthy older adults: a prospective study linking thinking, walking, and falling. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 2010; 65: 1086 – 1092.

Heuninckx S, Wenderoth N, Swinnen SP. Systems neuroplasticity in the aging brain: recruiting additional neural resources for successful motor performance in elderly persons. J Neurosci. 2008; 28(1): 91 - 99.

Hiyamizu M, Morioka S, Shomoto K, Shimada T. Effects of dual task balance training on dual task performance ability in elderly people: a randomized controlled trial. Clin Rehabil 2011.

Holden MK. Virtual environments for motor rehabilitation: review. Cyberpsychology, Behaviour, and Social Networking 2005; 8(3), 187-21.

Holtzer R, Friedman R, Lipton RB, et al. The relationship between specific cognitive functions and falls in aging. Neuropsychology 2007; 21: 540 – 548.

Horak FB, MacPherson JM. Postural orientation and equilibrium. In: Rowell LB, Shepard JT. eds. Handbook of physiology. New York, Oxford University Press 1996.

Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? Age Ageing 2006; 35 (Suppl 2): ii7 – ii11.

Horak FB, Wrisley DM, Frank J. The balance evaluation systems test (BESTest) to differentiate balance deficits. Physical Therapy 2009; 89(5): 484 - 498.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: A população brasileira envelhece em ritmo acelerado. Comunicação Social, 2008. Disponível em: <http://saladeimprensa.ibge.gov.br> Acesso em: 25.maio.2013.

Jacobson BH, Thompson B, Wallace T, Brown L, Rial C. Independent static balance training contributes to increased stability and functional capacity in community-dwelling elderly people: a randomized controlled trial. Clin Rehabil 2011; 25(6): 549 -556.

Johnson MK, Mitchel KJ, Raye CL, Green EJ. An age-related deficit in prefrontal cortical function associated with refreshing information. Psychol Sci 2004; 15: 127 - 32.

Julayanont P, Phillips N, Chertkow H, Nasreddine ZS. Montreal Cognitive Assessment (MoCA): Concept and Clinical Review. Cognitive Screening Instruments 2013: 111-151

Junior PF, Barela JA. Alterações no funcionamento do sistema de controle postural de idosos: Uso da informação visual. Revista Portuguesa de Ciência Desp. 2006; 6(1): 94 -105.

Kenny GP, Yardley JE, Martineau L, Jay O. Physical work capacity in older adults: Implications for the aging worker. American Journal of Industrial Medicine 2008; 51, 610 - 625.

Keshner EA. Virtual reality and physical rehabilitation: a new toy or a new research and rehabilitation tool? J Neurol Eng Rehab 2004; 1: 8 – 9.

King LA, Priest KC, Salarian A, Pierce D, Horak FB. Comparing the Mini-BESTest with Berg Balance Scale to evaluate balance disorders in Parkinson´s disease. Parkinson´s Disease 2012; 12. doi:10.155/2012/375419

Kueider AM, Parisi JM, Gross AL, Rebok GW. Computerized cognitive training with older adults: a systematic review. PLoS One 2012; 7(7): e40588.

Lamoth CJ, van Deudekom FJ, van Campen JP, Appels BA, de Vries OJ, Pijnappels M. Gait stability and variability measures show effects of impaired cognition and dual tasking in frail people. J Neuroeng Rehabil 2011; 8:2.

Langlois F, Vu TT, Kergoat MJ, Chassé K, Dupuis G, Bherer L. The multiple dimensions of frailty: physical capacity, cognition, and quality of life. Int Psychogeriatr. 2012; 24(9): 1429 - 1436.

Laufer Y, Ashkenazi T, Josman N. The effects of a concurrent cognitive task on the postural control of young children with and without developmental coordination disorder. Gait Posture 2008; 27(2): 347 - 351.

Lawton MP, Brody EM. Assesment of older people: self-maintaining and instrumental activities of daily living. Gerontologist. 1969; 9: 179 – 85.

Lebrão ML, Duarte YAO. SABE – Saúde, Bem-estar e Envelhecimento – O Projeto Sabe no município de São Paulo: uma abordagem inicial. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde 2003.

Lee H, Voss MW, Prakash RS, Boot WR, Vo LT, Basak C, Vanpatter M, Gratton G, Fabiani M, Kramer AF. Videogame training strategy-induced change in brain function during a complex visuomotor task. Behav Brain Res 2012; 232(2): 348 - 357.

Lezak, MD. Neuropsychological assessment. Oxford University Press, Inc.; New York: 1995.

Li KZ, Lindenberger U, Freund AM, Baltes PB. Walking while memorizing: A SOC study of age-related differences in compensatory behavior under dual-task conditions. Psychological Science 2001; 12: 230 – 237.

Lin MR, Wolf SL, Hwang HF, Gong SY, Chen CY. A randomized, controlled trial of fall prevention programs and quality of life in older fallers. J Am Geriatr Soc 2007; 55: 499 – 506.

Logan PA, Coupland CA, Gladman JR, Sahota O, Stoner-Hobbs V, Robertson K, Tomlinson V, Ward M, Sach T, Avery AJ. Community falls prevention for people who call an emergency ambulance after a fall: randomised controlled trial. BMJ. 2010; 340: c2102.

Logghe IH, Zeeuwe PE, Verhagen AP, Wijnen-Sponselee RM, Willemsen SP, Bierma-Zeinstra SM, van Rossum E, Faber MJ, Koes BW. Lack of effect of Tai Chi Chuan in preventing falls in elderly people living at home: a randomized clinical trial. J Am Geriatr Soc 2009; 57(1): 70 - 75.

Lopes KT, Costa DF, Santos LF, Castro DP, Bastone AC. Prevalência do medo de cair em uma população de idosos da comunidade e sua correlação com mobilidade, equilíbrio dinâmico, risco e histórico de quedas. Rev Bras Fisioter 2009; 13(3): 223 229.

Lucca LF. Virtual reality and motor rehabilitation of the upper limb after stroke: a generation of progress? J Rehabil Med 2009; 41: 1003 – 1100.

Luiz LC, Rebelatto JR, Coimbra AMV, Ricci NA. Associação entre déficit visual e aspectos clínico-funcionais em idosos da comunidade. Revista Brasileira de Fisioterapia 2009.

Lundin-Olsson L, Nyberg L, Gustafson Y. Stops walking when talking as a predictor of falls in elderly people. Lancet 1997, 349: 617.

Maciel ACC, Guerra RO. Prevalência e fatores associados ao déficit de equilíbrio em idosos. Revista brasileira de Ciência e Movimento 2005; 13(1): 37 - 44.

Maki BE, Mcllroy WE. Postural control in the older adult. Clin Geriatr Med. 1996; 12(4): 635 - 58.

Meireles AE, Pereira LMS, Oliveira TG, Christofoletti G, Fonseca AL. Alterações neurológicas fisiológicas ao envelhecimento afetam o sistema mantenedor do equilíbrio. Rev Neurocienc 2010; 18(1): 103 – 108.

Mendes FAS, Pompeu EJ, Lobo AM, Silva KG, Oliveira TP, Zomignani AP, Piemonte MEP. Motor learning, retention and transfer after virtual-reality-based training in Parkinson's disease – effect of motor and cognitive demands of games: a longitudinal, controlled clinical study. Physiotherapy (2012).

Miyamoto ST, Lombardi JI, Berg KO, Natour J, Ramos LR. Brazilian Version of Berg Balance scale. Brazilian Journal of Medical and Biological Research 2004; 37: 1411 –1421.

Millisen K, Detroch E, Bellens K, Braes T, Dierickx K, Smeulders W, Teughels S, Dejaeger E, Boonen S, Pelemans W. Falls among community-dwelling elderly: a pilot study of prevalence, circumstances and consequences in Flanders (in Dutch). Tijdschr Gerontol Geriatr 2004; 35: 15 – 20.

Mirelman A, Herman T, Brozgol M, Dorfman M, Sprecher E, Schweiger A, Giladi N, Hausdorff JM. Executive function and falls in older adults: A new fingings from a five-year prospective sudy link fall risk to cognition. PLoS ONE 2012; 7(6): e40297.

Mirians AS, Jack D, Boian R, Tremaine M, Burdea GC, Adamovich SV, Recce M, Poizner H. Virtual reality-augmented rehabilitation for patients following stroke. Physical Therapy 2002; 82(9): 898 - 915.

Monteiro CBM. Realidade virtual na paralisia cerebral. São Paulo: Plêiade, 2011.

Montero-Odasso M, Wells JL, Borrie MJ, Speechley M. Can cognitive enhancers reduce the risk of falls in older people with mild cognitive impairment? A protocol for a randomised controlled double blind trial. BMC Neurol 2009; 9: 42.

Morley JE. A falls is a mayor event in the life of na older person. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 2002; 57A: M 492 – M495.

Nagamatsu LS, Hsu CL, Handy TC, Liu-Ambrose T. Functional neural correlates of reduced physiological fall risk. Behavioral and Brain Functions 2011; 7: 37 - 45.

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.

Ojha HA, Kern RW, Lin CHJ, Winstein CJ. Age affects the attentional demands of stair ambulation: Evidence from a dual-task approach. Physical Therapy 2009; 89(10): 1080 – 1088.

O'Shea S, Morris ME, Iansek R. Dual task interference during gait in people with Parkinson disease: effects of motor versus cognitive secondary tasks. Phys Ther. 2002; 82: 888 - 897.

Owen AM, Hampshire A, Grahn JA, et al. Putting brain training to the test. Nature. 2010; 465: 775 – 778.

Prado RA, Teixeira ALC, Langa CJSO, Egydio PRM, Izzo P. A influência dos exercícios resistidos no equilíbrio, mobilidade funcional e na qualidade de vida de idosas. O Mundo da Saúde 2010; 34(2): 183 – 191.

Pellecchia G. Postural sway increases with attentional demands of concurrent cognitive task. Gait & Posture 2003; 18: 29 – 34.

Penko AL, Barkley JE. Motivation and physiologic responses of playing a physically interactive video game relative to a sedentary alternative in children. Ann Behav Med. 2010; 39(2): 162 - 169.

Perracini MR, Ramos LR. Fatores associados a quedas em uma coorte de idosos residentes na comunidade. Revista de Saúde Pública 2002; 36(6): 709 - 716.

Piemonte MEP. Programa semanal de exercícios para pacientes com Doença de Parkinson. São Paulo: Lemos 2003.

Pigford T, Andrews AW. Feasibility and benefit of using the Nintendo Wii Fit for balance rehabilitation in an elderly patient experiencing recurrent falls. J Student Ther Research 2010; 2(1): 12 – 20.

Pompeu JE. Melhora funcional de pacientes com Doença de Parkinson após treinamento em ambientes real e virtual. 2012. 134 p. Tese (Doutorado em Psicologia) – Programa de Pós-Graduação em Neurociências e Comportamento, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

Pompeu JE, Mendes FAS, Silva KG, Lobo AM, Oliveira TP, Zomignani AP, Piemonte MEP. Effect of Nintendo Wii™-based motor and Cognitive training on Activities of daily living in patients with Parkinson´s disease: A randomized clinical trial. Physiotherapy 2012.

Rankin J, Woollacott M, Shumway-Cook A, Brown L. Cognitive influence on postural stability: A neuromuscular analysis in young and older adults. Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences 2000; 55A: M112 – M119.

Reelick MF, van Iersel MB, Kessels RP, Rikkert MG. The influence of fear of falling on gait and balance in older people. Age Ageing. 2009; 38(4) :435 - 440.

Ren J, Wu YD, Chan JS, Yan JH. Cognitive aging affects motor performance and learning. Geriatr Gerontol Int 2013;13(1):19 - 27.

Ricci NA, de Faria Figueiredo Gonçalves D, Coimbra AM, Coimbra IB. Sensory interaction on static balance: a comparison concerning the history of falls of community-dwelling elderly. Geriatr Gerontol Int. 2009; 9(2): 165 - 171.

Rosano C, Aizenstein HJ, Studenski S, Newman AB. A regions-of-interest volumetric analysis of mobility limitations in community-dwelling older adults. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 2007; 62: 1048 - 1055.

Rose DJ, Hernandez D. The Role of Exercise in Fall Prevention for Older Adults. Clin Geriatr Med 2010; 26(4): 607 - 631.

Rubenstein LZ. Falls in older people: Epidemiology, risk factors and strategies for prevention. Age Ageing 2006; 35 (Suppl 2): ii37 – 41.

Sá ACAM, Bachion MM, Menezes RL. Exercício físico para prevenção de quedas: ensaio clínico com idosos institucionalizados em Goiânia, Brasil. Ciência e Saúde Coletiva 2012; 17(8): 2117 – 2127.

Santos GM, Souza ACS, Virtuoso JF, Tavares GMS, Mazo GV. Valores preditivos para risco de queda em idosos praticantes e não praticantes de atividade física por meio do uso da Escala de Equilíbrio de Berg. Rev Bras Fisioter 2011; 15(2): 95 – 101.

Saposnik G, Mamdani M, Bayley M, Thorpe KE, Hall J,Cohen LG, Teasell R. Effectiveness of Virtual Reality Exercises in Stroke Rehabilitation (EVREST): Rationale, Design, and Protocol of a Pilot Randomized Clinical Trial Assessing the Wii Gaming System. International Journal of Stroke 2010; 5: 47 – 51.

Segev-Jacubovski O, Herman T, Yogev-Seligmann G, Mirelman A, Giladi N, Hausdorff JM. The interplay between gait, falls and cognition: can cognitive therapy reduce fall risk? Expert Rev Neurother. 2011;11(7):1057 - 1075.

Sherrington C, Whitney JC, Lord SR, Herbert RD, Cumming RG, Close JC. Effective exercise for the prevention of falls: a systematic review and meta-analysis. J AM Geriatr Soc 2008; 56: 2234 – 2243.

Sherrington C, Tiedemann A, Fairhall N, Close JC, Lord SR. Exercise to prevent falls in older adults: an updated meta-analysis and best practice recommendations. N S W Public Health Bull. 2011; 22(3-4): 78 - 83.

Shigematsu R, Okura T, Nakagaichi M, Tanaka K, Sakai T, Kitazumi S, Rantanen T. Square-stepping exercise and fall risk factors in older adults: a single-blind, randomized controlled trial. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 2008; 63(1): 76 - 82.

Shigematsu R, Okura T, Sakai T, Rantanen T. Square-stepping exercise versus strength and balance training for fall risk factors. Aging Clin Exp Res 2008; 20(1): 19 - 24.

Shubert TE, McCulloch K, Hartman M, Giuliani CA. The effect of an exercise-based balance intervention on physical and cognitive performance for older adults: A pilot study. J Geriar Physical Therapy 2010.

Shumway-Cook A, Brauer S, Woollacott M. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up and Go Test. Physical Therapy 2000; 80(9): 896 - 903.

Silsupadol P, Siu KC, Shumway-Cook A, Woollacott MH. Training of balance under single and dual-task conditions in older adults with balance impairment. Physical Therapy 2006; 86(2): 269 - 281.

Silsupadol P, Siu KC, Shumway-Cook A, Lugade V, Donkelaar P, Chou LS, Mayr U, Woollacott MH. Effects of single-task versus dual-task training on balance performance in older adults: A double-blind, randomized controlled trial. Arch Phys Med Rehabil 2009; 90: 381 - 387.

Silva TAA, Frisoli Junior A, Pinheiro MM, Szejnfeld VL. Sarcopenia associada ao envelhecimento: aspectos etiológicos e opções terapêuticas. Rev Bras Reumatol 2006; 46(6): 391 – 397.

Simoneau EM, Billot M, Martin A, Perennou D, Van Hoecke J. Difficult memory task during postural tasks of various difficulties in young and older people: A pilot study. Clinical Neurophysiology 2008; 119(5): 1158 - 1165.

Soares J, Alabarse S. Envelhecimento e Atividade Física. In: Ramos LR, Toniolo J Neto. Guia de Geriatria e Gerontologia. Barueri: Manole; 2005.

Soumare A, Elbaz A, Zhu Y, Maillard P, Crivello F, Tavernier B, Dufouil C, Mazoyer B, Tzourio C: White matter lesions volume and motor performances in the elderly. Annals of neurology 2009; 65: 706 - 715.

Springer S, Giladi N, Peretz C, Yogev G, Simon ES, Hausdorff JM. Dual-tasking effects on gait variability: the role of aging, falls, and executive function. Mov Disord 2006; 21: 950 – 957.

Springer BA, Marin R, Cyhan T, Roberts H, Gill NW. Normative values for the Unipedal Stance Test with eyes open and closed. Journal Geriatric Physical Therapy 2007; 30(1): 8 - 15.

Stuss DT, Alexander MP. Is there a dysexecutive syndrome? Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B: Biological Sciences 2007; 362 (1481): 901 -915.

Taylor D, Hale L, Schluter P, Waters DL, Binns EE, McCracken H, McPherson K, Wolf SL. Effectiveness of tai chi as a community-based falls prevention intervention: a randomized controlled trial. J Am Geriatr Soc 2012; 60(5): 841 - 848.

Teixeira NB, Alouche SR. O desempenho da dupla tarefa na doença de Parkinson. Rev. bras. Fisioter 2007; 11(2): 127 - 132.

Thal DR, Del Tredici K, Braak H: Neurodegeneration in normal brain aging and disease. Sci Aging Knowledge Environ 2004; 2004: 26.

Tisserand DJ, van Boxtel MPJ, Pruessner JC, Hofman P, Evans AC, Joilles J. A voxel-based morphometric study to determine individual differences in gray matter density associated with age and cognitive change over time. Cereb Cortex 2004; 14: 966 - 1013.

Trombetti A, Hars M, Herrmann FR, Kressig RW, Ferrari S, Rizzoli R. Effect of music-based multitask training on gait, balance, and fall risk in elderly people: a randomized controlled trial. Arch Intern Med 2011; 171(6): 525 - 533.

Vance DE, McNees P, Meneses K. Technology, cognitive remediation, and nursing: directions for successful cognitive aging. J Gerontol Nur. 2009;35(2) :50 - 56.

van Iersel MB, Verbeek AL, Bloem BR, Munneke M, Esselink RA, Rikkert MG. Frail elderly patients with dementia go too fast. J Neurol Neurosurg Psychiatry 2006; 77(7): 874 - 876.

Venkatraman VK, Aizenstein H, Guralnik J, Newman AB, Glynn NW, Taylor C, Studenski S, Launer L, Pahor M, Williamson J, Rosano C. Executive control function, brain activation and white matter hyperintensities in older adults. Neuroimage 2010; 49(4): 3436 - 342.

Veras RP. Em busca de uma assistência adequada à saúde do idoso: revisão da literatura e aplicação de um instrumento de detecção precoce e de previsibilidade de agravos. Cad Saúde Pública 2003; 19(3): 705 - 15.

Virk S, McConville KMV. Virtual reality applications in improving postural control and minimizing falls. EMBS Annual International Conference: New York 2006.

Voelcker-Rehage C, Alberts JL. Effect of motor practice on dual-task performance in older adults. Journal of Gerontology: Psychological Sciences 2007; 62(3), 141-148.

Voss MW, Prakash RS, Erickson KI, Boot WR, Basak C, Neider MB, Simons DJ, Fabiani M, Gratton G, Kramer AF. Effects of training strategies implemented in a complex videogame on functional connectivity of attentional networks. Neuroimage 2012; 59(1):138 - 148.

Wade MG, Jones G. The role of vision and spatial orientation in the maintenance of posture. Phys Ther 1997; 7: 619 – 628.

What is the Wii Balance Board? Nintendo. Disponível em: <http://www.nintendo.com/wii/what/accessories/balanceboard>. Acesso em 11 jan. 2001.

Wii Controllers. Nintendo. Disponível em: http://www.nintendo.com/wii/what/controllers# remote>. Acesso em: 11 jan.2011.

Willis SL, Tennstedt, SL, Marsiske M, Ball K, Elias J, Koepke KM, Morris JN, Rebok, GW, Unverzagt FW, Stoddard AM, Wright E. Long-term effects of cognitive training on everyday functional outcomes in older adults. Jama 2006; 296: 2805 – 2814.

Woollacott M, Shumway-Cook A. Attention and the control of posture and gait. A review of an emerging area of research. Gait Posture 2002; 16(1): 93 – 108.

Woollacott MH, Tang PF. Balance control during walking in the older adult: research and its implications. Phys Ther 1997; 77(6): 646 – 660.

World Health Organization. Envelhecimento ativo: uma política de saúde. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde 2005.

World Health Organization. Global report on falls prevention in older age. Geneva, Switzerland 2007. Disponível em: <www.who.int/ageing/publications/Falls_prevention7March.pdf>. Acesso em: 11.maio.2009.

Wu T, Hallett M. Neural correlates of dual task performance in patients with Parkinson´s disease. J Neurol Neurosurg Psychiatry 2008; 79: 760 – 766.

Wu T, Liu J, Hallett M, Zheng Z, Chan P. Cerebellum and integration of neural networks in dual-task processing. Neuroimage 2013; 65: 466 - 475.

Wulf G, Töllner T, Shea CH. Attentional focus effects as a function of task difficulty. Res Q Exerc Sport. 2007; 78(3): 257 - 264.

Wulf G, Landers M, Lewthwaite R, Tollner T. External focus instructions reduce postural instability in individuals with Parkinson disease. Physical Therapy 2009; 89: 162 - 172.

Wulf G, Chiviacowsky S, Lewthwaite R. Altering mindset can enhance motor learning in older adults. Psychol Aging 2012; 27(1):14 - 21.

Yardley L, Beyer N, Hauer K, Kempen G, Piot-Ziegler C, Todd C. Development and initial validation of the Falls Efficacy Scale-International. Age and Ageing 2005; 34(6): 614 - 619.

Yogev-Seligmann G, Hausdorff JM, Giladi N. The role of executive function and attention in gait. Movement Disorders 2008; 23(3): 329 – 342.

Young W, Ferguson S, Brault S, Craig C. Assessing and training standing balance in older adults: A novel approach using the Nintendo Wii Balance Board. Gait and Posture 2010.

Zwergal A, Linn J, Xiong G, Brandt T, Strupp M, Jahn K. Aging of human supraspinal locomotor and postural control in fMRI. Neurobiol Aging 2012; 33(6): 1073 - 1084.

Zucco F. A reabilitação vestibular no idoso. Fisioter 2003; 39: 35 – 37.

**ANEXO A**

MEDICINA
USP
**COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA**

# APROVAÇÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, em sessão de **17/10/2012**, **APROVOU** o Protocolo de Pesquisa nº **335/12** intitulado: **"EFEITOS DE UM TREINAMENTO EM AMBIENTE VIRTUAL SOBRE O DESEMPENHO DA MARCHA, DO CONTROLE POSTURAL E DAS FUNÇÕES EXECUTIVAS EM IDOSOS SAUDÁVEIS"** apresentado pelo **Departamento de FISIOTERAPIA, FONOAUDIOLOGIA E TERAPIA OCUPACIONAL**

**Cabe ao pesquisador elaborar e apresentar ao CEP-FMUSP, os relatórios parciais e final sobre a pesquisa (Resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 196, de 10/10/1996, inciso IX.2, letra "c").**

**Pesquisador (a) Responsável: Maria Elisa Pimentel Piemonte**
**Pesquisador (a) Executante: Maria Elisa Pimentel Piemonte**

**CEP-FMUSP, 22 de Outubro de 2012.**

**Prof. Dr. Roger Chammas**
**Coordenador**
**Comitê de Ética em Pesquisa**

# ANEXO B

## TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Eu, _____, do sexo _____, de _____ anos e residente no endereço _____,
declaro ter sido informado(a) e estar devidamente esclarecido(a) sobre o estudo intitulado : **"Efeitos de um treinamento com o Nintendo® Wii™ sobre o equilíbrio postural e funções executivas de idosos saudáveis – um estudo clínico longitudinal, controlado e aleatorizado".**

Este estudo tem como objetivo geral comparar os efeitos obtidos por meio de um treinamento realizado por fisioterapeutas com o videogame Nintendo® Wii Fit Plus™ com um treinamento fisioterapêutico convencional para melhorar o equilíbrio e a atenção de idosos.

Caso o Senhor(a) concorde em participar deste estudo, o Senhor(a) passará por uma avaliação do seu equilíbrio, do seu andar e da sua atenção por meio de testes e de perguntas realizadas por um fisioterapeuta qualificada e treinada. Essa avaliação será repetida no final do treinamento pelo mesmo fisioterapeuta, e também, após dois meses do final treinamento.

Após a avaliação, o Senhor(a) participará de um sorteio para definir qual dos dois tipos de treinamento o Senhor(a) realizará. Ambos os treinamentos serão realizados duas vezes por semana, aqui neste mesmo local e terá duração de 60 minutos. A primeira etapa dos dois treinamentos é idêntica e consiste em exercícios para o alongamento e fortalecimento muscular, com duração de 30 minutos.

Já na segunda etapa, que dura mais 30 minutos, os treinamentos são diferentes: se o Senhor(a) for sorteado(a) para o tratamento com o videogame, o Senhor(a), com o auxilio de um fisioterapeuta, treinará 10 jogos do videogame Nintendo® Wii Fit Plus™, cinco em cada sessão; se o Senhor(a) for sorteado(a) para o tratamento convencional, Senhor(a) fará vários exercícios, orientados pelo fisioterapeuta, parecidos com os dos jogos do videogame.

Em qualquer um dos tratamentos que o Senhor(a) for sorteado, a possibilidade de riscos é mínima, sendo que, como o Senhor(a) não está acostumado aos exercícios, pode

sentir desconfortos mínimos, como por exemplo, fadiga muscular. O Senhor(a) não terá nenhum risco de quedas, pois estará sempre amparados pelo fisioterapeuta.

Embora o objetivo deste estudo seja melhorar o equilíbrio, o andar e a atenção de idosos, como se trata de um estudo experimental não é possível garantir que o Senhor(a) perceba qualquer dessas melhoras.

Colocamo-nos a disposição para responder qualquer pergunta ou esclarecer qualquer dúvida sobre o estudo. A pesquisadora principal e orientadora é a fisioterapeuta Maria Elisa Pimentel Piemonte e as pesquisadoras executantes são as fisioterapeutas Keyte Guedes da Silva e Alexandra Modenesi, que podem ser localizadas no endereço – Rua Cipotânea, 51 na Cidade Universitária ou pelo telefone (11) 3091-7459. Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) – Rua Ovídio Pires de Campos, 225 – 5º andar – tel: 3069-6442 ramais 16, 17, 18 ou 20, FAX: 3069-6442 ramal 26 – E-mail: cappesq@hcnet.usp.br

O Senhor(a) tem liberdade de retirar o seu consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo, sem qualquer prejuízo à continuidade das suas atividades aqui neste local.

O Senhor(a) não terá sua identificação revelada, assim como seus dados serão confidenciais, tendo conhecimento somente as pessoas ligadas a este estudo. Toda informação sobre o andamento do estudo será repassada ao Senhor (a), mesmo que estes não sejam favorecedores.

Não haverá despesas pessoais para o Senhor(a) em qualquer fase do estudo e também não haverá compensação financeira relacionada à sua participação. Se houver qualquer despesa adicional, ela será absorvida pelo orçamento da pesquisa.

Comprometemo-nos a utilizar os dados coletados somente para este estudo.

***Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo "Efeitos de um treinamento com o Nintendo® Wii™ sobre o equilíbrio postural e funções executivas de idosos saudáveis – um estudo clínico longitudinal, controlado e aleatorizado".***

***Discuti com as fisioterapeutas responsáveis da pesquisa sobre a minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia do acesso a tratamento hospitalar quando necessário. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido, ou no meu atendimento neste serviço.***

_____

Assinatura do paciente/representante legal Data __/__/__

.....

***(<u>Somente para o responsável do projeto</u>)***

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste sujeito ou representante legal para a participação neste estudo.

_____

Assinatura do responsável pelo estudo Data __/__/__

## ANEXO C

## MINI -EXAME DO ESTADO GERAL (MEEM)

(Folstein, Folstein e McHugh, 1975)

**Orientação – 10 pontos**

1. Em que dia da semana estamos? (1 ponto)
2. Em que dia do mês estamos? (1 ponto)
3. Em que mês estamos? (1 ponto)
4. Em qual estação do ano estamos? (1 ponto)
5. Em que ano estamos? (1 ponto)
6. Onde estamos aqui? Que hospital? (1 ponto)
7. Em que andar estamos? (1 ponto)
8. Em que cidade estamos? (1 ponto)
9. Em que estado? (1 ponto)
10. Em qual país? (1 ponto)

**Memória imediata – 3 pontos**

- Fale 3 palavras não relacionadas. Posteriormente pergunte ao indivíduo as 3 palavras. Dê 1 ponto para cada resposta correta:

**VASO, CARRO, JANELA**

**Atenção e Cálculo - 5 pontos**

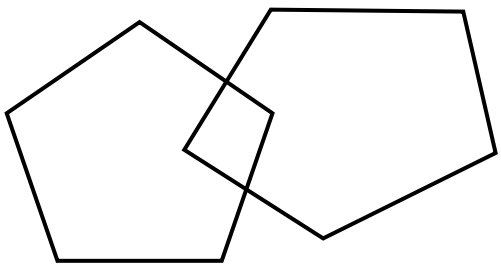
- Calcular a subtração (100-7) 5 vezes sucessivamente (1 ponto para cada cálculo correto)
- Alternativamente, soletrar **MUNDO** de trás para frente.

**Evocação – 3 pontos**

Pergunte pelas três palavras ditas anteriormente (1 ponto para cada palavra certa)

**Linguagem – 9 pontos**

1. Nomear um relógio e uma caneta (1 ponto para cada acerto)
2. Repetir “Nem aqui, nem ali, nem lá” (1 ponto)
3. “Pegue este papel com a mão direita, dobre ao meio e jogue no chão” (3 pontos)
4. Ler e obedecer: “Feche os olhos” (1 ponto)
5. Escreva uma frase (1 ponto)
6. Copiar o desenho (1 ponto)



**PONTUAÇÃO: _____/ 30**

## ANEXO D

## ESCALA DE DEPRESSÃO GERIÁTRICA DE YESAVAGÉ (GDS-15)

(Almeida e Alemida, 1999)

1- Você está satisfeito com a sua vida?
☐ Sim ☐ Não
2- Você deixou de lado muitos de suas atividades e interesses?
☐ Sim ☐ Não
3- Você sente que sua vida está vazia?
☐ Sim ☐ Não
4- Você sente-se aborrecido com freqüência?
☐ Sim ☐ Não
5- Está você de bom humor na maioria das vezes?
☐ Sim ☐ Não
6- Você teme que algo de ruim lhe aconteça?
☐ Sim ☐ Não
7- Você se sente feliz na maioria das vezes?
☐ Sim ☐ Não
8- Você se sente freqüentemente desamparado?
☐ Sim ☐ Não
9- Você prefere permanecer em casa do que sair e fazer coisas novas?
☐ Sim ☐ Não
10- Você sente que tem mais problemas de memória que antes?
☐ Sim ☐ Não
11- Você pensa que é maravilhoso estar vivo?
☐ Sim ☐ Não
12- Você se sente inútil?
☐ Sim ☐ Não
13- Você se sente cheio de energia?
☐ Sim ☐ Não
14- Você sente que sua situação é sem esperança?
☐ Sim ☐ Não
15- Você pensa de que a maioria das pessoas estão melhores do que você?
☐ Sim ☐ Não

# ANEXO E

## Escala de Equilíbrio de Berg (EEB)

(Miyamoto et al., 2004)

**Descrição do item ESCORE (0-4)**
1 . Posição sentada para posição em pé _____
2 . Permanecer em pé sem apoio _____
3 . Permanecer sentado sem apoio _____
4 . Posição em pé para posição sentada _____
5 . Transferências _____
6 . Permanecer em pé com os olhos fechados _____
7 . Permanecer em pé com os pés juntos _____
8 . Alcançar a frente com os braços estendidos _____
9 . Pegar um objeto do chão _____
10. Virar-se para olhar para trás _____
11. Girar 360 graus _____
12. Posicionar os pés alternadamente no degrau_____
13. Permanecer em pé com um pé à frente _____
14. Permanecer em pé sobre um pé _____
Escore Total _____/(56 pontos)

**1. Posição sentada para posição em pé**
Instruções: Por favor, levante-se. Tente não usar suas mãos para se apoiar.
( ) 4 capaz de levantar-se sem utilizar as mãos e estabilizar-se independentemente
( ) 3 capaz de levantar-se independentemente utilizando as mãos
( ) 2 capaz de levantar-se utilizando as mãos após diversas tentativas
( ) 1 necessita de ajuda mínima para levantar-se ou estabilizar-se
( ) 0 necessita de ajuda moderada ou máxima para levantar-se

**2. Permanecer em pé sem apoio**
Instruções: Por favor, fique em pé por 2 minutos sem se apoiar.
( ) 4 capaz de permanecer em pé com segurança por 2 minutos
( ) 3 capaz de permanecer em pé por 2 minutos com supervisão
( ) 2 capaz de permanecer em pé por 30 segundos sem apoio
( ) 1 necessita de várias tentativas para permanecer em pé por 30 segundos sem apoio
( ) 0 incapaz de permanecer em pé por 30 segundos sem apoio
Se o paciente for capaz de permanecer em pé por 2 minutos sem apoio, dê o número total de pontos para o item No. 3. Continue com o item No. 4.

**3. Permanecer sentado sem apoio nas costas, mas com os pés apoiados no chão ou num banquinho**
Instruções: Por favor, fique sentado sem apoiar as costas com os braços cruzados por 2 minutos.
( ) 4 capaz de permanecer sentado com segurança e com firmeza por 2 minutos
( ) 3 capaz de permanecer sentado por 2 minutos sob supervisão
( ) 2 capaz de permanecer sentado por 30 segundos
( ) 1 capaz de permanecer sentado por 10 segundos

( ) 0 incapaz de permanecer sentado sem apoio durante 10 segundos

**4. Posição em pé para posição sentada**
Instruções: Por favor, sente-se.
( ) 4 senta-se com segurança com uso mínimo das mãos
( ) 3 controla a descida utilizando as mãos
( ) 2 utiliza a parte posterior das pernas contra a cadeira para controlar a descida
( ) 1 senta-se independentemente, mas tem descida sem controle
( ) 0 necessita de ajuda para sentar-se

**5. Transferências**
Instruções: Arrume as cadeiras perpendicularmente ou uma de frente para a outra para uma transferência
em pivô. Peça ao paciente para transferir-se de uma cadeira com apoio de braço para uma cadeira sem
apoio de braço, e vice-versa. Você poderá utilizar duas cadeiras (uma com e outra sem apoio de braço)
ou uma cama e uma cadeira.
( ) 4 capaz de transferir-se com segurança com uso mínimo das mãos
( ) 3 capaz de transferir-se com segurança com o uso das mãos
( ) 2 capaz de transferir-se seguindo orientações verbais e/ou supervisão
( ) 1 necessita de uma pessoa para ajudar
( ) 0 necessita de duas pessoas para ajudar ou supervisionar para realizar a tarefa com segurança

**6. Permanecer em pé sem apoio com os olhos fechados**
Instruções: Por favor, fique em pé e feche os olhos por 10 segundos.
( ) 4 capaz de permanecer em pé por 10 segundos com segurança
( ) 3 capaz de permanecer em pé por 10 segundos com supervisão
( ) 2 capaz de permanecer em pé por 3 segundos
( ) 1 incapaz de permanecer com os olhos fechados durante 3 segundos, mas mantém-se em pé
( ) 0 necessita de ajuda para não cair

**7. Permanecer em pé sem apoio com os pés juntos**
Instruções: Junte seus pés e fique em pé sem se apoiar.
( ) 4 capaz de posicionar os pés juntos independentemente e permanecer por 1 minuto com segurança
( ) 3 capaz de posicionar os pés juntos independentemente e permanecer por 1 minuto com supervisão
( ) 2 capaz de posicionar os pés juntos independentemente e permanecer por 30 segundos
( ) 1 necessita de ajuda para posicionar-se, mas é capaz de permanecer com os pés juntos durante 15
segundos
( ) 0 necessita de ajuda para posicionar-se e é incapaz de permanecer nessa posição por 15 segundos

**8. Alcançar a frente com o braço estendido permanecendo em pé**
Instruções: Levante o braço a 90º. Estique os dedos e tente alcançar a frente o mais longe possível.

(O examinador posiciona a régua no fim da ponta dos dedos quando o braço estiver a 90º. Ao serem
esticados para frente, os dedos não devem tocar a régua. A medida a ser registrada é a distância que os
dedos conseguem alcançar quando o paciente se inclina para frente o máximo que ele consegue. Quando possível, peça ao paciente para usar ambos os braços para evitar rotação do tronco).
( ) 4 pode avançar à frente mais que 25 cm com segurança
( ) 3 pode avançar à frente mais que 12,5 cm com segurança
( ) 2 pode avançar à frente mais que 5 cm com segurança
( ) 1 pode avançar à frente, mas necessita de supervisão
( ) 0 perde o equilíbrio na tentativa, ou necessita de apoio externo

**9. Pegar um objeto do chão a partir de uma posição em pé**
Instruções: Pegue o sapato/chinelo que está na frente dos seus pés.
( ) 4 capaz de pegar o chinelo com facilidade e segurança
( ) 3 capaz de pegar o chinelo, mas necessita de supervisão
( ) 2 incapaz de pegá-lo, mas se estica até ficar a 2-5 cm do chinelo e mantém o equilíbrio independentemente
( ) 1 incapaz de pegá-lo, necessitando de supervisão enquanto está tentando
( ) 0 incapaz de tentar, ou necessita de ajuda para não perder o equilíbrio ou cair

**10. Virar-se e olhar para trás por cima dos ombros direito e esquerdo enquanto permanece em pé**
Instruções: Vire-se para olhar diretamente atrás de você por cima do seu ombro esquerdo sem tirar os
pés do chão. Faça o mesmo por cima do ombro direito.
(O examinador poderá pegar um objeto e posicioná-lo diretamente atrás do paciente para estimular o
movimento)
( ) 4 olha para trás de ambos os lados com uma boa distribuição do peso
( ) 3 olha para trás somente de um lado, o lado contrário demonstra menor distribuição do peso
( ) 2 vira somente para os lados, mas mantém o equilíbrio
( ) 1 necessita de supervisão para virar
( ) 0 necessita de ajuda para não perder o equilíbrio ou cair

**11. Girar 360 graus**
Instruções: Gire-se completamente ao redor de si mesmo. Pausa. Gire-se completamente ao redor de si mesmo em sentido contrário.
( ) 4 capaz de girar 360 graus com segurança em 4 segundos ou menos
( ) 3 capaz de girar 360 graus com segurança somente para um lado em 4 segundos ou menos
( ) 2 capaz de girar 360 graus com segurança, mas lentamente
( ) 1 necessita de supervisão próxima ou orientações verbais
( ) 0 necessita de ajuda enquanto gira

**12. Posicionar os pés alternadamente no degrau ou banquinho enquanto permanece em pé sem**
**apoio**

Instruções: Toque cada pé alternadamente no degrau/banquinho. Continue até que cada pé tenha
tocado o degrau/banquinho quatro vezes.
( ) 4 capaz de permanecer em pé independentemente e com segurança, completando 8 movimentos em 20
segundos
( ) 3 capaz de permanecer em pé independentemente e completar 8 movimentos em mais que 20 segundos
( ) 2 capaz de completar 4 movimentos sem ajuda
( ) 1 capaz de completar mais que 2 movimentos com o mínimo de ajuda
( ) 0 incapaz de tentar, ou necessita de ajuda para não cair

**13. Permanecer em pé sem apoio com um pé à frente**
Instruções: (demonstre para o paciente) Coloque um pé diretamente à frente do outro na mesma linha;
se você achar que não irá conseguir, coloque o pé um pouco mais à frente do outro pé e levemente para o lado.
( ) 4 capaz de colocar um pé imediatamente à frente do outro, independentemente, e permanecer por 30
segundos
( ) 3 capaz de colocar um pé um pouco mais à frente do outro e levemente para o lado, independentemente,
e permanecer por 30 segundos
( ) 2 capaz de dar um pequeno passo, independentemente, e permanecer por 30 segundos
( ) 1 necessita de ajuda para dar o passo, porém permanece por 15 segundos
( ) 0 perde o equilíbrio ao tentar dar um passo ou ficar de pé

**14. Permanecer em pé sobre uma perna**
Instruções: Fique em pé sobre uma perna o máximo que você puder sem se segurar.
( ) 4 capaz de levantar uma perna independentemente e permanecer por mais que 10 segundos
( ) 3 capaz de levantar uma perna independentemente e permanecer por 5-10 segundos
( ) 2 capaz de levantar uma perna independentemente e permanecer por mais que 3 segundos
( ) 1 tenta levantar uma perna, mas é incapaz de permanecer por 3 segundos, embora permaneça em pé independentemente
( ) 0 incapaz de tentar, ou necessita de ajuda para não cair

# ANEXO F

## MINI-BALANCE EVALUATION SYSTEMS TEST (Mini-BESTest)

(Franchignoni et al., 2010)

*Orientação:* Os indivíduos devem ser testados com sapatos sem salto ou sapatos com meias.
Se o indivíduo utilizar dispositivo de apoio para algum item, a pontuação terá um ponto inferior para esta categoria.
Caso o indivíduo necessite de assistência física para desempenhar o item, a pontuação mais baixa (0) será atribuída para esta categoria.

**1. Sentado para em pé**
(2) Normal: Fica em pé sem o uso das mãos e estabiliza de forma independente
(1) Moderado: Fica em pé COM o uso das mãos na primeira tentativa
(0) Severo: Impossível ficar em pé da cadeira sem assistência OU após diversas tentativas com o uso das mãos

**2. Elevar os dedos**
(2) Normal: Estável por 3 segundos, com altura máxima
(1) Moderado: Calcanhares elevados, mas não totalmente (menos do que com as mãos dadas) OU notável instabilidade por 3 segundos
(0) Severo: <ou= a 3 segundos

3. Em pé em uma perna
**Esquerda** *Tempo (seg) Exp. 1:* ___ *Exp 2*: ___ **Direita** *Tempo (seg) Exp. 1:* ___ *Exp 2*: ____
(2) Normal: 20 segundos
(1) Moderado: <20 segundos
(0) Severo:incapaz

**4. Correção do reforço compensatório – Para a frente**
(2) Normal: Recupera independentemente um único e grande passo (realinhamento do segundo passo é permitido)
(1) Moderado: Mais que um passo é usado para recuperar o equilíbrio
(0) Severo: Nenhum passo OU cairia se não segurar OU queda espontânea

**5. Correção do reforço compensatório – Para trás**
(2) Normal: Normal: Recupera independentemente um único e grande passo
(1) Moderado: Mais que um passo é usado para recuperar o equilíbrio
(0) Severo: Nenhum passo OU cairia se não segurar OU queda espontânea

**6. Correção do reforço compensatório – Lateral**
**Esquerda _____ Direita _____**
(2) Normal: Recupera independentemente com um passo (lateral ou cruzado)
(1) Moderado: Diversos passos para recuperar o equilíbrio
(0) Severo: Queda OU não pode dar o passo

**7. Olhos abertos, superfície estável (pés unidos)**
*Tempo em segundos* _____
(2) Normal: 30 segundos
(1) Moderado: < 30 segundos
(0) Severo: Incapaz

**8. Olhos abertos, superfície instável (pés unidos)**
*Tempo em segundos* _____
(2) Normal: 30 segundos
(1) Moderado: < 30 segundos
(0) Severo: Incapaz

**9. Inclinação (olhos fechados)**
*Tempo em segundos* _____
(2) Normal: Permanece em pé independentemente por 30 segundos e se alinha com a gravidade
(1) Moderado: Permanece em pé independentemente < 30 segundos OU se alinha com a superfície
(0) Severo: Incapaz de permanecer em pé por > 10 segundos OU não experimentará a postura independentemente

**10. Alteração na velocidade da marcha**
(2) Normal: Altera significantemente a velocidade da marcha sem desequilibrar
(1) Moderado: Incapaz de alterar a velocidade da marcha ou desequilíbrio
(0) Severo: Incapaz de alcançar significantemente a velocidade da marcha E sinais de desequilíbrio

**11. Marcha com movimentos horizontais da cabeça**
(2) Normal: Roda a cabeça sem alterar a velocidade da marcha e com bom equilíbrio
(1) Moderado: Roda a cabeça com redução na velocidade da marcha
(0) Severo: Roda a cabeça com desequilíbrio

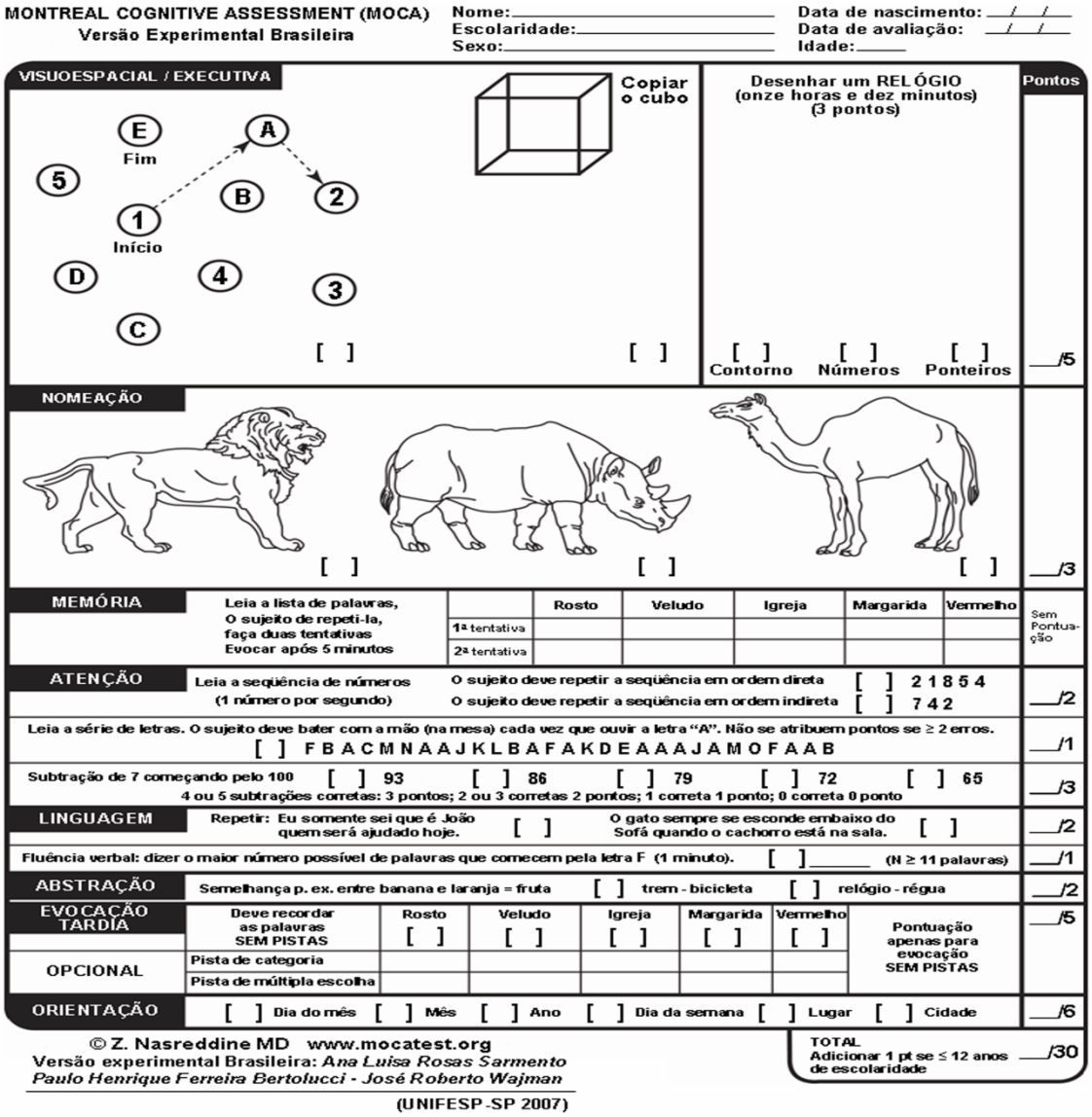
**12. Marcha com giro em um eixo (pivô)**
(2) Normal: Gira com os pés fechados, RAPIDAMENTE (<ou= 3 passos) com bom equilíbrio
(1) Moderado: Gira com os pés fechados, LENTAMENTE (> 4 passos) com bom equilíbrio
(0) Severo: Não gira com os pés fechados, em qualquer velocidade sem desequilíbrio

**13. Marcha sobre obstáculos**
(2) Normal: Capaz de ultrapassar a caixa com mínima alteração na velocidade e bom equilíbrio
(1) Moderado: Ultrapassa a caixa, mas toca a caixa OU exibe um comportamento cauteloso de lentificação da marcha
(0) Severo: Não ultrapassa a caixa OU hesita OU rodeia a caixa

**BESTeste 14. Timed up & Go com dupla tarefa**
*TUG* _____ *seg Dupla tarefa* _____ *seg*
(2) Normal: Não é notada alteração entre o sentar e levantar na contagem para trás & nenhuma alteração na velocidade da marcha no TUG
(1) Moderado: A dupla tarefa interfere quer seja na contagem ou na marcha
(0) Severo: Para de contar enquanto caminha OU para de caminha enquanto conta

# ANEXO G
# AVALIAÇÃO COGNITIVA MONTREAL (MoCA)

(Bertolucci et al., 2008)



MONTREAL COGNITIVE ASSESSMENT (MOCA)
Versão Experimental Brasileira

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

**VISUOESPACIAL / EXECUTIVA** — Pontos

Copiar o cubo



[ ] [ ]

Desenhar um RELÓGIO (onze horas e dez minutos) (3 pontos)

[ ] Contorno [ ] Números [ ] Ponteiros ___/5

**NOMEAÇÃO**

[ ] [ ] [ ] ___/3

**MEMÓRIA** — Leia a lista de palavras, O sujeito de repeti-la, faça duas tentativas. Evocar após 5 minutos. (Sem Pontuação)

| | Rosto | Veludo | Igreja | Margarida | Vermelho |
|---|---|---|---|---|---|
| 1ª tentativa | | | | | |
| 2ª tentativa | | | | | |

**ATENÇÃO**

Leia a seqüência de números (1 número por segundo)
O sujeito deve repetir a seqüência em ordem direta [ ] 2 1 8 5 4
O sujeito deve repetir a seqüência em ordem indireta [ ] 7 4 2 ___/2

Leia a série de letras. O sujeito deve bater com a mão (na mesa) cada vez que ouvir a letra "A". Não se atribuem pontos se ≥ 2 erros.
[ ] F B A C M N A A J K L B A F A K D E A A A J A M O F A A B ___/1

Subtração de 7 começando pelo 100 [ ] 93 [ ] 86 [ ] 79 [ ] 72 [ ] 65
4 ou 5 subtrações corretas: 3 pontos; 2 ou 3 corretas 2 pontos; 1 correta 1 ponto; 0 correta 0 ponto ___/3

**LINGUAGEM**

Repetir: Eu somente sei que é João quem será ajudado hoje. [ ]
O gato sempre se esconde embaixo do Sofá quando o cachorro está na sala. [ ] ___/2

Fluência verbal: dizer o maior número possível de palavras que comecem pela letra F (1 minuto). [ ]_____ (N ≥ 11 palavras) ___/1

**ABSTRAÇÃO**

Semelhança p. ex. entre banana e laranja = fruta [ ] trem - bicicleta [ ] relógio - régua ___/2

**EVOCAÇÃO TARDIA**

| Deve recordar as palavras SEM PISTAS | Rosto [ ] | Veludo [ ] | Igreja [ ] | Margarida [ ] | Vermelho [ ] | Pontuação apenas para evocação SEM PISTAS |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **OPCIONAL** Pista de categoria | | | | | | |
| Pista de múltipla escolha | | | | | | |

___/5

**ORIENTAÇÃO**

[ ] Dia do mês [ ] Mês [ ] Ano [ ] Dia da semana [ ] Lugar [ ] Cidade ___/6

© Z. Nasreddine MD www.mocatest.org
Versão experimental Brasileira: *Ana Luisa Rosas Sarmento*
*Paulo Henrique Ferreira Bertolucci - José Roberto Wajman*
(UNIFESP-SP 2007)

TOTAL
Adicionar 1 pt se ≤ 12 anos de escolaridade ___/30

# ANEXO H

## ESCALA DE ATIVIDADES DE VIDA DIÁRIA (EAVD)

(Lawton e Brody, 1969)

### 1 - Cuidados Pessoais

A – Alimentação
- 0 = normal
- 1 = independente
- 2 = necessita de ajuda para cortar ou servir, derruba com freqüência
- 3 = deve ser alimentado na maioria das refeições

B – Vestir-se
- 0 = normal
- 1 = independente, mas lento e desajeitado
- 2 = seqüência errada, esquece itens
- 3 = necessita de ajuda para vestir-se

C – Banho
- 0 = normal
- 1 = banha-se só, mas necessita ser lembrado
- 2 = banha-se só, com assistência
- 3 = deve ser banhado por outros

D – Eliminações fisiológicas
- 0 = vai ao banheiro independentemente
- 1 = vai ao banheiro quando lembrado: alguns problemas
- 2 = precisa de assistência para a atividade
- 3 = não tem controle sobre fezes e urina

E – Medicação
- 0 = lembra sem ajuda
- 1 = lembra-se quando a medicação é deixada em local especial
- 2 = necessita de lembretes escritos ou falados
- 3 = deve receber a medicação de outros

F – Interesse na aparência pessoal
- 0 = o mesmo de sempre
- 1 = interessa-se quando vai sair, mas não em casa
- 2 = permite ser arrumado ou o faz quando solicitado
- 3 = resiste para ser limpo e trocado por terceiros

### 2 - Cuidados Domésticos

A – Preparação de comidas, cozinhar
- 0 = planeja e prepara comidas sem dificuldades
- 1 = cozinha, mas menos que o habitual ou com menos variedade
- 2 = pega a comida somente se esta já estiver preparada

3 = nada faz para preparar a comida

B – Arrumação da mesa
0 = normal
1 = independente, mas lento ou desajeitado
2 = esquece-se de itens ou os coloca em local errado
3 = não realiza mais esta atividade

C – Trabalhos domésticos
0 = mantém a casa como de costume
1 = faz apenas metade do seu trabalho
2 = ocasionalmente varre a casa ou faz pequenos serviços
3 = não mais cuida da casa

D – Reparos domésticos
0 = realiza todos os reparos habituais
1 = realiza ao menos metade dos reparos habituais
2 = ocasionalmente faz reparos menores
3 – não faz mais nenhum reparo

E - Lavar roupas
0 = lava-as como de costume (rotina)
1 = lava com menor freqüência
2 = lava apenas se lembrado; esquece o sabão
3 = não lava mais as roupas

**4 – Trabalho e recreação**

A – Trabalho
0 = trabalha normalmente
1 = problemas leves com responsabilidades de rotina
2 = trabalha em atividade mais fácil ou meio período; medo de perder o emprego
3 = não trabalha mais

B – Recreação
0 = a mesma habitual
1 = atividade recreacional menos freqüente
2 = perdeu certas habilidade necessárias para atividades recreativas, deve ser persuadido a participar das atividades
3 = não possui mais atividades recreacionais

C – Organizações
0 = comparece a encontros; mantém as responsabilidades como sempre
1 = comparece menos freqüentemente
2 = comparece ocasionalmente, não tem maiores responsabilidades
3 = não comparece mais aos encontros

D – Viagens
0 = o mesmo que o habitual
1 = viaja se alguém mais dirigir

2 = viaja em cadeira de rodas
3 = limitado à casa ou ao hospital

**5 – Compras e dinheiro**

A - Compra de comidas
0 = normal
1 = esquece de itens ou compra itens desnecessários
2 = necessita ser acompanhado enquanto faz as compras
3 = não mais faz as compras

B – uso de dinheiro
0 = normal
1 = tem dificuldade em pagar valores exatos, contar o dinheiro
2 = perde ou coloca o dinheiro em local errado
3 = não mais manipula o dinheiro

C – Administração das finanças
0 = pagamento de contas e serviços bancários normais
1 = paga contas atrasadas, dificuldade para preencher cheques
2 = esquece de pagar as contas, problemas para administrar o saldo bancário; necessita ajuda de terceiros
3 = não administra mais as finanças

**6 – Locomoção**

A – Transporte público
0 = utiliza transporte público normalmente
1 = utiliza transporte público menos freqüentemente
2 = perde-se utilizando transporte público
3 = não usa mais transporte público

B – Condução de veículos
0 = dirige normalmente
1 = dirige mais cautelosamente
2 = dirige menos cuidadosamente; perdeu-se enquanto dirigia
3 = não mais dirige

C – Mobilidade pela vizinhança
0 = normal
1 = sai de casa menos freqüentemente
2 = perde-se nas proximidades de casa
3 = não sai mais desacompanhado (a)

D – Locomoção fora de locais familiares
0 = normal
1 = ocasionalmente fica desorientado em locais estranhos
2 = fica muito desorientado, mas locomove-se se acompanhado
3 = não é mais capaz de sair

**7 – Comunicação**

A – Uso do telefone
0 = normal
1 = liga apenas para alguns números familiares
2 = apenas atende ao telefone
3 = não usa mais o telefone

B – Conversas
0 = normal
1 = menos falante; dificuldade de lembrar-se de normas ou palavras
2 = comete erros ocasionais de fala
3 – fala quase ininteligível

C – Compreensão
0 = compreende tudo o que lhe é dito
1 = solicita que repitam
2 = tem dificuldade em compreender conversações ou palavras específicas, ocasionalmente
3 = não compreende que as pessoas falam na maior parte do tempo

D – Leitura
0 = normal
1 = lê com menor freqüência
2 = tem dificuldade em compreender ou lembrar-se do que leu
3 = não lê mais

E – Escrita
0 = normal
1 = escreve com menor freqüência, erros ocasionais
2 = apenas assina o nome
3 = nunca escreve

**8 – Relações Sociais (cônjuge)**

A – Relações familiares
0 = normais
1 = pequenos problemas matrimoniais
2 = sérios problemas matrimoniais
3 – divorciado, separado, sem mais relacionamentos

B – Relações familiares (crianças)
0 = normais
1 = facilmente irritável, punições intempestivas
2 = negligencia as necessidades físicas e emocionais dos filhos
3 = incapacitado para cuidar das crianças

C – Amigos
0 = encontra os amigos com a mesma freqüência
1 = encontra os amigos com menos freqüência

2 = aceita visitas, mas não procura companhia
3 = recusa-se à vida social; insulta os visitantes

**PONTUAÇÃO TOTAL: / 90**

# ANEXO I

## ESCALA INTERNACIONAL DE EFICÁCIA DE QUEDAS (FES-I)

(Yardley et al., 2005)

| Atividades | Não estou preocupado | Um pouco preocupado | Moderadamente preocupado | Muito preocupado |
|---|---|---|---|---|
| **1. Limpar a casa (ex esfregar, varrer,aspirar)** | 1 ☐ | 2 ☐ | 3 ☐ | 4 ☐ |
| **2. Vestir-se ou despir** | 1 ☐ | 2 ☐ | 3 ☐ | 4 ☐ |
| **3. Preparar refeições diárias** | 1 ☐ | 2 ☐ | 3 ☐ | 4 ☐ |
| **4. Tomar banho (banheira ou chuveiro)** | 1 ☐ | 2 ☐ | 3 ☐ | 4 ☐ |
| **5. Ir às compras** | 1 ☐ | 2 ☐ | 3 ☐ | 4 ☐ |
| **6. Sentar-se ou levantar-se da cadeira** | 1 ☐ | 2 ☐ | 3 ☐ | 4 ☐ |
| **7. Subir ou descer escadas** | 1 ☐ | 2 ☐ | 3 ☐ | 4 ☐ |
| **8. Andar pela vizinhança** | 1 ☐ | 2 ☐ | 3 ☐ | 4 ☐ |
| **9. Alcançar algum objeto acima cabeça ou no chão** | 1 ☐ | 2 ☐ | 3 ☐ | 4 ☐ |
| **10. Atender ao telefone antes que pare de tocar** | 1 ☐ | 2 ☐ | 3 ☐ | 4 ☐ |
| **11. Andar em superfícies escorregadias (molhadas ou enceradas)** | 1 ☐ | 2 ☐ | 3 ☐ | 4 ☐ |
| **12. Visitar um amigo ou parente** | 1 ☐ | 2 ☐ | 3 ☐ | 4 ☐ |
| **13. Andar em um local onde haja multidão** | 1 ☐ | 2 ☐ | 3 ☐ | 4 ☐ |
| **14. Andar em superfícies irregulares (chão com pedras, piso mal conservado ou sem asfalto)** | 1 ☐ | 2 ☐ | 3 ☐ | 4 ☐ |
| **15. Subir ou descer uma rampa** | 1 ☐ | 2 ☐ | 3 ☐ | 4 ☐ |
| **16. Sair para eventos sociais (atividades religiosas, encontros familiares, reunião do clube)** | 1 ☐ | 2 ☐ | 3 ☐ | 4 ☐ |