

Miqueline Pivoto Faria Dias

EFEITOS DO USO DA REALIDADE VIRTUAL NA  
COGNIÇÃO DE INDIVÍDUOS IDOSOS COM COMPROMETIMENTO  
COGNITIVO LEVE – REVISÃO DE LITERATURA

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional / UFMG

2016

Miqueline Pivoto Faria Dias

EFEITOS DO USO DA REALIDADE VIRTUAL NA  
COGNIÇÃO DE INDIVÍDUOS IDOSOS COM COMPROMETIMENTO  
COGNITIVO LEVE – REVISÃO DE LITERATURA

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Especialização  
em Fisioterapia da Escola de Educação  
Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional  
da Universidade Federal de Minas Gerais,  
como requisito parcial à obtenção do título  
de Especialista em Fisioterapia, área de  
concentração Geriatria e Gerontologia.

Orientadora: Profa. Gisele C. Gomes, PhD

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional / UFMG

2016

## RESUMO

**Objetivo** Realizar uma revisão de literatura, a fim de avaliar a influência do treinamento de Realidade Virtual na recuperação e na melhoria da função cognitiva em indivíduos idosos. **Metodologia** Uma revisão da literatura foi realizada nas bases de dados LILACS, SciELO, MedLine/PubMed, PEDro e Cochrane. As buscas foram realizadas entre os meses de dezembro de 2015 a maio de 2016. **Resultados** 802 referências foram encontrados nas bases de dados citadas; 180 duplicados removidos; 166 selecionados para análise; 15 artigos selecionados por elegibilidade; 10 artigos excluídos devido ao tipo de estudo amostra, idioma e metodologia; 5 artigos incluídos no estudo. Esta revisão constatou que idosos com ou sem déficit cognitivo, foram capazes de participar de um programa de exercícios utilizando a RV não-imersiva. A maioria dos estudos demonstrou ganhos estatisticamente significativos em relação à melhora dos processos cognitivos nesses indivíduos. A amostra dos estudos incluídos nesta revisão constitui de indivíduos institucionalizados ou da comunidade. **Conclusão** A principal evidência encontrada foi que a RV pode ser utilizada satisfatoriamente no treinamento de estimulação cognitiva, à medida que pode gerar benefícios positivos para indivíduos idosos com ou sem déficits cognitivos. **Palavras-chave:** Cognição; Idosos; Realidade Virtual.

## ABSTRACT

**Objective** Perform a literature review to evaluate the influence of Virtual Reality (VR) training in the recovery and improvement of cognitive function in the elderly. **Methodology** A literature review was conducted in the databases LILACS, SciELO, MEDLINE / PubMed, PEDro and the Cochrane. The searches were carried out between the months of December 2015 to May 2016. **Results** 802 references were found in the databases; 180 duplicates removed; 166 selected for analysis; 15 items selected for eligibility; 10 articles excluded due to the nature of the sample study, language and methodology; 5 items included in the study. This review found that older adults with or without cognitive impairment, were able to participate in an exercise program using the non-immersive VR. Most studies show statistically significant gains in relation to improvement of cognitive processes in these individuals. The sample of the studies included in this review is institutionalized individuals or the community. **Conclusion** The main evidence found was that VR can be used satisfactorily in the training of cognitive stimulation, as they can generate positive benefits for elderly individuals with or without cognitive deficits. **Keywords:** Cognition; Elderly; Virtual reality.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>4</b>
1.1 Objetivo Geral.....	6
1.2 Objetivos específicos.....	6
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>7</b>
2.1 Realidade Virtual como ferramenta terapêutica.....	7
2.2 Realidade Virtual na reabilitação de idosos .....	9
2.3 Influência da realidade virtual na cognição.....	10
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>12</b>
3.1 Identificação e seleção dos estudos.....	12
3.2 Extração de dados e avaliação da qualidade dos estudos .....	12
<b>4 RESULTADOS .....</b>	<b>13</b>
<b>5 DISCUSSÃO .....</b>	<b>17</b>
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>20</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>21</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Diante da grande transformação demográfica ocorrida nos últimos anos, a população mundial entrou em um processo de envelhecimento. No Brasil, este processo está ocorrendo rapidamente em associação com a expectativa de vida, o que pode resultar em um aumento da prevalência e incidência de doenças e incapacidades funcionais (NOGUEIRA *et al.*, 2010).

O processo natural de envelhecimento provoca alterações na anatomia e fisiologia do Sistema Nervoso Central (SNC). As funções cognitivas mediadas pelo hipocampo, responsável pela memória declarativa, e pelo córtex pré-frontal dorsolateral, responsável pela memória de trabalho, são consideradas as mais vulneráveis ao envelhecimento. Outra alteração observada é a redução da substância cinzenta, principalmente na região frontoparietal. Todas essas disfunções geram redução nas habilidades cognitivas à medida que podem provocar déficits no controle motor (MORISSON *and* BAXTER, 2010).

As alterações decorrentes do declínio patológico também podem acarretar em doenças crônicas e incapacitantes, como por exemplo, as síndromes demenciais. Essas síndromes têm como principal característica o déficit cognitivo acompanhado de deterioração emocional e social com impacto negativo na autonomia do idoso (STARR, 2010).

Funções cognitivas são caracterizadas como um conjunto de funções cerebrais superiores relacionadas às atividades de atenção, memória, percepção, raciocínio, discernimento, imaginação, pensamento, tomada de decisão e linguagem (DE LA FUENTE; XIAS; BRANCH, 2013).

O déficit cognitivo pode interferir na capacidade do indivíduo para compreender e integrar as várias etapas das atividades da vida diária (AVDs). Problemas com a tomada de decisão, execução de tarefas individuais e conexão de informações, são características de indivíduos com disfunção cognitiva. Pode também estar relacionado com a redução de relações sociais, o que favorece o desenvolvimento de isolamento e depressão (PURSER *et al.*, 2005).

Em casos de comprometimento cognitivo grave, há diminuição da adesão voluntária do paciente a um programa de reabilitação. Esse fator pode afetar a

capacidade de adquirir habilidades motoras, à medida que se torna a causa principal de mau prognóstico para a reabilitação. Além disso, uma lesão pode afetar apenas uma área de função cognitiva, mas na maioria dos casos, pode vir acompanhada de comprometimento da área responsável pela atenção, concentração, memória, propriocepção, habilidades de resolução de problemas e planejamento motor (CICERONE *et al.*, 2000; DIAMOND *et al.*, 1996).

Assim, torna-se necessário a identificação e tratamento precoce das disfunções cognitivas encontradas nos idosos com ou sem associação a processos patológicos neurodegenerativos. Uma nova técnica que propicia estimulação motora e cognitiva integradas é a Realidade Virtual (RV). Através do estímulo de múltiplas modalidades sensoriais o indivíduo pode interagir em uma interface de ambiente virtual que se assemelha a eventos reais (FONG *et al* 2010).

Estudos sugerem que o uso de RV em pacientes idosos promove benefícios na mobilidade; força muscular de membros inferiores; no controle do equilíbrio e tempo de reação, à medida que diminui as quedas; e principalmente nas alterações cognitivas e funções executivas (SCHOENE *et al.*, 2013).

Dentre os jogos disponíveis de RV, o Nintendo® Wii Fit™ e o Wii® Big Brain Academy™ têm se mostrado alternativas interessantes, pois, apresentam grande variedade de estímulos motores e cognitivos, além de ser uma forma agradável e lúdica de interação (REDMOND, 2007).

Com isso, alguns autores avaliaram a eficácia de um treinamento fisioterapêutico convencional associado a um treinamento com jogos do Nintendo® Wii Fit™ sobre o equilíbrio e a cognição em idosos saudáveis. Alguns estudos relativos a este tema têm sido produzidos e em maioria tem-se encontrado que: o treinamento com a RV torna-se uma ferramenta complementar ao tratamento fisioterapêutico à medida que pode proporcionar melhora nas habilidades motoras e cognitivas de indivíduos idosos (SILVA, 2013). Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi realizar uma revisão sistemática de literatura, a fim de avaliar a influência do treinamento de Realidade Virtual na recuperação e na melhoria da função cognitiva em indivíduos idosos.

## **1.1 Objetivo Geral**

Realizar uma revisão de literatura, a fim de avaliar a influência do treinamento de Realidade Virtual na recuperação e na melhoria da função cognitiva em indivíduos idosos.

## **1.2 Objetivos específicos**

Verificar os efeitos do treinamento da Realidade Virtual em indivíduos idosos saudáveis ou com alterações cognitivas.

Verificar a eficácia do treinamento da Realidade Virtual no tratamento precoce de disfunções cognitivas.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Realidade Virtual como ferramenta terapêutica

Com a evolução da tecnologia de informação tornou-se possível atualmente reproduzir as tarefas diárias em ambientes virtuais. A RV trata-se de uma tecnologia utilizada em diversas aplicações, em que simula ambientes reais ou atividades que podem ser inseridos na reabilitação (MARQUES *et al.*, 2008). Ambientes de RV foram desenvolvidos a fim de avaliar componentes da cognição, especificamente a memória espacial e a via de aprendizagem que são fatores importantes na identificação de alterações cognitivas associadas às demências (LESK *et al.*, 2014).

Definida como um tipo de interação entre o indivíduo e o computador, a RV oferece ao usuário uma experiência que pode ser comparada a situações reais em três dimensões em um ambiente virtual. Para esta interação, os jogos e os componentes estruturais foram criados para construir a tecnologia em consoles de *videogames* e *joysticks* a fim de oferecer ao indivíduo o controle do ambiente gráfico que está interagindo (ACKERMAN; KANFER; CALDERWOOD, 2010).

Através dos jogos interativos, a RV torna-se uma ferramenta complementar que pode ser utilizada no processo de reabilitação do indivíduo. Sendo foco de pesquisa nos últimos anos, essa terapia proporciona atividades dentro de ambientes ricos, seguros e desafiadores promovendo estímulos motores e aumento da neuroplasticidade (DE BRUIN *et al.*, 2010; LEVIN, 2011). Além disso, oferece a possibilidade de simular situações da vida real de forma imersiva e interativa, a medida que produz uma sensação de “estar no ambiente”. Assim, a RV pode ser ajustada de acordo com a necessidade do paciente ( RIVA, 1998; OPTALE *et al.*, 2010 ).

Com a capacidade de estimular principalmente os sentidos da audição e visão, a RV pode influenciar também a propriocepção e o sistema vestibular. À medida que, promove ainda mais uma experiência rica ao usuário no momento da interação com o mundo virtual (RAND *et al.*, 2005).

Caracterizada por dois tipos, a RV pode ser classificada como imersiva e não-imersiva. A imersiva está associada à idéia de fazer parte do ambiente, em que são utilizados capacetes de visualização, salas com projeções das visões nas paredes, teto e piso. Assim, o indivíduo é transportado para o domínio da aplicação sentindo-se imerso

no mundo virtual. Interage com objetos e pode sentir suas reações através de dispositivos proprioceptivos multisensoriais (KIMER *and* KIMER, 2011).

Dessa forma, a RV não imersiva (RVNI) pode ser definida como a interação do usuário para o mundo virtual através de uma janela, como por exemplo, um monitor, em que o paciente continua a sentir-se no mundo real (TORI *and* KIMER, 2006). A RVNI utiliza também caixas de som para possibilidade aumento dos estímulos sensoriais. (VAN SCHAİK *et al.*, 2008).

Um novo estilo de RV foi introduzido e comercializado no final de 2006, e ficou conhecido como console de *videogame* Nintendo Wii™. Apresenta um *joystick* (“wiimote”) contendo um dispositivo caracterizado por um acelerômetro, o qual registra dados e movimentos em três dimensões e envia as informações para o console (PESSOA *et al.*; 2014).

Com diversos jogos destinados a diferentes níveis educacionais e idades, apresentam uma característica interativa e divertida que incentiva o indivíduo a utilizar o dispositivo através de ferramentas motivacionais como a música, o bônus e reprodução. Como consequência o paciente é motivado também a melhorar a performance (ANDERSON, ANNETT, & BISCHOF, 2010).

Diversos objetivos podem ser alcançados ao utilizar os jogos de RV. Os jogos relacionados à cognição envolvem habilidades motoras, de atenção e de memória. Alguns tipos destes jogos são mais focados em tarefas, e outros oferecem a possibilidade de interação social. Existem também os *exergames*, que se caracterizam por jogos que incluem a realização de exercícios utilizando um dispositivo sensível à captura de movimentos. Denominado também de exercício virtual de realidade aumentada, os *exergames* combinam o exercício físico com ambientes simulados por computador, possibilitando comportamentos saudáveis, à medida que torna o exercício mais atrativo ao usuário. Como exemplos podem ser citados o Wii fit e o Play Station Move (PESSOA *et al.*; 2014).

Além disso, o Nintendo Wii™ apresenta vantagens de estar disponível comercialmente e apresenta fácil utilização para aqueles com déficits de mobilidade. O pacote dos jogos do Wii Sports por exemplo inclui boliche, golfe, tennis, baseball e boxe. A familiaridade desses jogos associada com as novas experiências com *videogames* interativos pode tornar-se uma intervenção cognitiva ideal para indivíduos com ou sem déficits cognitivos (JOVANCEVIC *et al.*, 2008; MAILLOT, PERROT, HARLEY, 2012).

A utilização desta terapia tem sido explorada em múltiplas patologias, tais como lesões cerebrais; intervenções pós Acidente Vascular Cerebral (AVC) e na recuperação músculo-esquelética. Na reabilitação cognitiva a RV também pode ser utilizada no tratamento de fobias, stress, ansiedade e déficits de memória (TOST *et al.*, 2009).

## **2.2 Realidade Virtual na reabilitação de idosos**

O uso da RV na reabilitação de idosos tem sido utilizado como uma excelente alternativa terapêutica. A partir do feedback visual, proporciona uma maior interação do paciente durante a realização dos exercícios, a medida que promove benefícios como melhora do equilíbrio, da funcionalidade, aumento da autoestima e do humor. A terapia ganha um caráter de entretenimento, e ao mesmo tempo, possibilita múltiplos benefícios aos idosos (POLIDORO *and* CONTENÇAS; 2013).

O *videogame* torna-se dessa forma, uma possibilidade adjuvante na reabilitação de indivíduos idosos. Além das aferências visuais, estímulos somatossensoriais e vestibulares podem promover, por exemplo, aumento da força muscular e coordenação motora de indivíduos com quadro clínico de incapacidades neuromotoras, ou indivíduos saudáveis (KESHNER,2004; ADAMOVICH *et al.*, 2009).

Assim, estudos mostraram que idosos submetidos à RV foram capazes de melhorar o tempo de reação bipodal diante de uma informação externa, com melhora do controle postural e diminuição no risco de quedas (BISSON *et al.*, 2007). Além disso, Vick e McConville (2012), concluíram que os idosos utilizam de forma mais segura as aferências visuais para recuperar ou manter o equilíbrio.

É evidenciado também na literatura melhora das habilidades cognitivas em indivíduos idosos após serem submetidos ao uso do *videogame*. Vance e colaboradores (2009) observaram que idosos que utilizavam de programas de computador obtiveram melhora na velocidade do processamento, nos aspectos da memória e da atenção. E no estudo de Basak e colaboradores (2008) foi encontrado melhora significativa nas habilidades do raciocínio e no controle executivo.

Outro aspecto a ser evidenciado é a importância da repetição de uma determinada tarefa, a fim de obter ganhos na aprendizagem de novas habilidades. Assim, alguns autores observaram que após vinte e duas horas e meia de treinamento com o *videogame Rise of Nations®*, em um período de 5 semanas, promoveram

melhoras significativas no processo cognitivo de indivíduos idosos. O treino caracterizou-se por uma série de tarefas cognitivas, incluindo as atividades de controle executivo e habilidades visuo-espaciais (BASAK *et al.*, 2008).

Contudo, alguns anos depois *Basak* e colaboradores, em 2011, submeteram pacientes idosos ao mesmo protocolo de atividades cognitivas citado anteriormente. E avaliaram por meio de imageamento cerebral funcional uma correlação significativa entre a melhora do desempenho no jogo, com o crescimento de áreas cerebrais que determinam o controle motor, somestesia e funções executivas.

### **2.3 Influência da realidade virtual na cognição**

Um dos grandes desafios atuais para a saúde é a prevenção e tratamento de alterações cognitivas e demências. Pesquisadores têm se voltado a este tema com objetivo de implementar novas ações. Intervenções não farmacológicas como treinamento cognitivo e comportamental são enfatizadas a partir do conhecimento das teorias de plasticidade cerebral, a qual pode ser gerada através da interação em ambientes enriquecidos (COTELLI *et al.*, 2012; MORGANTI 2014).

Dessa forma, terapias de reabilitação cognitiva têm sido utilizadas com objetivo de promover a manutenção ou ganho da cognição. E, a partir de déficits cognitivos, melhorar a qualidade de vida dos indivíduos com benefícios no desempenho das atividades de vida diária, e em relação aos aspectos comportamentais tais como apatia, agressividade, depressão, agitação e distúrbios do sono (ALZHEIMER'S ASSOCIATION REPORT, 2013).

A partir de evidências fornecidas por um exame de neuroimagem funcional, pode-se observar que os idosos apresentam maior ou menor ativação de certas áreas corticais de acordo com as tarefas realizadas e as condições ambientais em que são expostos (GRADY *and* CRAIK, 2000; THIVIERGE *et al.*, 2008).

Os benefícios cognitivos alcançados a partir do exercício são encontrados principalmente no controle executivo e nas funções do lobo frontal. Funções tais como planejamento, divisão da atenção e inibição de respostas ( ETNIER *and* CHANG 2009; HILLMAN, ERICKSON, KRAMER 2008).

Sendo assim, jogos de *videogame* interativos, caracterizam uma nova ferramenta a ser utilizada como estimulação cognitiva, devido a demanda de múltiplos processos

pertinentes a cognição durante a navegação em ambientes complexos e variáveis. Os recursos de atenção, velocidade de processamento e habilidades visuo-espaciais e visuo-motoras, podem ser exploradas a partir de jogos específicos ( GREEN *and* BAVELIER, 2008 ).

Assim, os objetivos principais na utilização da RV na reabilitação são caracterizados pela melhora funcional, das funções sensoriais, motoras e cognitivas. ( WEISS *et al.*, 2004 ). Outros importantes benefícios do treinamento da RV é promover a estimulação social, quando jogado com outros usuários, e o estímulo à prática de atividade física. ( PENG, LIN, CROUSE, 2011 ).

Um dos jogos que a Nintendo oferece é o Wii® Big Brain Academy™ que tem como objetivo testar a acuidade mental, avaliar o peso cerebral e as áreas mais fortes e fracas, e ainda indicar qual carreira é mais adequada ao indivíduo. Apresenta quinze mini jogos divididos em cinco categorias: pensamento, memorização, cálculo, análise e identificação ( BATISTA *et al.*, 2012 ).

O jogo oferece 12 perguntas em cada categoria que podem ser apresentadas de forma aleatória por categoria, quando o usuário joga no modo individual. O indivíduo poderá realizar atividades como memorizar a apresentação e ordem de figuras e números, identificar peças através de formas, formar objetos a partir de figuras geométricas, contar moedas e muitas outras atividades ( BATISTA *et al.*, 2012 ).

Dessa forma, esses jogos podem contribuir de forma significativa para o profissional da saúde, pois a reabilitação de pacientes com alterações cognitivas torna-se um grande desafio devido a múltiplos fatores, principalmente o déficit de atenção e apatia ( BATISTA *et al.*, 2012 ).

Assim, os jogos do sistema Wii® se diferenciam dos exercícios convencionais, muitas vezes repetitivos e monótonos, podendo proporcionar ao usuário maior motivação e empenho em sua utilização. No entanto, poucos estudos a fim de avaliar a efetividade do tratamento utilizando RV nas alterações cognitivas são descritos na literatura ( BATISTA *et al.*, 2012 ).

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Identificação e seleção dos estudos

Uma revisão da literatura foi realizada nas bases de dados Literatura Latino-Americana e do Caribe de Informação em Ciências da Saúde (LILACS), *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online* (MedLine/PubMed), *Physiotherapy Evidence Database* (PEDro) e Cochrane Central Register de Ensaio Controlado. As buscas foram realizadas sem limite de data.

Os artigos foram buscados por meio das seguintes palavras-chave: “*virtual reality*”, “*wii*”; “*cognitive rehabilitation*”; “*cognitive training*”; “*cogniton*”; “*cognitive decline*”; “*cognitive disorders*”; “*cognitive disability*”; “*old people*”; “*elderly*”; “*frail older adults*” e “*aging*”. Foram incluídos no estudo somente artigos em Português, Inglês e Espanhol. A triagem de títulos, resumos e textos na íntegra foram realizadas por dois investigadores, e as discordâncias resolvidas por consenso.

Foram excluídos, revisões de literatura, e textos que não se relacionavam diretamente ao tema. E ainda, citações que não permitiam o acesso ao texto completo (Portal CAPES). Foram analisados somente os textos em que efetivamente se relacionavam à proposta deste estudo.

#### 3.2 Extração de dados e avaliação da qualidade dos estudos

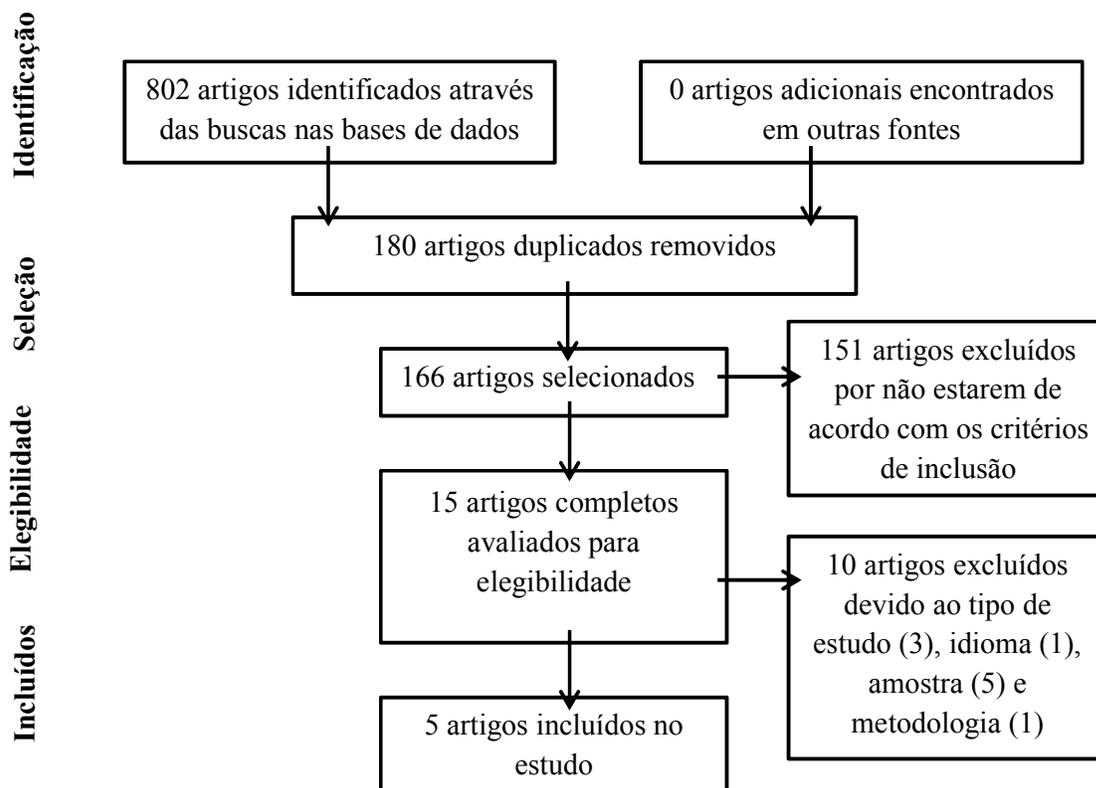
Os dados foram extraídos independentemente dos estudos incluídos e registrados em um quadro que inclui: autor; ano; tipo de estudo; população; detalhes da intervenção e resultados do estudo.

A qualidade metodológica de cada estudo foi avaliada de forma independente, utilizando os cinco critérios recomendados pela Cochrane Back Review Group (Tabela 1). Esta escala avalia critérios relevantes para a prática da fisioterapia e é adequada para a avaliação de ensaios clínicos neurológicos (VAN TULDER, 2013).

## 4 RESULTADOS

O percurso da busca para seleção dos textos encontra-se na figura 1. Posteriormente ao levantamento e à seleção dos artigos, foi realizada a análise dos textos quanto aos objetivos; tamanho da amostra; idade; tipo de estudo; uso da RV na cognição de indivíduos idosos; avaliação e resultados.

Figura 1: Fluxograma da estratégia de seleção de artigos. Fonte: PRISMA Statement( MOHER, 2009)



A qualidade metodológica de cada estudo avaliado está descrita na tabela 1.

Tabela 1. Classificações dos Estudos na Escala de Relevância Clínica						
Estudo	Escala de Relevância Clínica					Total
	1	2	3	4	5	
ANDERSON-HANLEY <i>et al</i> ; 2012	1	1	1	1	1	5
HUGHES <i>et al</i> ; 2014	1	1	0	0	1	3
PARK <i>and</i> YIM; 2016	1	1	1	1	1	5
MAN <i>et al</i> ; 2012	1	1	1	0	1	4
OPTALE <i>et al</i> ; 2010	1	1	1	0	1	4

Todas as pontuações são codificados (1 = sim; 0 = não) para os seguintes itens da Escala de Relevância Clínica: 1. Os participantes estão descritos em detalhes de modo que você pode decidir se eles são comparáveis aos que você vê na prática? 2. As intervenções e ambientes de tratamento são descritos bem o suficiente para que você possa fornecer o mesmo para os seus pacientes? 3. As medidas dos resultados foram todas relevantes e relatadas? 4. O tamanho do efeito clinicamente importante? 5. Os prováveis benefícios do tratamento vale a pena os danos potenciais?

As informações sobre os estudos inseridos encontram-se sintetizadas no quadro

1.

Autor/Ano	Tipo de estudo/População	Métodos de Avaliação	Intervenção	Resultados
ANDERSON-HANLEY <i>et al</i> ; 2012	ECA multicêntrico. Idosos com CCL provenientes de 8 instituições. N= 79, Grupo Cybercise (GCY) = 38, GC = 41	Avaliação cognitiva (Color Trails Difference, Stroop C, Digits Backward), fisiológica (iDXA GE Lunar, Inc.); HUMAC Cybex Dynamometer (CSMI Solutions, Inc.); (Millipore, Inc.), do comportamento do exercício Aerobics Center Longitudinal Study Physical Activity Questionnaire (ACLS-PAQ) e da neuroplasticidade (Níveis de fator neurotrófico derivado do cérebro) , pré e pós-intervenção.	Ambos os grupos realizaram treino de bicicleta ergométrica. Após 1 mês de familiarização, o GCY realizou o mesmo treino associado a “tours” de realidade virtual (cybercycling). Foi acrescentada a intervenção do GC somente séries de alongamento. Tempo: sessão de 45 min aumentados progressivamente, frequência: 3 x por semana, totalizando 3 meses de treinamento.	Redução de 23% do risco da progressão clínica do CCL e aumento da neuroplasticidade nos indivíduos do GCY.
HUGHES <i>et al</i> ; 2014	Estudo de viabilidade de um ECA. Idosos da comunidade com CCL. N = 20, Grupo Vídeo game interativo (GV) = 10, Grupo Educação em saúde (GES) = 10.	Avaliação do desempenho cognitivo e da viabilidade do estudo.	Participantes do GV jogaram o Wii™ em grupos de 3 ou 4 membros. Foram utilizados o Wii Sports inicialmente. A partir da 7ª semana foram introduzidos novos jogos. Nas semanas 10 e 20, houve torneio de Wii entre os participantes. O GES realizou discussões sobre temas relacionados à saúde, específicos para idade, com profissionais locais e acadêmicos. Tempo: 90 min por sessão, 1x por semana, 24 semanas	Idosos com CCL foram capazes de se envolver em jogos de vídeo game interativos durante um período de 6 meses. Foram observados efeitos <b>não</b> estatisticamente significativos de médio porte em favor do GV, comparado ao GES, para a função cognitiva e motora.
PARK <i>and</i> YIM; 2016	Idosos sem comprometimento cognitivo grave, institucionalizados. N = 72 , Grupo programa Kayak(GK) = 36, Grupo controle (GC) = 36.	Avaliação pré e pós-intervenção: Teste de avaliação cognitiva de Montreal (cognição); Dinamômetro (força muscular), e Plataforma Good Balance system (equilíbrio).	Participantes de ambos os grupos realizaram exercícios convencionais. Em seguida, o GK executou 20 min de realidade virtual com o programa de Kayak, em que foi simulado o treino na água de remar de acordo com as imagens 3-D com a instalação de um banquinho e um apoio para os pés em um trampolim. Tempo: 30 min, 2x por semana, 6 semanas.	Função cognitiva, força muscular e equilíbrio melhoraram significativamente no grupo GK comparado ao GC.

MAN <i>et al</i> ; 2012	ECA- Piloto. Idosos com CC provenientes da comunidade e de um grupo de autoajuda para idosos com déficit cognitivo.  N = 44, Grupo Realidade Virtual (GRV) = 20, Grupo Liderado pela Terapeuta (GT) = 24	Avaliação pré e pós intervenção: Questionário de Memória Multifatorial (QMM); Versão chinesa da Escala Lawton; Avaliação da memória Fuld Object.	Participantes do GRV foram submetidos ao treino de memória utilizando realidade virtual não –imersiva representadas por um ambiente doméstico e por uma loja de conveniência. Os indivíduos do GT receberam uma abordagem psicoeducacional similiar a aplicada no grupo GRV no entanto com imagens coloridas impressas que combinavam com as imagens da realidade virtual.  Tempo: 30 min/sessão, 10 sessões, 2 a 3x por semana.	Ambos os grupos demonstraram efeitos positivos após a intervenção. O GRV apresentou melhor desempenho na memória objetiva, e o GT melhora do desempenho da memória subjetiva através dos resultados avaliados pelo QMM.
OPTALE <i>et al</i> ; 2010	ECA - Piloto, Idosos institucionalizados com déficit de memória.  N = 31, Grupo experimental (GE) = 15; GC = 16.	Avaliação neuropsicológica (Mini-exame do Estado Mental; Estado Mental em Neurologia; Digit Span Test (DS); VSR Test; Escala de Depressão Geriátrica (GDS)), funções executivas ( Teste de Fluência Fonética Verbal (PVF), Teste de Desempenho de dupla tarefa (DTP) e Teste de Estimativa Cognitiva (CET)); habilidades do processo visuoespacial (Teste de desenhar um relógio (CDT)); funções da vida diária (Questionário Atividades e funções da vida diária e mobilidade (ADL-F e ADL-M) , Atividades Instrumentais da vida diária (IADL))pré e pós-intervenção.	Ambos os grupos foram submetidos a 3 meses de treinamento inicial e 3 meses de treinamento de reforço. O GE foi submetido a um treinamento de memória e realidade virtual associado ao treino de estimulação auditiva. O GC foi submetido a um treinamento individual de musicoterapia diretamente com o terapeuta.  Tempo: 30 min/sessão, fase inicial 3 sessões/semana (36 sessões); fase de reforço 2 sessões/semana (24 sessões) . 6 meses de intervenção.	O GE apresentou melhora significativa em testes de memória, especialmente na recuperação em longo prazo, e em outros aspectos da cognição. Em contraste, o GC mostrou declínio progressivo.

Quadro 1: Características dos estudos incluídos.

Lista de abreviações: ECA: Ensaio Clínico Randomizado; CCL: Comprometimento Cognitivo Leve; GC: Grupo Controle; CC: Comprometimento Cognitivo

## 5 DISCUSSÃO

O principal objetivo desta revisão de literatura foi examinar as evidências a respeito da influência do uso da Realidade Virtual na cognição de indivíduos idosos saudáveis ou com comprometimento cognitivo. Esta revisão constatou que idosos com ou sem déficit cognitivo, foram capazes de participar de um programa de exercícios utilizando a RV não-imersiva. A maioria dos estudos demonstraram ganhos estatisticamente significativos em relação à melhora dos processos cognitivos nesses indivíduos.

A amostra dos estudos incluídos nesta revisão constitui de indivíduos institucionalizados ou da comunidade. Os idosos institucionalizados, quando avaliados em relação ao desempenho cognitivo, demonstraram resultados mais positivos e significativos, comparados aos idosos da comunidade (ANDERSON-HANLEY *et al*; 2012; PARK *and* YIM; 2016; OPTALE *et al*; 2010).

Anderson-Hanley e colaboradores (2012), realizaram um ensaio clínico randomizado com pacientes idosos, com comprometimento cognitivo leve (CCL), recrutados de 8 instituições. O objetivo do estudo foi comparar o impacto na função executiva de 2 intervenções distintas, sendo a primeira exercício físico isoladamente, e a segunda exercício físico associado a desafios mentais combinados com *exergame*, caracterizado por “*cybercycling*”. E foram encontrados resultados promissores para a atividade cognitiva, e redução do desenvolvimento do CCL.

Estes achados corroboram com o estudo de Optale *et al.*, 2010, que exploraram a possibilidade de obter melhora nas funções cognitivas em idosos institucionalizados com déficit de memória, a partir do envolvimento de possibilidades terapêuticas oferecidas pela RV. Dessa forma, foi encontrado que os participantes que foram submetidos ao treino de RV com treino de memória apresentaram melhora do funcionamento cognitivo geral e memória verbal após a fase de formação inicial. Maiores efeitos foram observados na memória de longo prazo. No entanto, não foram observadas efeitos nas habilidades executivas e visuoespaciais.

Em 2012, Man e colaboradores investigaram a eficácia do treinamento de RV na formação da memória em idosos com demência questionável. Apresentaram duas hipóteses: (1) caracterizadas pela melhora em ambos os grupos, (2) com melhores

resultados em relação a funções de memória e independência funcional no grupo submetido a RV, em relação ao grupo conduzido somente pelo terapeuta. Os resultados encontrados pelos autores demonstraram que, ambos os grupos demonstraram efeitos significativos. No entanto, ao comparar os benefícios diferenciais dos dois programas de treinamento de memória (RV versus não RV) o programa de treinamento de RV levou a um ganho significativamente maior no desempenho da memória objetiva, especificamente na recordação imediata e evocação tardia da memória episódica. Segundo os autores, a utilização de múltiplas modalidades sensoriais em um ambiente virtual pode explicar os ganhos obtidos.

Em contraste com o estudo anterior, Hughes *et al.*, 2014 não encontraram resultados estatisticamente significativos em favor do grupo submetido ao treino com uso da RV, comparados com o grupo que recebeu educação em saúde. No entanto, foi observado que idosos da comunidade com comprometimento cognitivo leve foram capazes de envolver em um programa de jogos interativos por 6 meses o que pode ter minimizado a evolução da do quadro de CCL. Os autores tiveram como objetivo principal neste estudo examinar a viabilidade de um jogo interativo a partir de um ensaio clínico randomizado controlado.

Com um ambiente ainda mais enriquecedor, Park *and* Yim, 2016, propuseram um programa de reabilitação utilizando a atividade de caiaque associado à RV com efeitos 3-D. O objetivo do estudo foi avaliar os efeitos desta proposta na função cognitiva, força muscular e equilíbrio em idosos institucionalizados sem comprometimento cognitivo grave. Foram obtidos resultados altamente eficazes na melhora da força muscular, do comprometimento cognitivo, e das habilidades de equilíbrio dos indivíduos que participaram do grupo experimental em relação ao grupo controle. Os autores utilizam o Teste de Avaliação Cognitiva Montreal (MoCA), caracterizado por um instrumento de avaliação rápida da disfunção cognitiva leve. E observaram aumento significativo do escore no grupo experimental e diminuição no grupo controle.

Outro aspecto importante a ser ressaltado nos resultados desta revisão de literatura é em relação ao período, frequência e duração das intervenções. Pode-se observar que o número de sessões realizadas por semana, possivelmente contribuíram para resultados mais significativos a partir de intervenções de pelo menos 6 semanas (MAN *et al.*, 2012). O tempo da sessão parece não influenciar os resultados, a partir de 30 min de duração da sessão foi possível obter efeitos positivos significativos (PARK

and YIM, 2016; MAN *et al* ; 2012; OPTALE *et al*; 2010). Além disso, torna-se bastante evidente que a frequência da intervenção de 1 vez por semana não promove resultados satisfatórios para os indivíduos idosos que participaram dos estudos (HUGHES *et al*; 2014).

Assim, pode-se observar que a principal evidência encontrada neste estudo foi que a RV pode ser utilizada satisfatoriamente no treinamento de estimulação cognitiva, à medida que pode gerar benefícios positivos para indivíduos idosos com ou sem déficits cognitivos. Esta estratégia terapêutica pode ser utilizada em associação com a fisioterapia convencional, a fim de proporcionar uma abordagem com ambiente enriquecido, e assim, tornar o atendimento mais lúdico e interativo. Além disso, é uma alternativa acessível aos profissionais, devido ao baixo custo, fácil aplicação e satisfatório retorno dos resultados.

Em relação às limitações do presente estudo, a principal dificuldade destacou-se na falta de níveis elevados de evidência, em que foram encontrados poucos ensaios clínicos randomizados relacionados à proposta desta revisão. Dessa forma, são necessários mais estudos que investiguem: (1) os efeitos do treinamento cognitivo isolado utilizando a RV em indivíduos idosos com alterações cognitivas; (2) ensaios clínicos com objetivo de comparar jogos virtuais em níveis de baixa complexidade com jogos virtuais mais complexos a fim de observar o desempenho cognitivo; e (3) estudos com aumento da frequência da intervenção e avaliação em nível de recrutamento cerebral, a fim de avaliar os reais efeitos de demanda e neuroplasticidade nas diversas áreas cerebrais.

## 6 CONCLUSÃO

A principal evidência encontrada neste estudo foi que a RV pode ser utilizada satisfatoriamente no treinamento de estimulação cognitiva, à medida que pode gerar benefícios positivos para indivíduos idosos com ou sem déficits cognitivos. Esta revisão constatou que idosos com ou sem déficit cognitivo, foram capazes de participar de um programa de exercícios utilizando a RV não-imersiva. A maioria dos estudos demonstraram ganhos estatisticamente significativos em relação à melhora dos processos cognitivos nesses indivíduos. Pelo baixo número de estudos presentes na literatura torna-se necessário um maior corpo de estudos com objetivo de avaliar os processos cognitivos em idosos a partir do uso da RV para uma avaliação mais definitiva no sentido de confirmar os resultados iniciais encontrados, mas até o momento presente a RV parece ser uma grande promessa para a manutenção e ganho de funções cognitivas nos idosos com e sem comprometimento cognitivo.

## REFERÊNCIAS

ACKERMAN, P. L.; KANFER, R.; & CALDERWOOD, C. (2010). Use it or lose it? Wii brain exercise practice and reading for domain knowledge. **Psychology and Aging**, v. 25, n. 4, p. 753–766, 2010.

ADAMOVICH, S. V.; FLUET, G. G.; TUNIK, E.; MERIANS, A. S. Sensorimotor training in virtual reality: a review. **Neuro Rehabilitation**, v. 25, n. 1, p. 29 – 49, 2009.

ANDERSON, F.; ANNETT, M. & BISCHOF, W. F. Lean on Wii: Physical rehabilitation with virtual reality Wii peripherals. **Studies in Health Technology & Information**, v. 154, p. 229–234, 2010.

ANDERSON-HANLEY, C.; ARCIERO, P. J.; BRICKMAN, A. M.; NIMON, J. P.; OKUMA, N.; WESTEN, S. C.; MERZ, M. E.; PENCE, B. D.; WOODS, J. A.; KRAMER, A. F., ZIMMERMAN, E. A. Exergaming and Older Adult Cognition A Cluster Randomized Clinical Trial. **Am J Prev Med**, v. 42, n. 2, p. 109–119, 2012.

ALZHEIMER'S ASSOCIATION REPORT. 2013 Alzheimer's disease facts and figures. **Alzheimers Dement**. v. 9, n. 2, p. 208-245, 2013.

BASAK, C.; BOOT, W. R.; VOSS, M. W.; KRAMER, A.F. Can training in a real-time strategy video game attenuate cognitive decline in older adults? **Psychol Aging**. v. 23, n. 4, p. 765 – 777, 2008.

BASAK, C.; VOSS, M. W.; ERICKSON, K.; BOOT, W. R.; KRAMER, A. F. Regional differences in brain volume predict the acquisition of skill in a complex real-time strategy videogame. **Brain and Cognition**. v. 76, p. 407 – 414, 2011.

BATISTA, J. S.; WIBELINGER, L. M.; DE MARCHI; SCHNEIDER, R. H.; PASQUALOTTI, A. Reabilitação de idosos com alterações cognitivas através do videogame Nintendo Wii®. **RBCEH**, Passo Fundo, v. 9, n. 2, p. 293-299, maio/ago. 2012.

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. **Cyber Pghychology & Behavior**. v. 10, n. 1, p. 16 – 23, 2007.

CICERONE, K. D.; DAHLBERG, C.; KALMAR, K.; LANGENBAHN, D. M.; MALEC, J. F.; BERQUIST, T. F.; FELICETTI, T.; GIACINO, J. T.; HARLEY, J. P.; HARRINGTON DE, et al. Evidence-based cognitive rehabilitation: recommendations for clinical practice. **Arch Phys Med Rehabil**. v. 81, p. 1596-1615, 2000.

COTELLI, M.; MANENTI, R.; ZANETTI, O.; MINIUSI, C. Non-pharmacological intervention for memory decline. **Front Hum Neurosci**. v. 6, p. 46, 2012.

DE BRUIN, E. D.; SCHOENE, D.; PICHIERRI, G.; SMITH, S. T. Use of virtual reality technique for the training of motor control in the elderly. Some theoretical considerations. **Z Gerontol Geriatr**. v. 43, p. 229–234, 2010.

DE LA FUENTE, A.; XIAS, S.; BRANCH, C., LI, X. A review of attention-deficit/hyperactivity from the perspective of brain networks. **Front Hum Neurosci**. v.7, p. 192, 2013.

DIAMOND, P. T.; FELSENTHAL, G.; MACCINOCCHI, S. N.; BUTLER, D. H.; LALLY-CASSADY, D. Effect of cognitive impairment on rehabilitation outcome. **Am J Phys Med Rehabil**. v. 75, p. 40-43, 1996.

ETNIER, J.L.; CHANG, Y. K. The effect of physical activity on executive function: a brief commentary on definitions, measurement issues, and the current state of the literature. **J Sport Exerc Psychol**. v. 31, n. 4, p. 469–83, 2009.

FONG, K. N. K.; CHOW, K. Y. K; CHAN, B. C. H.; LAM, K. C. K.; LEE, J. C. K; LI THY, et al. Usability of a virtual reality enviroment simulating an automated tellermachine for assessing and training persons with acquired brain injury. **J Neuroeng Rehabil**. v.7, p. 19, 2010.

GRADY, C.; CRAIK, F. Changes in memory processing with age. **Curr Opin Neurobiol.** v. 10, n. 2, p. 224-231, 2000.

GREEN, C. S.; BAVELIER, D. Exercise using your brain: a review of human brain plasticity and training-induced learning. **Psychol Aging.** v. 23, p. 692–701, 2008.

HILLMAN, C.; ERICKSON, K.; KRAMER, A. Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. **Nat Ver Neurosci.** v. 9, n. 1, p. 58–65, 2008.

HUGHES, T. F.; FLATT, J. D.; MERY, B. F.; BUTTERS, A.; CHANG, C. C. H.; GANGULI, M. Interactive Video Gaming compared to Health Education in Older Adults with MCI: A Feasibility Study. **Int J Geriatr Psychiatry.** September; v. 29, n. 9, p. 890–898, 2014.

JOVANCEVIC, J.; ROSANO, C.; PERERA, S.; ERICKSON, K. I.; STUDENSKI, S. A protocol for a randomized clinical trial of interactive video dance: Potential effects on cognitive function. **BMC Geriatr.** v. 12, p. 23–31, 2012.

KESHNER, E. A. Virtual reality and physical rehabilitation: a new toy or a new research and rehabilitation tool? **J Neurol Eng Rehab.** v.1, p. 8 – 9, 2004.

KIRNER, C.; KIRNER, T. G. Evolução e tendências da realidade virtual e aumentada. **XIII Symposium on Virtual and Augmented Reality.** p-10, 2011.

LESK, V. E.; SHAMSUDDIN, S. N. W.; WALTERS, E. R.; UGAIL, H. Using a virtual environment to assess cognition in the elderly. **Virtual Reality.** v. 18, p. 271–279, 2014.

LEVIN, M. F. Can virtual reality offer enriched environments for rehabilitation? **Expert Rev Neurother.** v. 11, p. 153–155, 2011.

MAILLOT, P.; PERROT, A.; HARTLEY, A. Effects of interactive physical-activity video-game training on physical and cognitive function in older adults. **Psychol Aging.** v. 27, p. 589–600, 2012.

MAN, D. W. K.; CHUNG, J. C. C.; LEE, G. Y. Y. Evaluation of a virtual reality - based memory training programme for Hong Kong Chinese older adults with questionable dementia: a pilot study. **Int J Geriatr Psychiatry**. v. 27, p. 513–520, 2012.

MARQUES, A.; QUEIRO'S, C.; ROCHA, N. Virtual reality and neuropsychology: a cognitive rehabilitation approach for people with psychiatric disabilities. In: Sharkey P, Lopes Santos PL, Weiss P, Brooks T (eds) **ICDVRAT – Proceedings of 7th International Conference on Disability Virtual Reality and Associated Technologies**, 8–11. Maia, Portugal, p 39–46, sep 2008.

MOHER, D.; LIBERATI, A.; TETZLAFF, J.; ALTMAN, D. G. The PRISMA Group. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta- Analyses: **The PRISMA Statement**. **PLoS Med**. v. 6, n. 7, 2009.

MORGANTI F. Virtual interaction in cognitive neuropsychology. **Stud Health Technol Inform**. v. 99, p. 55-70, 2006.

MORRISON, J. H.; BAXTER, M. G. The Aging Cortical Synapse: Hallmarks and Implications for Cognitive Decline. **Nat Rev Neurosci**. v. 13, n. 4, p. 240–250, 2013.

NOGUEIRA, S. L.; RIBEIRO, R. C. L.; ROSADO, L. E. F. P. L.; FRANCESCHINI, S. C. C.; RIBEIRO, A. Q.; PEREIRA, E. T. Determinant factors of functional status among the oldest old. **Rev Bras Fisioter**. v. 14, n. 4, p. 322-29, 2010.

OPTALE, G.; URGESI, C.; BUSATO, V.; et al. Controlling memory impairment in elderly adults using virtual reality memory training: a randomized controlled pilot study. **Neurorehabil Neural Repair**. v. 24 n. 4, p. 348-357, 2010.

PARK, J. Y. and YIM, J. E. A New Approach to Improve Cognition, Muscle Strength, and Postural Balance in Community-Dwelling Elderly with a 3-D Virtual Reality Kayak Program. **Tohoku J. Exp. Med**. v. 238, p. 1- 8, 2016.

PENG, W.; LIN, J.H; CROUSE, J. Is playing exergames really exercising? A meta-analysis of energy expenditure in active video games. **Cyber psychol Behav Soc Netw.** v. 14, p. 681–688, 2011.

PESSOA, T. M.; COUTINHO, D. S.; PEREIRA, V. M.; RIBEIRO, N. P. O.; NARDI, A. E.; SILVA, A. C. O. The Nintendo Wii as a tool for neurocognitive rehabilitation, training and health promotion. **Computers in Human Behavior.** v. 31, p. 384–392, 2014.

POLIDORO, A. C.R.; CONTENÇAS, T. S. Treino de equilíbrio em idosos com realidade virtual. **RBM Abr.** v. 15, n.72, p. 153-156, 2013.

PURSER, J. L.; FILLENBAUM, G. G.; PIEPER, C. F.; WALLACE, R. B. Mild Cognitive impairment and 10-year trajectories of disability in the Iowa established populations for epidemiologic studies of the elderly cohort. **JAGS.** v. 53, p.1966-72, 2005.

RAND,D.; KIZONY, R.; FEINTUCH, U.; KATZ, N.; JOSMAN, N.; RIZZO, A. S. et al. Comparison of two VR platforms for rehabilitation: video capture versus HMD. **Presence.** v. 14, n. 2, p. 147-60, 2005.

REDMOND, W. A : **Nintendo of America Inc.**, c 2007.

RIVA, G. Virtual Reality as Assessment Tool in Psychology. **Virtual Reality in Neuro-Psycho-Physiology.** v. 44, p. 71-79, 1998.

SCHOENE, D.; LORD, S. R.; DELBAERE, K.; SEVERINO, C.; DAVIES, T. A.; SMITH, S. T. A randomized controlled pilot study of home-based step training in older people using videogame technology. **PLoS One** 2013.

SILVA, K. G. Efeito 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 da São Paulo**, 127f. 2013,

STARR, J. M. The older adult with intellectual disability. In: Fillit HM, Rockwood K, Woodhouse K, organizadores. Brock lehurst'sText book of geriatric medicine and gerontology. 7th Edition. **Philadelphia: Saunders, Elsevier**. p. 445-452, 2010.

THIVIERGE, S.; SIMARD, M.; JEAN, L.; GRANDMAISON, E. Errorless learning and spaced retrieval techniques to relearn instrumental activities of daily living in mild Alzheimer's disease: a case report study. **NeuropsychDisTreat**. 2008;4:987-99.

TORI, R.; KIRNER, C. Fundamentos da realidade virtual. In: Tori R, Kirner C, Siscoutto R, editores. Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada. **Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação**; 2006. p. 2-23.

TOST, D.; GRAU, S.; FERRE, M. et al. PREVIRNEC: a cognitive tele rehabilitation system based on virtual environments. **Virtual Rehabil Inter Conf**. p. 87-93, 2009.

VANCE, D. E.; McNEES, P.; MENESES, K. Technology, cognitive remediation, and nursing: directions for successful cognitive aging. **J Gerontol Nur**. v. 35, n. 2, p. 50 – 56, 2009.

VAN SCHAIK, P.; MARTYR, A.; BLACKMAN, T.; ROBINSIN, J. Involving persons with dementia in the elevation of outdoor environments. **Cyberpsychol Behav**. v. 11, n. 4, p. 415–424, 2008.

VAN TULDER, M.; FURLAN, A.; BOMBARDIER, C.; BOUTER, L. Up dated method guidelines for systematic reviews in the Cochrane collaboration back review group. **Spine (PhilaPa 1976)**. v. 28, p. 1290-1299, 2003.

VIRK, S.; McCOONVILLE, K. M. V. Virtual reality applications in improving postural control and minimizing falls. **EMBS Annual International Conference**: New York 2006.

WEISS, P. L. W. et al. Video capture virtual reality as a flexible and effective rehabilitation tool. **Journal of Neuro Engineering and Rehabilitation**, v. 1, n. 1, p. 1-12, 2004.