

## Intervenção por realidade virtual e exercício físico em idosos\*

Intervention for virtual reality and physical exercise in elderly

La intervención de la realidad virtual y el ejercicio físico en los ancianos

Thaís Sporkens Magna<sup>1</sup>, Alexandre Fonseca Brandão<sup>2</sup>, Paula Teixeira Fernandes<sup>3</sup>

### RESUMO

**Descritores:**

Envelhecimento;  
Realidade Virtual;  
Exercício Físico

**Objetivo:** Comparar nos idosos a evolução do equilíbrio, cognição e marcha durante a prática de exercício físico com a realidade virtual. **Métodos:** 31 participantes de ambos os sexos, foram divididos nos grupos: 1. Realidade Virtual (RV); 2. Exercício Físico (EF) e 3. Realidade Virtual e Exercício Físico (RVEF), realizaram procedimentos com um quebra-cabeça virtual (grupos RV) e/ou exercício físico de caminhada (grupos EF), durante 5 meses. **Resultados:** Na atenção todos os grupos aumentaram o escore médio após o período de intervenção. Na memória as diferenças estatisticamente significativas ocorreram nos grupos RV e RVEF. No equilíbrio todos os grupos aumentaram o escore após o período de intervenção. Na marcha o grupo RVEF obteve melhor resultado. **Conclusões:** As intervenções por RV e EF mostraram-se eficazes para a melhora do equilíbrio, marcha, atenção e memória. Portanto, conclui-se que a intervenção por RV associada ao EF melhora o desempenho físico funcional em idosos.

### ABSTRACT

**Keywords:** Aging,  
Virtual Reality, Physical  
Exercise

**Objective:** To compare in the elderly, the evolution of balance, cognition and walking during physical exercise with virtual reality. **Methods:** 31 participants of both sexes divided into groups: 1. Virtual Reality (VR); 2. Physical Exercise (PE) and 3. Virtual Reality and Physical Exercise (VRPE), performed procedures with a virtual puzzle (VR groups) or walking physical exercise (PE groups), during five months. **Results:** In the attention test, all groups increased the mean score after the intervention period; In the memory test, statistically significant differences occurred in the VR and VRPE groups; In the balance test, all groups increased the score after the intervention period, and in the gait test, the VRPE group obtained better results. **Conclusions:** The interventions by VR and PE were effective in improving balance, gait, attention and memory. Therefore, we conclude that VR intervention associated with PE improves functional physical performance in the elderly.

### RESUMEN

**Descriptores:** Internet;  
Estándares de Referencia;  
Control de Calidad

**Objetivo:** Comparar la evolución del equilibrio, la cognición y la marcha durante el ejercicio físico con la realidad virtual del ancianos. **Métodos:** 31 participantes de ambos sexos fueron divididos en grupos: 1. Realidad Virtual (RV) con un rompecabezas virtual; 2. Ejercicio Físico (EF) caminando; y 3. Realidad Virtual y Ejercicio Físico (RVEF). La intervención ha durado cinco meses. **Resultados:** En la atención todos aumentaron la puntuación media después del período de intervención. En la memoria, las diferencias estadísticamente significativas ocurrieron en los grupos RV y RVEF. En equilibrio, todos aumentaron la puntuación después del período de intervención. En la marcha el grupo RVEF obtuvo mejores resultados. **Conclusiones:** Las intervenciones de RV y EF fueron efectivas para mejorar el equilibrio, la marcha, la atención y la memoria. Se concluye que la intervención de la RV asociada a la EF mejora el rendimiento físico y funcional en los ancianos.

\* O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, parecer nº 2.665.738 e CAAE nº 86626318.0.0000.5404

<sup>1</sup> Mestre em Gerontologia, Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas, SP, Brasil.

<sup>2</sup> Pesquisador do Departamento de Raios Cósmicos e Cronologia, Instituto de Física Gleb Wataghin, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas, SP, Brasil; Pesquisador Associado do Brazilian Institute of Neuroscience and Neurotechnology - BRAINN, Campinas, SP, Brasil.

<sup>3</sup> Professora Livre Docente na Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas UNICAMP, Campinas, SP, Brasil.

## INTRODUÇÃO

Com o aumento da população idosa, os desafios também crescem em torno das exigências do processo de envelhecimento, exigindo maior atenção nas agendas pública e acadêmica para entender e solucionar as demandas complexas e adversas desta população.

Métodos inovadores e eficientes no processo de reabilitação como a prática de exercícios físicos e a utilização da Realidade Virtual, aparentemente possibilitam o envelhecimento ativo e previne as complicações advindas do aumento da idade. Funções motoras, cognitivas e emocionais, são os temas comumente abordados em pesquisas na área do envelhecimento<sup>(1)</sup>.

Perda de peso não intencional, diminuição na velocidade da marcha, autorrelato de fadiga, doenças crônicas degenerativas e a sarcopenia, são as mudanças físicas mais apontadas no processo de envelhecimento, fatores esses que acarretam a diminuição do equilíbrio por diminuir força, habilidades motoras e controle postural<sup>(2)</sup>.

Nas funções cognitivas, os idosos geralmente apresentam déficit de atenção, memória, compreensão, desenvolver cálculos, se comunicar e a capacidade de julgar diversas situações<sup>(3)</sup>. Entre as diversas estratégias para se manter ou melhorar o desempenho físico-funcional neste processo de envelhecimento está o exercício físico.

A prática regular de exercícios físicos no processo de envelhecimento pode prevenir, minimizar e/ou reverter uma série de doenças ocasionadas pelo sedentarismo que levam à incapacidade funcional, como obesidade, dislipidemia, doenças cardiovasculares, hipertensão arterial e diabetes, alterações do sistema sensorial<sup>(4)</sup>.

O idoso fisicamente ativo adia as incapacidades funcionais progressivamente, proporcionando maior tempo de independência em suas atividades diárias, sendo capaz física e mentalmente para realizar tarefas complexas e se mostra mais propício às relações sociais.

Em pesquisa realizada em 2016, Teixeira-Salmela mostraram que a caminhada acarreta vários benefícios ao praticante na questão fisiológica, na qual recrutou 20 idosos com idade média de 63,6 anos na cidade de Belo Horizonte que realizavam a intervenção de 60 minutos de caminhada, alongamento e relaxamento, 2 vezes por semana durante 10 semanas, e foi evidenciado melhora do sistema cardiorrespiratório, circulatório, da tonicidade muscular, melhora do equilíbrio e da marcha<sup>(5)</sup>.

Idosos praticantes de caminhada e corrida, se motivam inicialmente para começar os exercícios por orientação médica, mas o bem-estar, o aumento da autoconfiança e a interação com outros praticantes da modalidade motivam a continuidade à prática.

O tempo mínimo de 30 minutos de duração em exercícios aeróbios mostram-se eficazes quando o assunto é cognição, pois quando estes são associados à exercícios de flexibilidade e de resistência, os resultados são ainda mais significativos, como mostra a pesquisa com 35 idosos com idade média de 65 anos que praticaram exercícios aeróbios e treino de força, no qual os resultados foram promissores, pois o grupo de treinamento combinado

mostrou maior potência, resistência aeróbica e incremento de massa muscular, quando comparado com os grupos que realizaram os exercícios isoladamente<sup>(6)</sup>.

Um ponto importante a ser considerado é a heterogeneidade dessa população, sendo de extrema importância as intervenções serem feitas de maneira individual e respeitosa, como por exemplo, os exercícios de força, equilíbrio e flexibilidade são recomendados para idosos com maior grau de fragilidade e vulnerabilidade, e por conta disso, diversas opções são apresentadas para tornar o exercício físico mais atrativo.

A tecnologia é uma destas opções, pois além dos benefícios para a saúde, o uso de celulares, computadores e outros aparelhos tecnológicos inclui o idoso na era atual, utilizando dispositivos cada vez mais comuns e a prática regular de exercícios físicos acarreta também benefícios aos aspectos psicológicos, como controle da ansiedade, do estresse, da depressão, da demência e das funções cognitivas<sup>(7)</sup>.

Saúde física e saúde mental estão totalmente ligadas ao envelhecimento saudável e ao desempenho físico-funcional, por isso, idosos ativos têm maior facilidade de se engajar novamente em atividades sociais e dificilmente se isolam<sup>(8)</sup>. Manutenção e melhora da memória são também benefícios do exercício físico regular<sup>(9)</sup>.

Isto pode ser explicado pelas diversas proteínas que são liberadas pelo organismo durante o exercício físico, como por exemplo o neurotrófico BDNF, responsável pela formação de novos neurônios (neurogênese) e sinapses neurais (sinaptogênese) importantes para a longevidade e função neural efetiva<sup>(9)</sup>.

A prática de exercício físico pode influenciar no processo de envelhecimento, comportamento, variáveis demográficas, benefícios, obstáculos, formas de se exercitar, fatores internos e influência ambiental como no estudo realizado em 2004, que concluiu que os idosos ativos fisicamente tem visão otimista da área onde residem e melhor percepção quando comparados aos idosos inativos fisicamente<sup>(10)</sup>.

Os fatores psicossociais mostram-se influenciadores no estilo de vida que o indivíduo irá adotar, enfatizando os comportamentos saudáveis ou danosos à saúde e ao bem-estar. Já os autos - auto percepção, autoeficácia e automotivação - estão ligados aos fatores positivos dos benefícios que a prática de exercício físico acarreta para a saúde mental e física, no qual o indivíduo acredita na própria capacidade de ter uma vida ativa, ter prazer e se sentir apto à prática.

Idosos que são expostos a intervenções por realidade virtual (RV) demonstram melhora das capacidades física e cognitiva, como a melhora do equilíbrio estático e dinâmico, melhora da marcha, aumento da força muscular, da capacidade funcional, melhora da atenção e memória<sup>(11)</sup>.

A RV mostra-se cada vez mais eficaz em pacientes que apresentam equilíbrio corporal prejudicado e déficit neuromotor durante o processo de reabilitação, sendo considerada uma maneira inovadora, divertida, motivacional, além de eficaz alternativa.

Os participantes treinam, através de softwares de RV

de projeção, o desempenho da coordenação fina ao alcançar móveis e objetos fixos em ambiente virtual. Esse estudo demonstrou que os participantes obtiveram maior precisão motora em suas atividades reais e vida diária.

Outro estudo também utiliza a realidade virtual trabalhando o sistema sensorial através da percepção visual, equilíbrio e noção espacial, com o uso de um software denominado *e-Street*, no qual simula ambientes urbanos e neste sentido, o usuário precisa realizar marcha estacionária para se deslocar pelo ambiente virtual<sup>(12)</sup>.

Levando em consideração que os sistemas sensoriais responsáveis pelo controle postural são afetados pela própria diminuição da reserva funcional do idoso, um instrumento inovador e eficaz como a RV só vem agregar as terapias e reabilitações convencionais, para melhor aderência, motivação e sucesso<sup>(13)</sup>.

Diante deste contexto, os softwares que simulam os ambientes virtuais são considerados alternativas que proporcionam tarefas complexas para os sistemas cognitivo e motor, sem acarretar riscos aos indivíduos, com o objetivo de reabilitá-los para a vida normal e real<sup>(14)</sup>.

## MÉTODOS

Este estudo é um ensaio quase-experimental e intervencional, no qual participaram 31 idosos para a investigação da influência da intervenção por realidade virtual e a prática de exercício físico.

Com o objetivo de comparar a evolução das variáveis, equilíbrio, mobilidade, atenção e memória nos diferentes grupos RV, EF e RVEF, antes e após as intervenções. Os participantes foram idosos, de ambos os sexos, com idade entre 70 e 85 anos divididos em 3 grupos:

- Grupo 1: Realidade Virtual (RV)
- Grupo 2: Exercício Físico (EF)
- Grupo 3: Realidade Virtual e Exercício Físico (RVEF)

A amostra foi formada por participantes que não apresentavam distúrbios cognitivos e limitações físicas. Os testes descritos a seguir foram aplicados no início e após 5 meses das intervenções.

Foram utilizados: Índice da Marcha Dinâmica (*Dynamic Gait Index – DGI*)<sup>(15)</sup> para avaliar o risco de quedas, no qual o participante percorreu seis metros de oito de diferentes formas; Teste Clínico de Interação Sensorial e Equilíbrio (TCISE)<sup>(16)</sup> para o equilíbrio, no qual o participante realizou 30 segundos estáticos de seis diferentes formas; Teste Pictórico de Memória (TEPIC-M)<sup>(17)</sup> para avaliação de memória e Teste de Atenção Alternada (Teste AA)<sup>(18)</sup> para a avaliação da atenção.

O TEPIC-M avalia a capacidade do indivíduo de recuperar uma informação em um período curto de tempo por meio de estímulos figurais (2 minutos). O Teste AA avalia atenção no que se refere à capacidade de selecionar apenas uma fonte de informação, diante de vários estímulos oferecidos para distração (2 minutos).

### Software de RV não imersivo:

O software *GesturePuzzle* foi desenvolvido para permitir a interação gestual a partir de movimentos dos

membros superiores, em todos os planos (coronal, sagital e transversal). Trata-se de um ambiente projetado (não imersivo), que utiliza um monitor, TV ou projetor, para apresentar o ambiente gráfico ao usuário.

Implementado a partir da biblioteca *OpenNI*<sup>(19)</sup> (do inglês, *Open Natural Intercation*), que permite o desenvolvimento de aplicações para a interação natural de usuários (como a interação gestual), o software *Gesture Puzzle* é executado no Sistema Operacional Linux e utiliza conceitos de Interface Natural de Usuário - NUI (do inglês, *Natural User Interface*)<sup>(20)</sup> para o reconhecimento de gestos corporais e interação humano-computador de maneira fisicamente ativa<sup>(21)</sup>.

### Grupos do experimento

Grupo Realidade Virtual (GRV): A intervenção por RV foi realizada por meio do seguinte protocolo: primeiro, foi realizado o aquecimento de 2 minutos, com a montagem do quebra-cabeça virtual (*Gesture Puzzle*), que continha um computador e um dispositivo para o reconhecimento de gestos (detecção dos movimentos), no qual o idoso realizava movimentos em diferentes amplitudes, planejava e traçava estratégias para montar corretamente o quebra-cabeça.

Após o aquecimento, iniciava-se a prática propriamente dita, durante 8 minutos ininterruptos, com o mesmo jogo de quebra-cabeça, com a variação da distância do participante do sensor, quanto mais afastado do sensor, maior era a amplitude de movimento dos membros superiores. O objetivo do jogo virtual é trabalhar equilíbrio e função cognitiva.

O treinamento foi realizado 3 vezes por semana durante 5 meses, no grupo RV no qual tivemos 9 participantes. O software *Gesture Puzzle* foi escolhido para essa pesquisa por ser um jogo de baixa complexidade, intuitivo e por não causar desconfortos como tonturas e vertigens. Grupo Exercício Físico (GEF): A intervenção por exercício físico foi realizada com o seguinte protocolo: primeiro, os participantes realizaram alongamento e aquecimento corporal durante 5 minutos.



**Figura 1** – Treinamento por Realidade Virtual (*Gesture Puzzle*)

Em seguida, realizaram o exercício de caminhada, com a duração de 30 minutos. Para finalizar, 5 minutos de

relaxamento muscular. As sessões foram realizadas 2 vezes por semana durante 5 meses no grupo EF, no qual tivemos 10 participantes.

Todos os participantes apresentaram o atestado médico de que estavam aptos à prática de exercício físico. Grupo Realidade Virtual e Exercício Físico (GRVEF): A intervenção por RV e EF seguiram os protocolos descritos acima e foram aplicados durante 5 meses no grupo RVEF no qual tivemos 12 participantes.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis foram caracterizadas através da média, variação média ( $\bar{A}$ ), desvio padrão, erro padrão e frequência relativa. Os testes de Shapiro-Wilk e Levene foram usados para a identificação da normalidade e homogeneidade, respectivamente. Na linha de base, os grupos foram comparados através do teste de Kruskal-Wallis (variáveis contínuas) ou exato de Fisher (variáveis categóricas).

Para comparar a cognição e a funcionalidade dos idosos após o período de intervenção, foram realizados Modelos Mistos de medidas repetidas, sendo considerados como efeitos fixos o grupo (RV, EF e RVEF) e o tempo (pré e pós). As matrizes de covariância e o ajuste final dos modelos foram definidos por Critério de Informação de Akaike (AIC).

O teste d de Cohen foi usado para estimar o tamanho do efeito das diferenças pré e pós, cujos valores até 0,19 são “insignificantes”, entre 0,20-0,49 “pequenos”, 0,50-0,79 “médios”, 0,80-1,29 “grandes” e superiores a 1,30 “muito grandes”<sup>(22)</sup>. O nível de significância estatística foi de 5% e todas as análises foram realizadas no Statistical Package for the Social Science (SPSS; IBM, Chicago, IL, EUA), versão 25,0.

Em média, a amostra apresentou  $73,39 \pm 3,88$  anos,  $17,32 \pm 3,70$  no teste de atenção,  $10,52 \pm 3,52$  para a memória,  $131,97 \pm 17,98$  de equilíbrio e  $50,23 \pm 19,54$  no teste de marcha. A maioria dos participantes foram sexo feminino (80,6%), e não houve diferenças entre os grupos ( $p=0,459$ ). Na questão da escolaridade concluíram o ensino fundamental 9,7%, ensino médio 58,1% e ensino superior 32,2%, e também não houve entre os grupos diferenças significativas ( $p=0,162$ ).

Na linha de base, no teste de atenção houve diferença estatisticamente significativa ( $p=0,048$ ), no qual o grupo EF apresentou desempenho superior em comparação ao grupo RV ( $p=0,012$ ). Não houve diferença estatisticamente significativa na variável memória ( $p=0,052$ ).

A Tabela 1 apresenta os efeitos das diferentes intervenções nas capacidades cognitiva e funcional dos idosos. Os 3 grupos aumentaram o escore médio após o período de intervenção na variável atenção [F tempo (1, 28) = 77,75], sendo os tamanhos de efeito “muito grande” (RV e RVEF) e “grande” (EF). Na variável memória, os intervalos de confiança demonstraram que as diferenças estatisticamente significativas ocorreram nos grupos RV e RVEF [F tempo (1, 28) = 17,85], sendo os tamanhos de efeito “médio” e “grande”, respectivamente.

Em relação ao equilíbrio [F tempo (1, 28) = 135,00], todos os grupos aumentaram o escore após o período de intervenção, apresentando tamanhos de efeito “muito grandes”. E por fim na variável marcha, os intervalos de confiança revelaram que os grupos EF e RVEF melhoraram após o período de intervenção [F tempo (1, 28) = 17,86], porém o tamanho de efeito do grupo EF foi “insignificante”, enquanto o grupo RVEF obteve tamanho de efeito “médio”. Não foi observada nenhuma interação estatisticamente significativa.

A independência está fortemente associada ao desempenho físico. Observa-se que as intervenções associadas à RV, que visam melhorar a marcha ou a função cognitiva, podem contribuir para a longevidade e melhor qualidade de vida.

Em relação à tecnologia e indivíduos idosos, pesquisas (23, 24) mostram resultados promissores com indivíduos com mais de 60 anos. Estas indicam que a existência ou não de experiência prévia com a tecnologia não foi fator relevante na pesquisa de RV para idosos<sup>(23)</sup> e obtiveram resultados como menor nível de isolamento social e maiores níveis de bem-estar ao compararem idosos que utilizam e não utilizam realidade virtual para o entretenimento<sup>(24)</sup>.

Treinos físicos e jogos cognitivos convencionais já são utilizados para a estimulação física e cognitiva em idosos<sup>(25)</sup>. O *software Gesture Puzzle*, neste contexto, por se mostrar um método inovador, seguro, de viável aplicabilidade, com boa aceitação e maior motivação dos participantes

**Tabela 1-** Efeitos de diferentes intervenções nas capacidades cognitiva e funcional dos idosos.

Variáveis	Grupo	$\Delta$ (IC 95%)	EP	Cohen d	P tempo	P interação
Atenção	RV	1,11 (-4,19; 6,41)	2,58	0,05	<0,001	0,068
	EF	9,60 (4,57; 14,63)	2,45	0,19		
	RVEF	7,08 (2,49; 11,67)	2,24	0,61		
Memória	RV	2,11 (0,02; 4,20)	1,02	0,51	<0,001	0,671
	EF	1,90 (-0,08; 3,88)	0,97	0,46		
	RVEF	3,00 (1,19; 4,81)	0,88	0,83		
Equilíbrio	RV	29,00 (18,88; 39,12)	4,94	1,42	<0,001	0,645
	EF	29,90 (20,29; 39,50)	4,69	1,92		
	RVEF	34,58 (25,82; 43,35)	4,28	1,88		
Marcha	RV	4,33 (2,68; 5,99)	0,81	1,44	<0,001	0,478
	EF	3,10 (1,53; 4,67)	0,77	0,93		
	RVEF	4,18 (2,73; 5,60)	0,70	1,69		

RV = Realidade Virtual; EF = Exercício Físico; RVEF = Realidade Virtual e Exercício Físico;  $\bar{A}$  = Média pós – média pré; IC = Intervalo de Confiança; EP = Erro Padrão.

no processo de reabilitação, aparece e se fortalece no sentido de agregar pesquisas nessa área.

Assim, é importante destacar que este trabalho teve o objetivo de comparar a evolução do equilíbrio, da cognição e da marcha nos idosos, relacionando a prática de exercício físico com a RV. Nossa hipótese inicial, de que as sessões de RV associadas ao EF fossem mais eficazes na melhora das capacidades físicas e cognitivas, foi comprovada ao longo da pesquisa.

Com a melhora destas capacidades, a pessoa idosa melhora também sua autonomia nas atividades básicas, instrumentais e avançadas da vida diária, acarretando maior autoeficácia e independência, contribuindo para seu envelhecimento saudável. Dessa maneira, ressaltamos a significativa importância desta pesquisa para a literatura e para a área do envelhecimento.

## CONCLUSÃO

As capacidades cognitivas (atenção e memória) obtiveram melhores resultados nos grupos que realizaram o treinamento por RV isoladamente e os treinamentos conjuntos por RV e EF. Já nas capacidades físicas, foi obtido melhor resultado da marcha através da intervenção por RV associada ao exercício físico e o equilíbrio obteve melhora tanto nas intervenções isoladas como nas intervenções conjuntas RV e EF.

Esses resultados podem ser explicados pela interação idoso-máquina que estimula a aprendizagem de uma nova tarefa e planejamento de estratégias para a execução do

jogo, no qual incrementam as conexões e funções cerebrais, e o exercício físico não beneficia apenas o sistema musculoesquelético, mas envolvendo todo o sistema cognitivo e sensorio-motor.

Por esse motivo, é fundamental ressaltar que esta pesquisa contribui, de maneira significativa, para a reabilitação e a melhora do desempenho físico funcional dos idosos por meio da intervenção por RV e exercício físico. Neste contexto, é importante enfatizar a constante evolução da tecnologia, impulsionando os profissionais à inovação, no sentido da utilização de novas ferramentas, proporcionando desenvolvimento integral aos indivíduos.

Além das comprovações científicas, observamos que a RV é uma ferramenta eficiente e de fácil acesso para tornar o trabalho dos profissionais que lidam com idosos mais completo, interessante e motivador. A junção destas duas intervenções, RV e EF, tem papel diferenciado, no sentido de ser o caminho para esta nova era, diversificando as práticas e construindo pessoas cada dia mais preparadas para os desafios inerentes à tecnologia. As intervenções por RV e EF mostraram-se eficazes para a melhora do equilíbrio, marcha, atenção e memória. Portanto, conclui-se que o desempenho físico funcional em idosos pode melhorar com a intervenção por RV associada ao EF.

## AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa foi apoiada pela Capes 02-P-4588/2018 e pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP, Processo: 2015/03695-5).

## REFERÊNCIAS

- Fried LP, Tangen CM, Walston J, Newman AB, Hirsch C, Gottdiener J, et al. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2001 Mar;56(3):M146-56.
- Clares JW, Freitas MC, Borges CL. Social and clinical factors causing mobility limitations in the elderly. *Acta Paul Enferm*. 2014;27(3):237-42.
- Marshall A, Nazroo J, Tampubolon G, Vanhoutte B. Cohort differences in the levels and trajectories of frailty among older people in England. *J Epidemiol Community Health*. 2015 Apr;69(4):316-21.
- World Health Organization. Health statistics and information systems. Global status report. Geneva; 2014.
- Teixeira-Salmela LF, dos Santos LD, Goulart F, Cassiano JG, Hirochi TL. Efeitos de atividades físicas e terapêuticas em adultos maduros e idosos. *Fisioterapia Brasil*. 2016;2(2):99-106.
- Guedes JM, Bortoluzzi MG, Matte LP, Andrade CMD, Zulpo NC, Sebben V, Tourinho HF. Efeitos do treinamento combinado sobre a força, resistência e potência aeróbica em idosos. *Rev Bras Med Esporte*. 2016;22(6): 480-4.
- de Vries AW, Faber G, Jonkers I, Van Dieen JH, Verschueren SMP. Virtual reality balance training for elderly: similar skiing games elicit different challenges in balance training. *Gait Posture*. 2018 Jan;59:111-6.
- Silva VTBL, Souza MA, Pinheiro MHNP. Atividade física e os idosos do grupo São Vicente de Paula. In: Congresso Brasileiro de Geriatria e Gerontologia. 2004 Jun; Salvador; Interlinks Consultoria e Eventos; 2004.
- Strawbridge WJ, Wallhagen MI, Cohen RD. Successful aging and well-being: self-rated compared with Rowe and Kahn. *Gerontologist*. 2002 Dec;42(6):727-33.
- Kojima G, Iliffe S, Morris RW, Taniguchi Y, Kendrick D, Skelton DA, et al. Frailty predicts trajectories of quality of life over time among British community-dwelling older people. *Qual Life Res*. 2016; 25(7):1743-50.
- Lacerda AMP de. A influência dos factores ambientais na prática de actividade física em idosos: estudo em idosos residentes no conselho da Maia [dissertação]. Porto (PT): Universidade do Porto. Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física; 2004.
- Jorgensen MG, Laessoe U, Hendriksen C, Nielsen OBF, Aagaard P. Efficacy of nintendo wii training on mechanical leg muscle function and postural balance in community-swelling older adults: a randomized controlled trial. *J Gerontol A Biol Sci*. 2013 Jul;68(7):845-52.
- Vieira G de P, de Araujo DFGH, Leite MAA, Orsini M, Correa CL. Virtual reality in physical rehabilitation of patients with Parkinson's disease. *J Hum Growth Develop*. 2014;24(1):31-41.
- Butler AC, Chapman JE, Forman EM, Beck AT. The empirical status of cognitive-behavioral therapy: a review of meta-analyses. *Clin Psychol Rev*. 2006;26(1):17-31.
- De Castro SM, Perracini MR, Ganança FF. Versão brasileira do Dynamic Gait Index. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2006 Nov/Dez;72(6):8-25.
- Shumway-Cook A, Horak FB. Assessing the influence of sensory interaction on balance. Suggestion from the field. *Phys Ther*. 1986 Oct;66(10):1548-50.
- Rueda FJM, Sisto FF. Teste pictórico de memória (TECPIC-M). SP: Vetor; 2007.
- Rueda FJM. Bateria psicológica para avaliação da atenção. São Paulo, Vetor; 2013.
- OpenNI. Open-source sdk for 3d sensor [cited 2015 may 15]. Available from: <http://www.openni.ru/openni-sdk/index.html>
- Liu W. Natural user interface – next mainstream product user interface. Proceedings of the IEEE 11th International Conference on Computer-Aided Industrial Design

- Conceptual & Design (CAIDCD). Yiwu, China; 2010 Nov 17-19;(1):203- 5.
21. Brandão AF, Dias DRC, Guimarães MP, Trevelin LC, Parizotto NA, Castellano G. GestureCollection for motor and cognitive stimuli: virtual reality and e-Health prospects. *J. Health Inform.* 2018 Jan-Mar;10(1):9-16.
  22. Rosenthal JA. Qualitative descriptors of strength of association and effect size. *J Soc Serv Res.* 1996; 21(4): 37-59.
  23. Oliveira CR, Lopes Filho BJ, Esteves CS, Rossi T, Nunes DS, Lima M, Argimon II. Neuropsychological assessment of older adults with VR: association of age, schooling, and general cognitive status. *Front Psychol.* 2018; 9:1085.
  24. Lin CX, Lee C, Lally D, Coughlin JF. Impact of virtual reality (VR) experience on older adults' well-being [abstract]. In: International Conference on Human Aspects of IT for the Aged Population; 2018 Jul 15-20; Las Vegas, NV, USA Springer; p.89-100.
  25. Yassuda MS, Batistoni SST, Fortes AG, Neri AL. Treino de memória no idoso saudável: benefícios e mecanismos. *Psicologia: reflexão e crítica.* 2006;19(3):470-81.