

Efeitos terapêuticos de um programa de exercícios utilizando um jogo sério desenvolvido para reabilitação de idosos frágeis

Therapeutic effects of an exercise program using a serious game developed for frail elderly rehabilitation

Los efectos terapéuticos de un programa de ejercicios utilizando un juego serio desarrollado para la rehabilitación de ancianos frágiles

Antonio Vinicius Soares
Camila Rafaela de Moura
Elessandra Marcelino
Gabriel Mesquita Rossito
Marcelo da Silva Hounsell
Noé Gomes Borges Júnior
Yoshimasa Sagawa Júnior

RESUMO: O objetivo do estudo foi avaliar os efeitos terapêuticos de um programa de exercícios com um *jogo sério* (JS) desenvolvido para reabilitação de idosos frágeis. Quatorze idosos com idade média de 80,9 anos ($\pm 5,6$) concluíram o estudo, sendo 8 no grupo experimental (GE), e 6 no grupo-controle (GC). O programa de exercícios foi realizado duas vezes por semana durante três meses (20 sessões). Apenas no GE foi observada melhora significativa no equilíbrio e na mobilidade funcional. O programa de exercícios utilizando o JS mostrou-se viável e interessante para promover a recuperação de idosos com fragilidade.

Palavras-chave: Idoso Fragilizado; Terapia por Exercício; Jogos de Vídeo.

ABSTRACT: *The aim of the study was to evaluate the therapeutic effects of an exercise program with a **serious game** (SG) developed to frail elderly rehabilitation. Fourteen patients with average age of 80,9 years ($\pm 5,6$) completed the study, 8 in the experimental group (EG) and 6 in the control group (CG). The exercise program was conducted twice a week for three months (20 sessions). Only in EG was significant improvement in balance and functional mobility. The exercise program using the SG proved to be feasible and interesting to promote the recovery of frail elderly.*

Keywords: *Frail Elderly; Exercise Therapy; Video Games.*

RESUMEN: *El objetivo del estudio fue evaluar los efectos terapéuticos de un programa de ejercicios con un **juego serio** (JS) desarrollado para la rehabilitación de ancianos frágiles. Catorce pacientes con una edad media de 80,9 años ($\pm 5,6$) completaron el estudio, 8 en el grupo experimental (GE), y 6 en el grupo control (GC). El programa de ejercicio se llevó a cabo dos veces a la semana durante tres meses (20 sesiones). Sólo en GE una mejora significativa en el equilibrio y la movilidad funcional. El programa de ejercicios utilizando la JS demostró ser viable e interesante para promover la recuperación de los adultos mayores con la fragilidad.*

Palabras clave: *Ancianos frágiles; Terapia de ejercicio; Videojuegos.*

Introdução

O Brasil acompanha a tendência mundial de um aumento substancial da população idosa (Soares, Marcelino, Borges Júnior, Domenech, Loch, & Sagawa Júnior, 2016; Knappe, Espírito Santo, Leal, & Marques, 2015; Gobbo, Dourado, Almeida, Duarte, Lebão, & Marucci, 2012). Sobretudo em algumas regiões, o país experimenta um processo de envelhecimento populacional comparável àquele observado em países desenvolvidos. Desde 1940, o grupo etário com 60 anos ou mais é aquele que, proporcionalmente, mais tem crescido (Soares, *et al.*, 2016; Maciel, *et al.*, 2010).

Esse aumento da população idosa no país traz à tona a discussão sobre os eventos incapacitantes nesta fase da vida, dos quais se destaca a Síndrome da Fragilidade do Idoso (SFI).

Nessa síndrome, as quedas representam um motivo de preocupação para essas pessoas, pois podem acarretar traumas que levam à incapacidade física e perda da independência funcional (Soares, *et al.*, 2016; Soares, Matos, Laus, & Suzuki, 2003). A SFI é caracterizada por alterações como sarcopenia, dinapenia, alterações no equilíbrio, perda da mobilidade funcional e diminuição do nível de atividade física (Soares, *et al.*, 2016; De Buysse, *et al.*, 2016). Este quadro torna o idoso predisposto não apenas às quedas, mas a diversos outros traumas, hospitalização e até mesmo a morte (Clark, & Manini, 2012; Manini, & Clark, 2011; Macedo, Gazzola, & Najas, 2008; Pereira, Buksman, & Perracini, Barreto, & Leite, 2004).

Estudos recentes preconizam a prática de atividade física para idosos com o objetivo de prevenir e tratar diversas disfunções e comprometimentos advindos do avanço da idade (Gillespie, *et al.*, 2009; Tribbess, Virtuoso Junior, & Oliveira, 2012). Os programas de atividade física com o objetivo de prevenir ou minimizar os efeitos deletérios da SFI representam uma estratégia adequada e válida (Franco, Pereira, & Ferreira, 2013; Gillespie, 2009). Uma técnica utilizada para incrementar o nível de atividade física, treinar o equilíbrio e melhorar a força muscular em idosos é a Realidade Virtual (RV), especialmente através dos *Jogos Sérios* (JS). Recentes pesquisas apontam esta técnica como um recurso terapêutico valioso na reabilitação de idosos (Duque, *et al.*, 2013; Rendon, *et al.*, 2012; Singh, *et al.*, 2012; De Bruin, Schoene, Pichierri, & Smith, 2010). A RV permite que o usuário interaja com o ambiente criado pelo software, utilizando os sentidos da visão, audição, tato e propriocepção, porém, podendo ser ampliada em intensidade, tempo e espaço (Holden, 2005; Corrêa, *et al.*, 2011).

Contudo, a maioria dos estudos utiliza jogos de RV disponíveis comercialmente; estes jogos são desenvolvidos para entretenimento de pessoas saudáveis e precisam ser adaptados para o uso terapêutico, muitas vezes, implicando em riscos nos procedimentos, pois não apresentam ajustes de jogabilidade adequados para as características físicas individuais, bem como para os diferentes graus de comprometimento.

Para aumentar a segurança e possibilitar a customização do jogo ao usuário é crucial desenvolver jogos para a reabilitação desta população específica.

Com base nessa argumentação, esta pesquisa teve como objetivo principal verificar os efeitos terapêuticos de um programa de exercícios utilizando um JS desenvolvido para reabilitação de idosos frágeis.

Método

Foi realizado no Ancianato Bethesda, em Joinville, Santa Catarina, Brasil, um estudo experimental não randomizado com grupo-controle. Para divulgação do projeto dentro da instituição, os autores fizeram uma palestra aos residentes, tendo como tema a Síndrome da Fragilidade do Idoso, seu quadro clínico e possibilidades de tratamento. Em seguida foi apresentado o projeto e feito o convite aos potenciais participantes.

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas em Seres Humanos do Instituto Superior e Centro Educacional Luterano Bom Jesus/IELUSC, sob o número 393.274. Para participar do estudo os idosos assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Participantes do estudo

Foram incluídos do estudo idosos de ambos os sexos com idade ≥ 65 anos com diagnóstico de SFI, segundo critérios já estabelecidos (Fried, *et al.*, 2001). Os critérios de exclusão foram: demências, acidente vascular cerebral, cardiopatias graves, amputações, deficiências visual, auditiva e/ou vestibular grave, e ainda, doenças ortopédicas ou reumatológicas incapacitantes.

Trinta idosos dos 98 residentes na instituição foram inicialmente triados pela equipe de reabilitação. Vinte e quatro aceitaram participar do estudo, e 18 estavam dentro dos critérios de inclusão. Foram formados dois grupos, dez idosos no grupo-experimental e oito no grupo-controle. Os idosos envolvidos no grupo experimental foram aqueles que desejaram participar do programa de exercícios, e os idosos do grupo-controle foram aqueles que só desejavam fazer as avaliações ou não puderam participar quando da implantação do projeto.

Houve uma perda experimental de quatro participantes. Foram quatro mulheres, sendo duas de cada grupo. A idade média dos participantes que concluíram o estudo foi 80,9 anos ($\pm 5,6$). Aqueles idosos que participaram do grupo-controle que demonstraram interesse tardio em participar do programa de tratamento foram atendidos após o término desta fase do projeto.

Instrumentos de medida e avaliação dos participantes

Utilizou-se uma ficha cadastral com dados de identificação pessoal, uma breve anamnese e as patologias associadas (acidente vascular cerebral, Diabetes, doença cardíaca, artrite/artrose, doença renal crônica, outras), medicamentos em uso e tratamentos associados. Os instrumentos de triagem foram o Mini-Exame do Estado Mental (Brucki, Nitrini, Caramelli, Bertolucci, & Okamoto, 2003) e a Escala de Depressão Geriátrica (Valim-Rogatto, Candolo, & Brêtas, 2011).

Os instrumentos de medida específicos foram o Teste de Alcance Funcional para avaliação do equilíbrio (Soares, Figueiredo, Caldas, & Guerra, 2005), que apresenta boa confiabilidade interexaminadores (ICC 0,81) (Figueiredo, Lima, & Guerra, 2007). Para avaliar a mobilidade funcional foi utilizado o *Timed Up and Go Test* (Soares, Matos, Laus, & Suzuki, 2003; Schoene, *et al.*, 2013). Ele apresenta boa confiabilidade intra- (ICC-0,95) e inter-examinadores (ICC-0,98) (Piva, Fitzgerald, Irrgang, Bouzubar, & Starz, 2004). Para classificar o nível de atividade física, foi utilizado o Questionário Internacional de Atividade Física – Forma Curta (Valim-Rogatto, Candolo, & Brêtas, 2011). Sua reprodutibilidade é forte ($r_s=0,95$) (Benedetti, Antunes, Rodrigues-Anez, Mazo, & Petroski, 2007).

O Jogo Sério desenvolvido – SIRTET

O JS foi desenvolvido pelo *Laboratory of Research on Visual Applications (LARVA)* do Centro de Ciências Tecnológicas da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC).

As diretrizes que nortearam a criação do JS e a aplicação no estudo foram baseadas nas recomendações de Bleakley, *et al.* (2013).

No processo de criação do JS foi aplicada uma metodologia de desenvolvimento S3DI para facilitar o processo de especificações e entendimento do projeto. A metodologia usada foi a Metodologia Maiêutica, M^2 (Rossito, Hounsell, Kemezonski, & Wehrmeister, 2012).

No jogo, o usuário permanece em pé diante da câmera Kinect para a calibração inicial do sistema, em que sua imagem é detectada pelo movimento anteroposterior do corpo (Figura 1A). A sua imagem não é transmitida durante o jogo, ele interage guiando um *avatar* criado a partir da sua calibração que está inserido num cenário virtual (Figura 1B). Os elementos gráficos (desafios/tarefas) surgem na perspectiva de um túnel quadriculado. Cabe ressaltar que ambos, avatar e cenário são criados a partir das características antropométricas do usuário, indicando assim a customização do jogo. Durante toda a sessão é oferecida contínua retroalimentação visual e sonora.

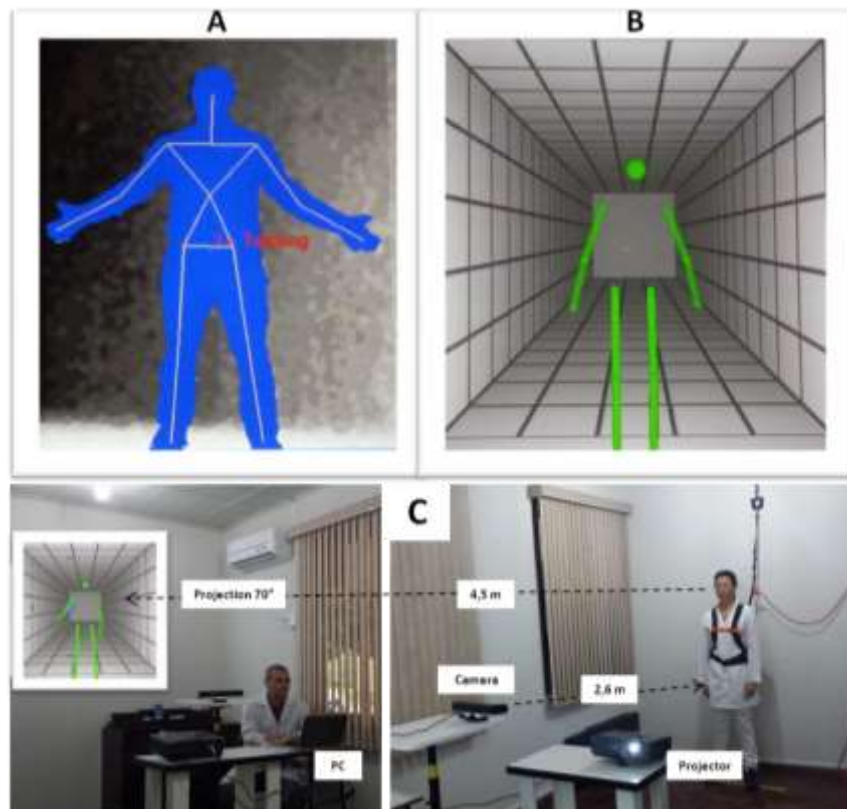


Figura 1 Calibração do jogo (A), criação do avatar (B) e set experimental (C)

Procedimento experimental

Após a avaliação inicial, o grupo-experimental participou do programa de treinamento com o JS. O grupo experimental foi submetido a vinte sessões individuais de tratamento com o jogo, com duração entre 15 e 25 minutos e frequência de duas vezes por semana. O grupo-controle não foi submetido a nenhum tipo de tratamento mantendo sua rotina habitual.

O *set* experimental é detalhado na Figura 1(C), que apresenta os principais componentes do sistema. Para maximizar a segurança durante o treinamento os pacientes utilizaram um amplo cinto corporal de proteção fixado à parede da sala.

O jogo é composto por três níveis de dificuldade. Para mudança de nível, o paciente deve obter desempenho $\geq 90\%$ no mesmo; assim, após 10 segundos, o nível é alterado. Os graus de dificuldade nos níveis foram elaborados com base em experimentos anteriores do grupo de pesquisa (Araújo, *et al.*, 2014).

A primeira sessão serviu para familiarização do paciente, que foi orientado a utilizar qualquer estratégia motora para cumprir a tarefa proposta pelo jogo. A cada acerto no jogo nos alvos atingidos ou obstáculos desviados o paciente pode observar a pontuação obtida na projeção e um sinal sonoro reforça o comportamento motor correto. A Figura 2 apresenta, como exemplo, nove diferentes tarefas do jogo, em A, acertar o alvo (azul), em B, desviar do obstáculo (vermelho), e em C, ambos.

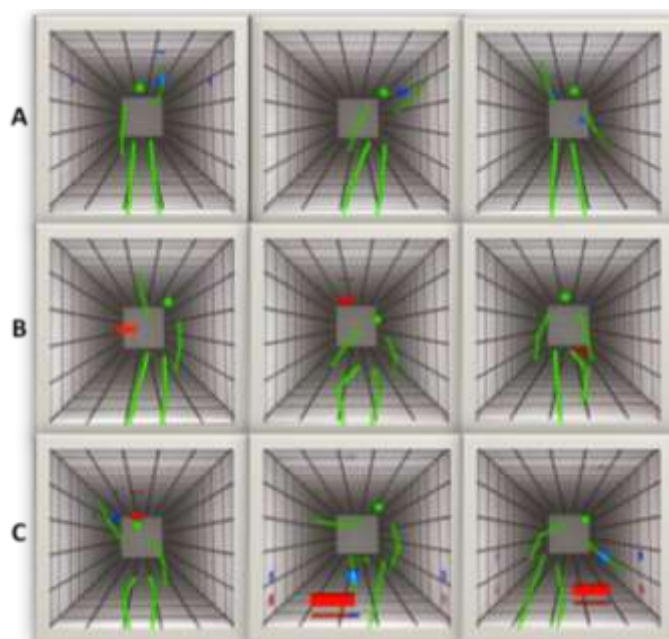


Figura 2 Exemplos de tarefas requeridas no jogo

Os idosos foram monitorados pelo nível percebido de esforço, frequência cardíaca e pressão arterial no início e no final de cada sessão. Estes parâmetros clínicos foram utilizados para interrupção da sessão.

Análise dos dados

A tabulação e análise dos dados foi realizada no software GraphPad Prism 4[®]. Foram obtidos dados da estatística descritiva como os valores mínimos, máximos, médias e desvios-padrão. Para verificar as diferenças entre os grupos, e entre as medidas de pré- e pós-testes foi aplicado o teste *t* de *Student* com nível de significância de 95% ($p < 0,05$). Para verificar a relação entre as variáveis do estudo (scores no jogo *versus* AF e TUGT), utilizou-se o Teste de Correlação de Pearson, com nível de significância de 95% ($p < 0,05$).

Resultados

As características dos participantes são apresentadas na Tabela 1. Todos os idosos do estudo apresentaram resultados no Mini-Exame do Estado Mental compatíveis com o seu grau de escolaridade. Nenhum idoso apresentou traços depressivos importantes e todos relataram baixo nível de atividade física.

Tabela 1 Perfil epidemiológico e clínico dos participantes

	Grupo Experimental (n=8)	Grupo Controle (n=6)	
Idade (anos, M±DP)	81,3 (±6,7)	80,3 (±4,2)	NS
Sexo (masc./fem.)	4 / 4	3 / 3	NS
MEEM (0-30; M±DP)	28,6 (±1,8)	27,8 (±2,1)	NS
IMC (kg/m ² ; M±DP)	24,5 (±4,4)	27,7 (±4,9)	NS
TUGT (s; M±DP)	14,6 (±3,6)	12,8 (±2,2)	NS
AFA (cm; M±DP)	18,7 (±4,6)	18,4 (±4,3)	NS

* $P < 0,05$; NS, não significativo

Legenda: MEEM, Mini-Exame do Estado Mental; IMC, Índice de Massa Corporal; TUGT, *Timed Up and Go Test*; AFA, Alcance Funcional Anterior

A Tabela 2 apresenta um resumo da análise estatística dos testes aplicados em cada grupo. Fica evidente que, enquanto o grupo-controle não alterou significativamente, o grupo-experimental apresentou significativos incrementos no teste de mobilidade funcional avaliada pelo *Timed Up and Go Test* (32,9%), e no equilíbrio avaliado pelo Alcance Funcional (48,7%).

Nenhuma alteração significativa foi observada no Mini-Exame do Estado Mental, Escala de Depressão Geriátrica e nível de atividade física.

Tabela 2 Resumo dos resultados nos testes de ambos os grupos.
G1 (Grupo-Experimental) e G2 (Grupo-Controle)

G1 (n=8)	TUGT pré	TUGT pós	AFA pré	AFA pós
Mínimo	12,1	7,3	13	19,5
Máximo	23	16,4	23	35
Média	14,6	9,8	18,7	27,8
DP	3,6	3,0	4,6	4,9
Valor P	<0.000*		<0,000*	
G2 (n=6)	TUGT pré	TUGT pós	AFA pré	AFA pós
Mínimo	9	8,7	15,3	12
Máximo	15	16	27	22,5
Média	12,8	11,1	18,4	17,9
DP	2,2	2,9	4,3	4,3
Valor P	0,161		0,780	

* P<0,05

Legenda: TUGT, *Timed Up and Go Test* (s); AFA, Alcance Funcional Anterior (cm)

No grupo experimental observou-se um aumento significativo na pontuação do jogo. Média inicial 28,5 ($\pm 13,4$) e final 77,8 ($\pm 16,0$) ($p < 0,000$). Houve uma forte e significativa correlação entre os escores do jogo com o desempenho no TUGT ($r -0,73$) e com o AF ($r 0,85$).

Discussão

A contribuição da RV como uma estratégia terapêutica para promover programas de exercícios para idosos vem sendo gradativamente inserida nos serviços de reabilitação (Duque, *et al.*, 2013; Rendon, *et al.*, 2012; De Bruin, *et al.*, 2010; Agmon, Perry, Phelan, Demiris, & Nguyen, 2011; Szturm, Betker, Moussavi, Dessai, & Goodman, 2011; Suarez, Suarez, & Lavinsky, 2006; Virk, & McConville, 2006).

Os JS têm a finalidade de fornecer desafios terapêuticos e recreativos (Bleakley, *et al.*, 2013). A estratégia de reabilitação torna-se interativa, evitando o tédio e deixando de ser uma terapia cansativa e desestimulante. Ao contrário, os jogos virtuais motivam os pacientes a realizarem as sessões com prazer, e assim, melhoram a adesão ao tratamento (Duque, *et al.*, 2013; Saposnik, *et al.*, 2010; Lucca, 2009; Jang, *et al.*, 2005).

O *SIRTET* foi desenvolvido para reabilitação de idosos. Alguns estudos apresentam diferentes sistemas de RV para treinar o equilíbrio em idosos, mas com princípios diferentes de jogabilidade (Duque, *et al.*, 2013; Szturm, *et al.*, 2011). Assim, cada JS possui suas particularidades de acordo com o desenvolvimento do software e objetivos do jogo, mas de maneira geral, eles propõem tarefas com metas específicas que favorecem o reaprendizado motor (Szturm, *et al.*, 2011). Embora tenham ocorridos ganhos motores importantes, não ocorreram alterações significativas na cognição e humor, muito embora tenha sido observada uma grande satisfação dos participantes durante o período de tratamento. Provavelmente, deve-se a especificidade do treinamento, ou seja, o jogo *SIRTET* possui ênfase nos aspectos motores. Contudo, alguns estudos mostram um potencial também para esta finalidade, ou seja, o uso de ambientes virtuais para avaliação da memória espacial na detecção precoce de demência (Shamsuddin, Lesk, & Ugail, 2011).

Quanto aos aspectos relacionados ao equilíbrio e mobilidade funcional, estudos anteriores corroboram com os achados encontrados nesta pesquisa. Suárez, Suarez, & Lavinsky (2006) trataram 26 idosos com distúrbios do equilíbrio e histórico de quedas. Os idosos melhoraram quanto ao grau de instabilidade sugerindo uma adaptação postural após o treinamento. Studenski, *et al.* (2010) utilizaram um JS com um tapete de dança interativo. Após três meses de intervenção, melhoraram quanto ao equilíbrio, marcha e nos escores no jogo.

Contudo, outros estudos não observaram vantagens sobre intervenções convencionais de treinamento do equilíbrio. Hagedorn, & Holm (2010) conduziram um ensaio clínico randomizado com 35 participantes (81,3 anos \pm 6,9) com histórico de quedas tendo como intervenção 24 sessões com JS Personics.

Os resultados mostraram um aumento da força e do condicionamento, porém, diferença significativa entre os grupos. Singh, *et al.* (2012) conduziram um estudo com 36 participantes com idade \geq 56 anos que foram randomizados em dois grupos, o grupo experimental realizou 12 sessões de treinamento no jogo Nintendo Wii Fit duas vezes por semana, o grupo- controle realizou treino do equilíbrio com exercícios convencionais. Ambos os grupos melhoraram, mas não houve diferença significativa entre eles.

No entanto, outros estudos, mesmo utilizando jogos comerciais adaptados, especialmente o Nintendo Wii, apresentam resultados vantajosos sobre intervenções convencionais (Rendon, *et al.*, 2012; Agmon, *et al.*, 2011; Young, Ferguson, Brault, & Craig, 2011).

Algumas pesquisas enfatizam a necessidade de desenvolvimento de novos JS com maior especificidade à população idosa, melhorando o planejamento do programa de exercícios e permitindo a customização do jogo às condições do usuário. Estas características quando possíveis permitem um treinamento mais objetivo, seguro e provavelmente mais efetivo (Bleakley, *et al.*, 2013; Duque, *et al.*, 2013; Szturm, *et al.*, 2011).

Assim como foi observado no estudo de Duque, *et al.* (2013) com o uso do *Balance Rehabilitation Unit* (BRU), que permite avaliar e treinar o equilíbrio, o *SIRTET* pode possuir propriedades métricas, pois foi encontrada uma alta e significativa correlação dos escores do jogo com os testes de equilíbrio e de mobilidade funcional. Talvez, no futuro, aprimorando o sistema de pontuação, seja possível fazer triagens e avaliações, facilitando o processo de inclusão em programas de tratamento. Isso seria muito interessante, pois na utilização do jogo as respostas dos idosos são mais espontâneas do que durante um teste clínico convencional.

Considerações Finais

Os idosos envolvidos no estudo que utilizaram o JS *SIRTET* apresentaram ganhos significativos quanto ao equilíbrio e mobilidade funcional. Embora todos os idosos envolvidos no estudo apresentem homogeneidade quanto ao gênero e idade, estes achados devem ser vistos com cautela, pois uma limitação deste estudo refere-se ao número reduzido de participantes.

Um aspecto forte do estudo é quanto à população-alvo escolhida: são idosos mais velhos e institucionalizados. São poucos os estudos focados nesta população. Os idosos institucionalizados são, em geral, aqueles que apresentam maiores comprometimentos físicos e mentais, e, assim, são mais vulneráveis às quedas, traumas, incapacidade física que gera um aumento do grau de dependência (Soares, Matos, Laus, & Suzuki, 2003; Woods, Iuliano-Burns, King, Strauss, & Walker, 2011).

Finalmente, observamos que o jogo aumenta a atenção, a motivação, aos idosos, permite a repetição de movimentos e a formulação de estratégias motoras orientadas a um objetivo. Adicionalmente, a técnica requer baixo custo e pequeno espaço físico para propor uma gama variada de condições de exercícios. Estes requisitos quando contemplados são essenciais para adesão no processo de reabilitação e para os próprios desfechos hipotetizados.

Referências

- Agmon, M., Perry, C. K., Phelan, E., Demiris, G., & Nguyen, H. Q. (2011). A pilot study of Wii Fit exergames to improve balance in older adults. *J Geriatr Phys Ther*, 34(4), 161-167. Recuperado em 01 junho, 2015, de: doi: 10.1519/JPT.0b013e3182191d98.
- Benedetti, T. R. B., Antunes, P. C., Rodrigues-Anez, C. R., Mazo, G. Z., & Petroski, E. L. (2007). Reprodutibilidade e validade do questionário Internacional de Atividades Físicas IPAQ entre homens. *Rev Bras Med Esporte*, 13(1), 11-16. Recuperado em 01 junho, 2015, de: <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-86922007000100004>.

Bleakley, C. M., Charles, D., Porter-Armstrong, A., Michzael, D. J., McNeil, S. M., McDonough, S. M., & McCormack, B. (2013). Gaming for Health: A Systematic Review of the Physical and Cognitive Effects of Interactive Computer Games in Older Adults. *J Appl Gerontol*, *X*, 01-24. Recuperado em 01 junho, 2015, de: doi: 10.1177/0733464812470747.

Brucki, S. M. D., Nitrini, R., Caramelli, P., Bertolucci, P. H. F., & Okamoto, I. H. (2003). Sugestões para o uso do mini exame do estado mental no Brasil. *Arq Neuro-psiq.*, *61*(3), 777-781. Recuperado em 01 junho, 2015, de: <http://dx.doi.org/10.1590/S0004-282X2003000500014>.

Clark, B. C., & Manini, T. M. (2012). What is dynapenia? *Nutrition*, *28*(5), 495-503. Recuperado em 01 junho, 2015, de: [http://www.nutritionjrn.com/article/S0899-9007\(11\)00468-0/abstract](http://www.nutritionjrn.com/article/S0899-9007(11)00468-0/abstract).

Corrêa, A. G. D., Monteiro, C. B. de M., Silva, T. D. da, Lima-Alvarez, C. D. de, Fichemann, I. K., Tudella, E., Lopes, R. de Deus. (2011). Realidade Virtual e Jogos Eletrônicos: uma proposta para deficientes. (Cap. 3). In: Monteiro, C. B. M. *Realidade Virtual na Paralisia Cerebral*, 65-92. São Paulo, SP: Plêiade. Recuperado em 01 julho, 2015, de: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/127730/Realidade%20Virtual%20na%20Paralisia%20Cerebral.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

De Buyser, S. L., Petrovic, M., Taes, Y. E., Toyé, K. R. C., Kaufman, J. M., Lapauw, B., & Goemaere, S. (2016). Validation of the FNIH sarcopenia criteria and SOF frailty index as predictors of long-term mortality in ambulatory older men. *Age and Ageing*, *0*, 01-07. Recuperado em 30 novembro, 2016, de: doi: 10.1093/ageing/afw071.

De Bruin, E., Schoene, D., Pichierri, G., & Smith, S. T. (2010). Use of virtual reality technique for the training of motor control in the elderly: Some theoretical considerations. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*, *43*(4), 229-234. Recuperado em 01 julho, 2015, de: doi:10.1007/s00391-010-0124-7.

Duque, G., Boersma, D., Loza-Diaz, G., Hassan, S., Suarez, H., Geisinger, D., Suriyaarachchi, P., Sharma, A., & Demontiero, O. (2013). Effects of balance training using a virtual-reality system in older fallers. *Clin Interv Aging*, *8*, 257-263. Recuperado em 01 junho, 2015, de: doi: 10.2147/CIA.S41453.

Figueiredo, K. M. O. O., Lima, K. C., & Guerra, R. O. (2007). Instrumentos de avaliação do equilíbrio corporal em idosos. *RBCDH*, *9*(4), 408-413. Recuperado em 01 junho, 2015, de: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/rbcdh/article/viewFile/4111/3471>.

Franco, M. R., Pereira, L. S. M., & Ferreira, P. H. (2013). Exercise interventions for preventing falls in older people living in the community. *Br J Sports Med*, *49*(21), 867-868. Recuperado em 01 junho, 2015, de: doi:10.1136/bjsports-2012-092065.

Fried, L. P., Tangen, C. M., Walston, J., Newman, A. B., Hirsch, C., Gottdiener, J., Seeman, T., Tracy, R., Kop, W. J., Burke, G., McBurnie, M. A. (2001). Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol Series A, Med Sciences*, *56*(3), M146-M156. Recuperado em 01 junho, 2015, de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11253156>.

- Gillespie, L. D., Robertson, M. C., Gillespie, W. J., Lamb, S. E., Gates, S., Cumming, R. G., & Rowe, B. H. (2009). Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database Syst Rev*, 2. Recuperado em 01 junho, 2015, de: doi: 10.1002/14651858.
- Gobbo, L. A., Dourado, D. A. Q., Almeida, M. F., Duarte, Y. A. O., Lebrão, M. L., & Marucci, M. F. N. (2012). Massa muscular de idosos do município de São Paulo – Estudo SABE: Saúde, Bem-estar e Envelhecimento. *RBCDH*, 14(1), 01-10. Recuperado em 01 junho, 2015, de: <http://dx.doi.org/10.5007/1980-0037.2012v14n1p1>.
- Hagedorn, D. K., & Holm, E. (2010). Effects of traditional physical training and visual computer feedback training in frail elderly patients. A randomized intervention study. *Eur J Physical Rehab Med*, 46(2), 159-168. Recuperado em 01 junho, 2015, de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20485221>.
- Holden, M. (2005). Virtual Environments for Motor Rehabilitation: Review. *CyberPsychology e Behavior*, 8(3), 185-219. Recuperado em 01 junho, 2015, de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15971970>.
- Jang, S. H., You, S. H., Hallett, M., Cho, Y. W., Park, C. M., Cho, S. H., Lee, H. Y., & Kim, T. H. (2005). Cortical reorganization and associated functional motor recovery after virtual reality in patients with chronic stroke: an experimenter-blind preliminary study. *Arch Phys Med Rehabil*, 86(11), 2218-2223. Recuperado em 01 junho, 2015, de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16271575>.
- Knappe, K. F. L., Espirito Santo, A. C. G., Leal, M. C. C., & Marques, A. P. O. (2015). Envelhecimento bem-sucedido em idosos longevos: uma revisão integrativa. *Geriatr Gerontol Aging*, 9(2), 66-70. Recuperado em 01 julho, 2015, de: doi: 10.5327/Z2447-2115201500020006.
- Lucca, L. F. (2009). Virtual reality and motor rehabilitation of the upper limb after stroke: a generation of progress? *J Rehabil Med*, 41(12), 1003-1006. Recuperado em 01 junho, 2015, de: doi: 10.2340/16501977-0405.
- Macedo, C., Gazzola, J. M., & Najas, M. (2008). Síndrome da fragilidade do idoso: importância da fisioterapia. *RBCS*, 33(3), 177-184. Recuperado em 01 junho, 2015, de: <http://files.bvs.br/upload/S/1983-2451/2008/v33n3/a177-184.pdf>.
- Maciel, S. S. S. V., Maciel, W. V., Teotonio, P. M., Barbosa, G. G., Lima, V. G. C., Oliveira, T. F., & Silva, E. T. C. (2010). Perfil epidemiológico das quedas em idosos residentes em capitais brasileiras utilizando o sistema de informações sobre mortalidade. *Rev AMRIGS*, 54(1), 25-31. Recuperado em 01 julho, 2015, de: http://amrigs.org.br/revista/54-01/09-470_perfil_epidemiologico.pdf.
- Manini T. M., & Clark, B. C. (2011). Dynapenia and Aging: An Update. *J. Gerontol.*, 67(1), 28-40. Recuperado em 01 junho, 2015, de: doi: 10.1093/gerona/glr010.
- Pereira, S. R. M., Buksman, S., Perracini, M. P. L., Barreto, K. M. L., & Leite, V. M. (2004). Projeto Diretrizes: quedas em idosos. *Rev AMRIGS*, 48(1), 43-65. Recuperado em 01 junho, 2015, de: <http://www.amrigs.com.br/revista/48-01/Diretrizes%20-%20quedas%20em%20idosos.pdf>.
- Piva, S. R., Fitzgerald, G. K., Irrgang, J. J., Bouzubar, F., & Starz, T. W. (2004). Get up and Go test in patients with knee osteoarthritis. *Arch Phys Med Rehabil*, 85(2), 284-289. Recuperado em 01 junho, 2015, de: [http://www.archives-pmr.org/article/S0003-9993\(03\)00893-1/abstract](http://www.archives-pmr.org/article/S0003-9993(03)00893-1/abstract).

Rendon, A. A., Lohman, E. B., Thorpe, D., Johnson, E. G., Medina, E., & Bradley, B. (2012). The Effect of Virtual Reality Gaming on Dynamic Balance in Older Adults. *Age Ageing*, 41(4), 549-552. Recuperado em 01 junho, 2015, de: doi: 10.1093/ageing/afs053.

Rossito, G. M., Hounsell, M. S., Kemezonski, A., & Wehrmeister, M. A. (2012). Uma taxonomia para softwares 3d interativos. In: Rio de Janeiro, RJ: *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, 23(1). Recuperado em 01 junho, 2015, de: <http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/sbie/2012/00126.pdf>.

Saposnik, G., Teasell, R., Mamdani, M., Hall, J., Mcllroy, W., Cheung, D., Thorpe, K. E., Cohen, L. G., Bayley, M. (2010). Effectiveness of Virtual Reality Using Wii Gaming Technology in Stroke Rehabilitation A Pilot Randomized Clinical Trial and Proof of Principle. *Stroke*, 41(7), 1477-1484. Recuperado em 01 junho, 2015, de: doi: 10.1161/STROKEAHA.110.584979.

Schoene, D., Wu, S. M., Mikolaizak, A. S., Menant, J. C., Smith, S. T., Delbaere, K., & Lord, S. R. (2013). Discriminative Ability and Predictive Validity of the Timed Up and Go Test in Identifying Older People Who Fall: Systematic Review and Meta-Analysis, *JAGS*, 61(2), 202-208. Recuperado em 01 junho, 2015, de: doi: 10.1111/jgs.12106.

Shamsuddin, S. N. W., Lesk, V., & Ugail, H. (2011). Virtual Environment Design Guidelines for Elderly People in Early Detection of Dementia. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 59, 751-755. Recuperado em 01 junho, 2015, de: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.294.9318&rep=rep1&type=pdf>.

Singh, D. K., Rajaratnam, B. S., Palaniswamy, V., Pearson, H., Raman, V. P., & Bong, P. S. (2012). Participating in a virtual reality balance exercise program can reduce risk and fear of falls. *Maturitas*, 73(3), 239-243. Recuperado em 01 junho, 2015, de: doi: 10.1016/j.maturitas.2012.07.011.

Soares, A. V., Marcelino, E., Borges Júnior, N. G., Domenech, S. C., Loch, M. S. G., & Sagawa Júnior, Y. (2016). Relação entre dinapenia, sarcopenia e mobilidade funcional em idosos frágeis institucionalizados. *Medicina Ribeirão Preto*, 49(3), 195-201. Recuperado em 01 dezembro, 2016, de: doi: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2176-7262.v49i3p195-201>.

Araújo, M., Postól, M. K., Bruckheimer, A. D., Silva Hounsell, M. da S., Woellner, S. S. & Soares, A. V. (2014). Realidade virtual: efeitos na recuperação do membro superior de pacientes hemiparéticos por acidente vascular cerebral. *Arq Catarin Med*, 43(1), 15-20. Recuperado em 01 junho, 2015, de: <http://www.acm.org.br/revista/pdf/artigos/1267.pdf>.

Soares, A. V., Matos, F. M., Laus, L. H., & Suzuki, S. (2003). Estudo comparativo sobre a propensão de quedas em idosos institucionalizados e não institucionalizados através do nível de mobilidade funcional. *Fisioter Bras*, 4(1), 12-16.

Soares, K. V., Figueiredo, K. M. O. B. de, Caldas, V. V. de A., & Guerra, R. O. (2005). Avaliação quanto à utilização e confiabilidade de instrumentos de medida do equilíbrio corporal em idosos. *Publica*, 1, 78-85. Recuperado em 01 junho, 2015, de: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/rbcdh/article/viewFile/4111/3471>.

- Soares, W. J. S. (2009). *Capacidade Físico-Funcional em idosos com e sem história de quedas: Projeto Fibras*. Tese de doutorado. Universidade Cidade de São Paulo (UNICID). Recuperado em 01 junho, 2015, de: http://arquivos.cruzeirodosuleducacional.edu.br/pos_graduacao/new/mestrado_fisioterapia/dissertacao/dissertacao_wuber_soares.pdf.
- Studenski, S., Perera, S., Hile, E., Keller, V., Spadola-Bogard, J., & Garcia, J. (2010). Interactive video dance games for healthy older adults. *J Nutri Health Aging*, *14*(10), 850-852. Recuperado em 01 junho, 2015, de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21125204>.
- Suarez, H., Suarez, A., & Lavinsky, L. (2006). Postural adaptation in elderly patients with instability and risk of falling after balance training using a virtual-reality system. *Inter Tinnitus Journal*, *12*(1), 41-44. Recuperado em 01 junho, 2015, de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17147038>.
- Szturm, T., Betker, A. L., Moussavi, Z., Dessai, A., & Goodman, V. (2011). Effects of an interactive computer game exercise regimen on balance impairment in frail community-dwelling older adults: a randomized controlled trial. *Phys Ther*, *91*(10), 1449-1462. Recuperado em 01 junho, 2015, de: doi: 10.2522/ptj.20090205.
- Tribbess, S., Virtuoso Junior, J. S., & Oliveira, R. J. (2012). Atividade física como preditor da ausência de fragilidade em idosos. *RAMB*, *58*(3), 341-347. Recuperado em 01 junho, 2015, de: <http://www.scielo.br/pdf/ramb/v58n3/v58n3a15.pdf>.
- Valim-Rogatto, P. C., Candolo, C., & Brêtas, A. C. P. (2011). Nível de atividade física e sua relação com quedas acidentais e fatores psicossociais em idosos de centro de convivência. *Rev Bras Geriatr Geront*, *14*(3), 521-533. Recuperado em 01 junho, 2015, de: <http://www.repositorio.unifesp.br/handle/11600/6254>.
- Virk, S., & McConville, K. M. (2006). Virtual reality applications in improving postural control and minimizing falls. *IEEE Eng Med Biol Soc.*, *1*, 2694-2697. Recuperado em 01 junho, 2015, de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17946975>.
- Woods, J. L., Iuliano-Burns, S., King, S. J., Strauss, B. J., & Walker, K. Z. (2011). Poor physical function in elderly women in low-level aged care is related to muscle strength rather than to measures of sarcopenia. *Clin Interv Aging*, *6*, 67-76. Recuperado em 01 junho, 2015, de: doi: 10.2147/CIA.S16979.
- Young, W., Fergurson, S., Brault, C., & Craig, C. (2011). Assessing and training standing balance in older adults: A novel approach using the “Nintendo Wii Balance Board”. *Gait Posture*, *33*(2), 303-305. Recuperado em 01 junho, 2015, de: doi: 10.1016/j.gaitpost.2010.10.089.

Recebido em 26/10/2015

Aceito em 30/04/2016

Antonio Vinicius Soares – Fisioterapeuta, Doutor em Ciências do Movimento Humano; Professor da Faculdade Guilherme Guimbala da Associação Catarinense de Ensino e da Associação Educacional Luterana Bom Jesus (IELUSC).

E-mail: a.vinisoares@yahoo.com.br

Camila Rafaela de Moura – Acadêmica do Curso de Fisioterapia da Faculdade Guilherme Guimbala da Associação Catarinense de Ensino.

E-mail: camilamouraft@gmail.com

Elessandra Marcelino – Acadêmica do Curso de Fisioterapia da Faculdade Guilherme Guimbala da Associação Catarinense de Ensino.

E-mail: elessandrabr@gmail.com

Gabriel Mesquita Rossito – Bacharel em Ciências da Computação pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC).

E-mail: gabrielmesquit@gmail.com

Marcelo da Silva Hounsell – Engenheiro Eletricista, Professor Doutor do PPG em Computação Aplicada do Centro de Ciências Tecnológicas. Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC).

E-mail: marcelo.hounsell@udesc.br

Noé Gomes Borges Júnior – Engenheiro Eletricista, Professor Doutor do PPG em Ciências do Movimento Humano do Centro de Ciências da Saúde e do Esporte (UDESC).

E-mail: d2ngbj@udesc.br

Yoshimasa Sagawa Júnior – Fisioterapeuta, Professor Doutor do Laboratoire d'Exploration Fonctionnelle Clinique du Mouvement, Centre Hospitalier Régional Universitaire de Besançon, Besançon, França.

E-mail: ysagawajunior@chu-besancon.fr