

Michelle Favero

**“REALIDADE VIRTUAL NA REABILITAÇÃO FÍSICO-FUNCIONAL DE
IDOSOS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA”**

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional

Universidade Federal de Minas Gerais

2011

Michelle Favero

**“REALIDADE VIRTUAL NA REABILITAÇÃO FÍSICO-FUNCIONAL DE
IDOSOS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA”**

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 com ênfase em Geriatria e Gerontologia.

Orientadora: Profa. Leani Souza Máximo Pereira, PhD

Co-orientadora: Daniele Sirineu Pereira, MsC, PT

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional

Universidade Federal de Minas Gerais

2011

F273r Favero, Michelle
2011 Realidade virtual na reabilitação físico-funcional de idosos: uma revisão sistemática. [manuscrito] / Michelle Favero – 2011.
32f.,enc.:il.

Orientadora: Leani Souza M. Pereira
Co-orientadora: Daniele Sirineu Pereira.

Monografia (especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.
Bibliografia: f. 28-32

1. Idosos. 2. Envelhecimento. 3. Ambiente virtual. 4. Reabilitação. I. Pereira, Leani Souza M. II. Pereira, Daniele Sirineu. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. IV. Título.

CDU: 615.825

RESUMO

O objetivo desse estudo foi revisar sistematicamente a literatura sobre intervenções utilizando a Realidade Virtual (RV), e avaliar seus efeitos na reabilitação físico-funcional de idosos, bem como traçar um perfil do estado da arte. Revisão Sistemática de estudos publicados até julho de 2011, nas línguas portuguesa e inglesa, que tivessem as palavras-chave pesquisadas no título ou resumo, pesquisados nas bases de dados Medline, PEDro, Biblioteca Cochrane, e LILACS. Critérios de inclusão: amostra com média de idade maior ou igual a 65 anos, desfechos de interesse estivesse ligados a aspectos da reabilitação físico-funcional, utilizando RV. Foram excluídos estudos cuja amostra apresentasse demência em estágio avançado, Acidente Vascular Encefálico e Traumatismo Raqui Medular, artigos cujo desfecho de interesse fosse exclusivamente a reabilitação cognitiva, e estudos de caso único. Para análise metodológica dos estudos experimentais foi utilizada a escala Pedro. A pesquisa bibliográfica referente aos ensaios clínicos resultou em um total de 41 artigos, dos quais 33 artigos foram excluídos, 16 artigos repetidos entre as bases pesquisadas e os demais após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão. Oito artigos foram selecionados, sendo que todos estavam indexados no Medline, e um deles repetido na base PEDro. Além disso, foram encontrados dois estudos nas referências dos artigos selecionados. Finalmente, dos 10 artigos, cinco descrevem estudos experimentais e cinco quasi-experimentais. As principais disfunções físico-funcionais abordadas foram alterações do equilíbrio/controle postural/estabilidade postural, da marcha usual, na tarefa dupla e esforço percebido. Houve uma grande variabilidade em relação aos protocolos e ao sistema de RV utilizados. As doenças abordadas diretamente foram Doença de Parkinson (DP), Distúrbios vestibulares e pacientes submetidos à revascularização miocárdica. Os estudos analisados sugerem que as abordagens utilizando RV são tão efetivas quanto outras terapias convencionais, e apontam vantagens peculiares do uso dessa ferramenta sobre outras modalidades terapêuticas aplicáveis na reabilitação físico-funcional de idosos. Porém, ainda não há consenso quanto à melhor modalidade, frequência, intensidade e dose ótima para melhores efeitos.

Palavras-chave: Idosos, realidade virtual, reabilitação, funcionalidade. *Elderly, virtual reality, rehabilitation, functionality.*

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO -----	03
METODOLOGIA-----	06
RESULTADOS-----	08
DISCUSSÃO -----	19
CONCLUSÃO -----	28

1. INTRODUÇÃO

Projeções sobre o crescimento da população idosa indicam que em 2050 essa faixa etária corresponderá à aproximadamente 20% do total de brasileiros^{1,2}, acompanhando tendências mundiais para essa população³. A maior expectativa de vida e o conseqüente aumento do número de idosos têm como desdobramento a maior prevalência e incidência de doenças crônico-degenerativas, que levam essa população a condições de incapacidade e dependência^{1,4}. Essas informações são ratificadas no Brasil pela Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 2008 (PNAD), cuja cobertura abrange todo o Território Nacional, e que embasou os dados do IBGE para a construção do caderno “Síntese dos Indicadores Sociais – Uma análise das condições de vida da população brasileira em 2010”. O PNAD 2008 apurou que somente 22,6% das pessoas de 60 anos ou mais de idade, e 19,7% dos idosos com idade acima de 75 anos, declararam não possuir doenças crônicas⁵.

O envelhecimento populacional torna a saúde dos idosos um importante foco de atenção⁶. No contexto dos impactos sobre o custo dos cuidados em saúde requeridos por essa população, e sobre a qualidade de vida daqueles que envelhecem com alguma deficiência, a aplicação de tecnologias que possam motivar e melhorar os cuidados, ou reduzir os custos associados aos déficits funcionais em idosos, deve ser priorizada, tanto no ambiente público quanto no privado. Com a rápida integração da tecnologia à maioria dos aspectos da vida, a educação e a prestação de cuidados de saúde tem sido transformada. Avanços nas tecnologias de informática e sistemas de informação têm o potencial para melhorar as funções sensório-motoras e cognitivas necessárias para independência nas tarefas do dia-a-dia. É altamente provável que as pessoas mais velhas terão que interagir com alguma forma de tecnologia de computação para realizar atividades de rotina⁷, especialmente aquelas que apresentam alterações físico-funcionais em decorrência do envelhecimento, ou de doenças a ele associadas.

Como alternativa no processo de reabilitação, o uso de programas de treinamento individual baseados em computador tem se tornado cada vez mais popular, devido ao baixo custo, independência e facilidade de uso no ambiente domiciliar⁸. Por tratar-se de uma ferramenta de

reabilitação que pode ser usada para explorar o sistema nervoso e a capacidade de adaptação sensório-motora, esta tecnologia fornece um método para tratamentos individualizados e treinamento repetitivo⁹. Diante desse contexto, surge a Realidade Virtual. A Realidade Virtual (RV) vem sendo definida na literatura como o uso de simulações interativas, criadas a partir de um *hardware* e um *software* de computador, que apresentam aos usuários a oportunidade de se envolver em ambientes que reproduzem sensações semelhantes a eventos experimentados no mundo real^{10,11}.

O uso de ambientes de Realidade Virtual (RV) foi recentemente proposto como tendo o potencial para influenciar positivamente as habilidades cognitivas em idosos¹² e para incremento do nível de atividade física nesse segmento populacional¹³. Esse potencial é baseado na forte presença (o sentimento de “estar lá”) que é alcançável em um ambiente virtual interativo, e isso é seguido por uma grande diversão¹⁴. O realismo dos ambientes virtuais permite aos pacientes a oportunidade de experimentar e explorar sua independência, aumentando seu senso de autonomia na direção de sua própria experiência terapêutica¹⁵, o que é especialmente importante na abordagem do paciente idoso. Elementos de jogos/entretenimento podem também ser usados para tirar a atenção do paciente frente a um sintoma de dor resultante de sua lesão ou movimento. O paciente motivado e distraído pelo jogo retira o foco do sintoma álgico. Isso ocorre, quanto mais o paciente se sente envolvido na atividade, e permite um maior nível de participação, uma vez que o paciente está determinado em alcançar os objetivos/metas dentro do jogo^{14,16}.

Sistemas de realidade virtual provêm um ambiente seguro e cenários ecologicamente válidos, ou seja, que mimetizam com validade o ambiente real, favorecendo movimentos e comportamentos de caráter natural, em um ambiente que pode ser criado, delineado e graduado, de acordo com as necessidades e nível de habilidade do paciente engajado na terapia^{15, 17,18}.

Acredita-se que o valor especial dos paradigmas do treinamento utilizando RV esteja na concordância de informações proprioceptivas e visuais durante o treinamento, que fazem com que o tratamento proposto evolua de uma maneira determinada que o paciente percebe a interação entre o seu corpo e o ambiente¹⁹. Ambientes virtuais proporcionam um *feedback* claro e

facilmente perceptível do desempenho do movimento, e permitem individualizar necessidades de tratamento aumentando gradualmente a complexidade das tarefas^{14, 15,18}, o que é particularmente importante para idosos¹⁴. A controlabilidade dos ambientes virtuais impõe consistência na maneira como os protocolos terapêuticos são “aplicados ou apresentados” e na maneira como o desempenho individual é gravado^{15,17}, tornando possível uma comparação acurada do desempenho do paciente ao longo do tempo.

Considerando as alterações inerentes ao envelhecimento que por sua vez estão relacionados à redução da capacidade funcional, e o potencial da RV como uma ferramenta útil no processo de reabilitação, o objetivo do presente estudo foi revisar sistematicamente a literatura sobre intervenções utilizando a RV e avaliar seus efeitos na reabilitação físico-funcional de idosos, bem como traçar um perfil do estado da arte. A utilização da RV na reabilitação de indivíduos idosos poderá abrir novas perspectivas de propostas preventivas e de intervenção na área da fisioterapia em gerontologia.

2. METODOLOGIA

Foram rastreados artigos científicos que descrevessem estudos experimentais e quasi-experimentais por meio de busca eletrônica nas bases de dados Medline, PEDro, LILACS e Biblioteca Cochrane, sem limite de data inicial de publicação, indexados até julho de 2011. Foram considerados artigos publicados nas línguas portuguesa e inglesa, e que tivessem as palavras-chave pesquisadas no título ou resumo. A escolha das bases de dados utilizadas justificou-se pela ampla utilização das mesmas por profissionais e acadêmicos da área de reabilitação. Além disso, cada banco de dado possui características que suprem as necessidades particulares desta revisão, como grande quantidade de trabalhos indexados, vinculados ao modelo de prática baseada em evidência.

Utilizou-se os descritores: idosos, alterações do envelhecimento, realidade virtual, ambiente virtual, reabilitação, funcionalidade e capacidade funcional e seus equivalentes em inglês. A estratégia de busca consistiu, inicialmente, na utilização dos termos realidade virtual e idoso e, posteriormente, eles foram combinados com os demais descritores de diversas maneiras, como descrito a seguir: *Elderly + Rehabilitation + Virtual Reality* ; *Elderly + Rehabilitation + visual computer feedback training*; *Elderly + Rehabilitation + Virtual Environments*; *Elderly +Functional Capacity + Virtual Reality*; *Rehabilitation +Functional Capacity + Virtual Reality*; *Elderly +Functionality + Virtual Reality*; *Elderly + Functional Capacity + visual computer feedback training*; *Elderly + Functionality + visual computer feedback training*.

As mesmas combinações de termos foram utilizadas nas buscas em todas as bases de dados. Limites quanto à idade e características da amostra, bem como quanto a língua de publicação dos artigos, foram utilizados de acordo com as configurações de cada base de dados, favorecendo a aplicação dos critérios de exclusão.

Foi realizada também uma busca manual de estudos nos bancos de dissertações e teses da Universidade Federal de Minas Gerais, além da seleção de estudos quasi-experimentais encontrados nas referências dos artigos selecionados para embasar o texto.

Dois revisores independentes realizaram a leitura dos títulos e *abstracts* de todos os artigos e selecionaram os textos obedecendo aos critérios de inclusão/exclusão pré-estabelecidos.

Para análise metodológica foi utilizado a escala PEDro, que avalia através de 11 critérios, estudos experimentais quanto a qualidade interna e interpretação dos resultados. A pontuação da escala é feita pela atribuição de ponto na presença de indicadores da qualidade apresentada e zero na ausência. Quanto maior a pontuação, mais adequado é o desenho do estudo e maior é a reprodutibilidade dos dados apresentados. Esta escala é muito utilizada na área de reabilitação, para avaliação dos estudos experimentais. Para classificação final da qualidade dos artigos, os itens discrepantes foram revistos e discutidos até obtenção de consenso²⁰. Foram considerados todos os artigos, independente da pontuação na Escala Pedro, por tratar-se de um tema novo e pouco abordado em idosos e ainda para atingir um dos objetivos da presente revisão, o de configurar o estado da arte.

Os critérios de elegibilidade dos artigos foram: estudos cuja amostra apresentasse média de idade maior ou igual a 65 anos, e cujo desfecho de interesse estivesse ligado a aspectos da reabilitação físico-funcional, como equilíbrio, marcha e atividades de vida diária (AVDs) utilizando RV. Os critérios para exclusão dos estudos foram: os participantes do estudo apresentarem processos demências em estágios avançados, artigos cujo desfecho de interesse fossem exclusivamente a reabilitação cognitiva e artigos cuja abordagem terapêutica incluíssem pacientes pós Acidente Vascular Encefálico (AVE) e Traumatismo Raqui Medular (TRM). Além disso foram desconsiderados estudos de caso único.

3. RESULTADOS

3.1 Estado da Arte da Realidade Virtual

A realidade virtual segundo Heim, 1998, trata-se de "um sistema imersivo e interativo que oferece aos usuários a ilusão de entrar no mundo virtual"²¹. Um mundo virtual é uma representação online persistente, que contém a possibilidade de interação síncrona entre usuários, e entre o usuário e o mundo no quadro de um espaço concebido como universo navegável²². Mundos virtuais são diferentes das outras formas de ambientes virtuais em que a sua aplicação torna impossível imaginá-las em sua totalidade espacial. Assim, de acordo com esta definição, salas de *chat* ou fóruns *Usenet* não são mundos virtuais, porque eles não são espacialmente estendidos, e não contêm a possibilidade de interagir com o "mundo" em si.

Os mundos virtuais são ambientes nos quais o indivíduo pode se movimentar, através da representação persistente do usuário, em contraste com os mundos representados de ficções tradicionais, que são mundos apresentados como habitados por pessoas reais, mas na verdade não habitável²². Nesse contexto, os usuários interagem com as imagens exibidas, movem e manipulam objetos virtuais, e executam outras ações, de modo que imersos no ambiente simulado, experimentam uma sensação subjetiva de presença no mundo virtual. Para conseguir essa forte “sensação de presença” usuários são estimulados com diferentes modalidades de retorno, como por *feedback* visual e de áudio²³. RV refere-se assim, ao “envolvimento de simulações em tempo real em um ambiente, cenário ou atividade, que permita ao usuário interação via múltiplos canais sensoriais, como uma abordagem para a interface usuário-computador”²⁴.

Os componentes básicos de todas as formas de RV são um computador, geralmente com uma placa de vídeo especial para o cálculo rápido e desenho de imagens visuais bidimensionais (2D) ou tridimensionais (3D), dispositivos de vídeo através do qual o usuário visualiza o Ambiente Virtual (AV), dispositivos de hardware utilizados para monitorar a cinemática de movimento, ou

para fornecer feedback de aptidão e de força muscular para os participantes; e software especialmente desenvolvido que permite que todos esses componentes trabalhem em sincronia²⁵. Dependendo das características de hardware, software e complexidade da tarefa exigida, terapias baseadas em RV podem fornecer aos usuários uma significativa experiência no contexto dos objetivos terapêuticos²⁶.

Os sistemas de realidade virtual variam em complexidade, indo desde consoles de vídeo *game* de baixo custo e facilmente disponíveis, tais como *Nintendo Wii*, *Sony Playstation* ou *Microsoft Xbox*, até sistemas mais sofisticados e de alto custo como o *GestureTek IREX*¹⁴. Sistemas de realidade virtual são geralmente classificados pela apresentação visual que fornece ao participante, pela presença ou ausência de *feedback* somatossensorial e pela forma utilizada para coletar dados do participante⁹.

Há uma infinidade de métodos para a coleta de dados de entrada do indivíduo, que serão processadas e transformadas em ação no ambiente virtual. Alguns sistemas utilizam *joysticks*, comandos manuais ou volantes. Outros funcionam com sistemas de rastreamento de movimento que utilizam vídeo e câmeras optoeletrônicas, eletromagnéticas e sensores de ultra-som, ou ainda acelerômetros e giroscópios para fornecer dados da cinemática. Luvas instrumentadas podem adicionar precisão para o rastreamento dos movimentos das mãos. Os dados coletados a partir desses dispositivos são usados para controlar uma representação computadorizada do próprio usuário ou um avatar, que representa os seus movimentos e interage com o Ambiente Virtual⁹. O avatar é uma terceira figura, criada para identificar o jogador dentro da trama, ou seja, definido, nesse contexto, como a representação digital do usuário dentro do jogo^{27,28}.

Na apresentação visual os estímulos visuais são agrupados por nível de imersão⁹. Há tanto ambientes virtuais mais imersivos (3D) quanto menos envolventes (2D). Estes últimos são como olhar uma cena através de uma janela. Já o ambiente imersivo refere-se ao estabelecimento da sensação de estar dentro, e como uma parte do mundo da Realidade Virtual¹⁴. Apresentações tridimensionais utilizando projeções estereoscópicas ou que exibem uma perspectiva visual fixa

são consideradas semi-imersivas. E sistemas totalmente imersivos, permitem troca de perspectiva visual com movimentos da cabeça⁹.

Os sistemas menos complexos e mais baratos que requerem movimentação física do jogador são algumas vezes referidos como *exergames* (EXG) - *exercise + games*^{14, 29}. Os EXG são uma nova ferramenta para as Ciências da Saúde, especialmente para a Reabilitação, visto que o movimento humano é característica fundamental nesses tipos de *games*³⁰. Em comparação com os games tradicionais os EXG agrupam o aspecto lúdico do jogo e a fascinação da realidade virtual, ao desenvolvimento de habilidades sensoriais e motoras, com baixo custo para o usuário²⁹. Neles, a interface é desenvolvida para utilizar o movimento humano como dados de entrada, com intenção de aumentar o gasto calórico e a interatividade³⁰.

Um *exergame* de grande sucesso foi o *Dance Dance Revolution*TM (DDR), criado em 1998. DDR é um exemplo de *exergame* que estimula os participantes a realizar movimentos de passos rápidos com cada perna, com o objetivo de atingir alvos localizados, em resposta a estímulos visuais apresentados aleatoriamente em uma tela. Esses jogos envolvem controle da transferência de peso corporal, que é similar ao das respostas de passo requeridos para evitar a maioria das quedas. S Smith *et al*, 2009 desenvolveram um novo sistema de treinamento de passos para uso em idosos acima de 70 anos baseado no DDR tradicional³¹.

Em 2006, foi desenvolvido o *Nintendo Wii Sports*, possibilitando ao usuário ter a experiência do movimento de diversos esportes, como golfe, boxe, tênis, boliche, baseball, arco e flecha, além do *Wii Fit*, que permite ao participante praticar yoga, *skate e snowboard*³². Já o Gesto- *Gesture Tek Xtreme* (IREX) é um sistema projetado de captura de vídeo em que os participantes posicionam-se em pé ou sentados, em uma área demarcada à frente de um pano de fundo verde, e visualizam um monitor de grandes dimensões, que exibem diferentes ambientes ou tarefas funcionais, como tocar bolas virtuais³³. Este sistema foi originalmente desenvolvido para fins de entretenimento e desde então tem sido adaptado para uso em reabilitação³⁴.

3.2 Resultados da pesquisa Bibliográfica

A pesquisa bibliográfica referente aos ensaios clínicos, realizada em agosto de 2011, nas línguas inglesa e portuguesa, sem limite de data inicial de publicação, resultou em um total de 41 artigos, dos quais 33 artigos foram excluídos. Esses artigos foram excluídos devido aos seguintes motivos: 11 artigos pela amostra ter sido constituída de pacientes pós Acidente Vascular Encefálico, e dois artigos por tratarem de uma amostra com participantes com lesões cerebrais. Um artigo foi excluído por abordar somente os benefícios psicológicos do uso da RV na reabilitação de idosos, um artigo devido ao desfecho de interesse ter sido a reabilitação cognitiva, um por descrever estudo de caso único e um, cuja intervenção não contemplou o uso da RV. Também foram desconsiderados 16 artigos repetidos entre as bases pesquisadas. O detalhamento da busca está representado na Figura apresentada no Anexo1 Figura 1.

Portanto, dos 25 artigos encontrados nas bases de dados, oito foram selecionados, por atenderem aos critérios de inclusão, sendo que todos estava indexados no MEDLINE, e um deles repetido na base PEDro. Não foram encontrados artigos pertinentes ao tema nas bases LILACS e biblioteca Cochrane. Além disso, foram encontrados dois estudos nas referências dos artigos selecionados. Finalmente, dos 10 artigos selecionados, cinco são estudos experimentais e cinco quasi-experimentais. As características dos artigos selecionados quanto ao delineamento, particularidades da amostra, intervenção, resultados e conclusões são apresentados na Tabela 2.

As principais disfunções físico-funcionais abordadas como desfecho de interesse das intervenções fisioterapêuticas utilizando a RV em ensaios clínicos foram alterações do equilíbrio/controlado postural/estabilidade postural, marcha usual, tarefa dupla e esforço percebido.

Houve uma grande variabilidade em relação aos protocolos aplicados e ao sistema de RV utilizado. As doenças abordadas com intervenções utilizando a Realidade Virtual nos estudos encontrados foram Doença de Parkinson (DP), Distúrbios vestibulares e pacientes submetidos à revascularização miocárdica.

Tabela 1 - Classificação dos artigos encontrados quanto à escala metodológica PEDro.

	Bisson, 2007	Mirelman, 2010	Hagedorn, 2010	Chuang, 2005	Yen, 2011
1-Inclusão	sim	sim	sim	não	sim
2-Alocação aleatória	sim	não	sim	sim	sim
3-Ocultação na aleatorização	não	não	não	não	não
4-Similaridade inicial entre grupos	sim	sim	sim	sim	sim
5-Mascaramento participantes	não	não	não	não	não
6-Mascaramento terapeutas	não	não	não	não	não
7-Mascaramento avaliadores	não	não	não	não	não
8-Medidas de desfecho em 85% na amostra	não	não	não	sim	sim
9-Análise intenção de tratar	não	não	não	não	não
10- Comparação entre grupos	sim	sim	sim	sim	sim
11- Tendência central	sim	sim	sim	sim	sim
Pontuação total	5	4	5	5	6

Tabela 2 – Características dos artigos selecionados

Autor/ano	Desenho do Estudo	Amostra	Desfechos avaliados	Sistema de RV/Ambiente	Intervenção	Efeitos encontrados
Chuang et al 2005	EXPERIMENTAL ECCA	<p>N= 32</p> <p>Media de Idade por grupo = 68.67+12.32 e 64.41+7.66</p> <p>Idosos que tinham sido submetidos a cirurgia de revascularização miocárdica</p> <p>Amostra consecutiva de 32 indivíduos distribuídos aleatoriamente</p> <p>Grupo 1: esteira sem RV 13 homens, 2 mulheres</p> <p>Grupo 2:esteira com RV - 15 homens, 2 mulheres</p>	<p>Variáveis: VO2 pico, pico de METS, e quantidade de VO2 em limiar anaeróbio</p> <p>Ergoespirometria - Protocolo de Naughton</p>	<p>Foi utilizado o Telepresence Cardiac Rehabilitation Program of Veterans Affairs Medical Center Taipei, com interface gráfica que permite que a velocidade e as inclinações da esteira possam ser ajustadas juntamente com o cenário, que muda pelo próprio sistema.</p> <p>As cenas de RV foram baseadas em um modelo tridimensional de corredor virtual construído pela Microsoft Direct3D, que foram adaptadas para o programa, em imagens bidimensionais.</p>	<p>Grupo 1 realizou esteira a velocidades PRÉe graus de inclinação, sem RV.</p> <p>Grupo 2 realizou treinamento em esteira com interação com o ambiente virtual. Em todos os outros aspectos, os dois programas foram idênticos.</p> <p>Todos os sujeitos foram encorajados a realizar exercícios submáximos, a um nível que corresponde a (1) de 70% a 80% frequência cardíaca máxima, ou (2) VO2max de 60% para 75%, ou (3) um esforço percebido classificado de 11 a 15 na escala de Borg.</p> <p>O fisioterapeuta ajustou a velocidade da esteira e grau de angulação a cada 5 minutos, ou até que o paciente tivesse atingido o nível adequado de esforço. Exercício realizados em laboratório</p> <p>30 minutos, 2 vezes por semana, 12 semanas</p>	<p>No followup o grupo RV atingiu valores significativamente mais elevados no consumo de oxigênio pico (VO2pico), pico equivalentes metabólicos (METS), e a quantidade de VO2 em limiar anaeróbio que o grupo não-RV.</p> <p>Ganho significativo também foi atingido para VO2pico e valor de pico MET acumulados nos participaram de treino com simulação de RV.</p>

Autor/ano	Desenho do Estudo	Amostra	Desfechos avaliados	Sistema de RV/Ambiente	Intervenção	Efeitos encontrados
Hagedorn et al. 2010	EXPERIMENTAL ECA	N= 35 Idade: Idosos frágeis Após algumas perdas e exclusões, ficaram 27 pacientes que foram aleatorizados em 2 Grupo1: treinamento de equilíbrio tradicional e Grupo 2: treinamento de equilíbrio com feedback computador. Por razões éticas não foi incluído grupo controle sem treinamento.	Força, equilíbrio, resistência e risco de quedas Teste de força muscular Teste sentado p/ de pé Teste de flexão de braço TUG; Teste caminhada de 6 min; Equilíbrio unipodal (olhos abertos Max 30 seg); Escala de Equilíbrio de Berg; Posição Tandem (olhos abertos, 10 seg); Dynamic Gait Index; FES-I; MCTSIB (Teste clínico modificado de interação sensorial e de equilíbrio)	Sistema de feedback por computador Personics, Abyhoj Denmark Computador era conectado a 3 sensores que registravam a posição do corpo.	Ambos os grupos receberam: fortalecimento muscular progressivo com alta intensidade (3 séries de 10-15 repetições) e treinamento de condicionamento em bicicleta estacionária por pelo menos 15min e mínimo de 3Km, com carga e distância aumentados progressivamente. Todos participaram de treino com bola (pegar, rolar e atirar). Adicionalmente o grupo 1 recebeu Treino Convencional. No Grupo 2 os pacientes controlavam os jogos por mudanças de descarga de peso.	Ambos os grupos melhoraram força muscular e condicionamento. Apenas o grupo de treinamento tradicional de equilíbrio teve melhora nos testes MCTSIB. O grupo do treinamento com computador mostrou melhora na performance nos jogos usados.
Mirelman et al. 2010	EXPERIMENTAL ECC	N= 20 14 homens e 6 mulheres Idade = 67,1 ± 6,5 anos Idosos com diagnóstico de Doença de Parkinson, duração média da doença de 9,8 ± 5,6 ano, estágio II e III de Hoehn & Yahr. Um único grupo de tratamento;comparação com grupo controle histórico ativo de pacientes com DP que seguiram um protocolo similar de TT, sem VR.	Marcha usual durante caminhada, em tarefa dupla e com obstáculos físicos - GaitRite mat (com acelerometro acoplado ao paciente) Desempenho Funcional Qualidade de vida: Parkinson's disease quality of life questionnaire (PDQ-39) Medidas repetidas (pré-treinamento, pós-treino, e follow-up de 4 semanas) foi usado.	O sistema de RV foi projetado especificamente para este estudo.	Treinamento intensivo com esteira progressiva e obstáculos virtuais (TT + VR). Os participantes tiveram que processar múltiplos estímulos simultaneamente e foram desafiados a tomar decisões sobre a negociação obstáculo em dois planos, enquanto andavam na esteira. Adição de distrações no ambiente virtual, tais como mudanças na iluminação e ajuste da frequência e do tamanho dos obstáculos virtuais. 3 x semana 6 semanas 18 sessões 45 minutos cada	Pós-treino houve melhora significativa da velocidade da marcha durante a caminhada habitual 17,4% (p = 0,032), comprimento da passada e tempo de stride (p = 0,016 e p = 0,046), durante a dupla tarefa, na negociação obstáculos. Na tarefa dupla houve melhora da variabilidade da marcha e do Trail Making Test (partes A e B) - passando de 2,26% ± 0,83% para 2,07% ± 0,79% (p = 0,04) Ganhos em medidas de desempenho funcional e os efeitos da retenção, um mês mais tarde, também foram observados.

Autor/ano	Desenho do Estudo	Amostra	Desfechos avaliados	Sistema de RV/Ambiente	Intervenção	Efeitos encontrados
Bisson et al. 2007	EXPERIMENTAL ECC	N= 24 Media de Idade por grupo = 74,4, DP 3,65 e 74,4, SD 4,92 Idosos saudáveis divididos em dois grupos iguais: Grupo 1: RV, 7 homens e 5 mulheres, e, Grupo 2: BF, três homens e nove mulheres.	Medidas de equilíbrio e mobilidade através da Balance Comunidade e Escala de mobilidade [CB & M] Parametros foram registrados antes do treino, bem como uma semana e um mês após o término do programa	GestureTek's IREX®, aplicativo Juggler	O grupo de RV tinham como objetivo equilibrar uma bola virtual durante as sessões. Participantes do grupo BF viam um ponto vermelho representando seu centro de gravidade em uma tela e eram obrigados a mover o ponto para os quatro cantos do monitor 2 sessões por semana 30 minutos por sessão 10 semanas Total de 20 sessões	Os aumentos nos escores médios CB & M foram superiores a 5 pontos demonstrando alterações clinicamente significativas nos dois grupos de intervenção, indicando que ambos os tipos de treinamento melhoraram o equilíbrio funcional e mobilidade da mesma forma.
Yen et al 2011	EXPERIMENTAL ENSAIO CLINICO CONTOLADO E RANDOMIZADO	N= 42 Idosos com DP, estágio II e III de Hoehn & Yahr. Aleatorizados em três grupos: Grupo 1: RV(14 homens e duas mulheres) Grupo 2: Treino de Equilíbrio Convencional Grupo 3: Grupo controle Foi realizada uma segunda randomização por idade, para garantir que a estratificação da idade fosse proporcional nos três grupos. Faixas: 55 – 64; 65 – 74; 75 - 85	Equilíbrio durante tarefas simples e duais, avaliado pela posturografia em 6 diferentes condições (SOT-1 ao SOT-6)	Os jogos de RV, usando Virtools 3.5 foram desenvolvidos pela Universidade National University Formosa e autorizados pelo Centro de Saúde e Ciclismo. Os jogos utilizados foram ball-rolling game e indoor-outdoor virtual activits	O treinamento consistiu de 10 min. iniciais de aquecimento e alongamento seguidos de 10 minutos em cada um dos dois jogos selecionados. Foram realizadas mudanças na direção do movimento pelos fisioterapeutas durante a intervenção. 30 minutos 2 vezes por semana 6 semanas	Não houve diferenças entre os três grupos no baseline para os escores de equilíbrio. Após treino de equilíbrio não houve diferença significativa nos ganhos no equilíbrio entre os grupos de intervenção. Diferença significativa foi encontrada entre o grupo controle e o de treino com uso da RV para o escore do SOT-6, porém esta diferença não permaneceu no follow-up após 4 semanas

Autor/ano	Desenho do Estudo	Amostra	Desfechos avaliados	Sistema de RV/Ambiente	Intervenção	Efeitos encontrados
Albani <i>et al</i> 2002	QUASI-EXPERIMENTAL Estudo Preliminar	<p>N= 12</p> <p>Idosas com DP, com duração média da doença de 2 a 3 anos, estágio II de Hoehn & Yahr.</p> <p>Foram divididos em Grupo 1: Controle 10 indivíduos normais Grupo 2: RV. 2 idosas Idade= 68 e 69 anos.</p>	<p>Adaptação dos parkinsonianos paciente em um ambiente virtual.</p> <p>O objetivo foi determinar se RV poderia dar mais informações em apoio à clínica e abordagens neuropsicológica, e superar limites inerente às avaliações em ambientes naturais.</p>	<p>Sistema projetado especificamente para o estudo.</p> <p>Interface da RV (capacete e joystick)</p>	<p>A sessão visou reproduzir situações habituais da vida diária: um apartamento mobilado onde os indivíduos podiam mover-se e interagir com os objetos (ex., rodar a maçaneta). Após uma breve familiarização com os instrumentos e com o ambiente virtual, caminhando e apontando para os objetos no corredor, os indivíduos foram convidados a realizar diversas tarefas interagindo com o ambiente.</p>	<p>Em comparação com os controles, os parkinsonianos mostraram uma leve dificuldade em algumas tarefas, como apontar um objeto, além das tarefas de memória e orientação.</p> <p>Na avaliação da velocidade de execução ambos os pacientes com DP foram mais lentos durante todos os ensaios, especialmente quando eles foram convidados a caminhar através de portas ou espaços estreitos, como no banheiro.</p> <p>O sistema foi capaz de captar diferenças entre os grupos.</p>
Hamlet <i>et al</i> 2006	QUASI-EXPERIMENTAL	<p>N= 26</p> <p>Idade = 73-82 anos</p> <p>Idosos com instabilidade e risco de quedas, com histórico de mais de duas quedas em um ano, enquanto caminhavam em espaços abertos.</p>	<p>Respostas Posturais (PR) pela posturografia Avaliadas antes e depois de seis semanas na reabilitação sob duas condições: (1) de pé, olhos abertos, campo visual estático, e (2) de pé, olhos abertos, campo visual dinâmico através de óculos de realidade virtual, gerando estímulo optocinético horizontal (70 graus por segundo a velocidade angular).</p>	<p>Unidade de Reabilitação do Equilíbrio (Medicaa, Montevideo, Uruguai) para a concepção de um PRV personalizado para cada paciente.</p>	<p>Programa de Reabilitação Vestibular (PRV) com o uso da Realidade Virtual, em um treinamento simulando estímulos ambientais. Foram realizadas mudanças na velocidade angular, tamanho dos alvos visuais e na percepção de volume durante a intervenção. 40 minutos cada sessão 5 vezes por semana durante 6 semanas total de 30 sessões</p>	<p>Os valores medidos pela posturografia (PR) melhoraram para aqueles propensos a cair após a PRV, diminuiu nas duas condições de estimulação.</p> <p>A maior redução nos valores de PR após o PRV foi observada na condição 2.</p>

Autor/ano	Desenho do Estudo	Amostra	Desfechos avaliados	Sistema de RV/Ambiente	Intervenção	Efeitos encontrados
Lars Nyberg <i>et al</i> 2006	QUASI- EXPERIMENTAL Estudo Piloto	N= 08 Idade = 4 idosos: 69-80 anos, 4 jovens: 23-34 anos Idosos hígidos	Tendência a quedas. <i>Downton activity scale e Frändins activity scale:</i> nível de atividade <i>Falls Efficacy Scale (FES)</i> quedas <i>Gait Efficacy Scale (GES):</i> Marcha <i>Standing on one leg, Tandem walk e Step test:</i> equilíbrio <i>Chair stand:</i> capacidade de levantar-se de sentar	O software utilizado nos experimentos foi desenvolvido no <i>VRlab em Performer e OpenGL.</i> O hardware utilizado foi um SGI Onyx 2, sistema de imersão 3D que simulou um mercado no centro da cidade de Umeå.	Nos testes em laboratório cada indivíduo caminhou sobre um piso normal e depois foi apresentado visualmente a um ambiente familiar no HMD. O primeiro passeio imerso no ambiente virtual foi sem eventos, enquanto nos dois seguintes eles foram expostos a diferentes eventos inesperados, como uma queda de neve e inclinações da pista. Esta inclinação foi feita girando o câmara virtual pelo qual o sujeito olha para o VE.	Com uso da RV o tempo de caminhada foi aumentado entre 29% e 183%, comparado a caminhar sem equipamento. Os eventos aumentaram o tempo de caminhada em todos os indivíduos idosos. Inclinação Virtual do meio ambiente teve um impacto sobre o desempenho do equilíbrio durante a caminhada. Modelo parece ser útil para gerar um padrão de marcha alterada e possivelmente também para avaliar quedas.
Debbie <i>et al</i> 2008	QUASI- EXPERIMENTAL	N= 10 6 mulheres e 4 homens Idade = média 70,0; ± 5,7 anos Idosos saudáveis Um único grupo de tratamento, comparado com grupo de jovens e com grupo de indivíduos pós AVE, de estudos paralelos, descritos no mesmo artigo.	Senso de Presença e "prazer"(enjoyment): Questionário feedback curto (SFQ) Esforço percebido em cada ambiente virtual: Escala de Borg. Desempenho Dentro do EyeToy: escores fornecidos na tela em cada ambiente. Usabilidade do Sistema EyeToy: Escala de Usabilidade (SUS).	Sony PlayStation II EyeToy Três ambientes virtuais: <i>Wishy-Washy, Kung-Foo e Mantenha-Ups</i> * Comparação com GestureTek's IREX® (usado no estudo 1)	Os participantes experimentaram os jogos EyeToy em suas casas depois que ele foi programado para eles. Cada um dos três ambientes foi utilizado por 3 minutos (180 segundos), precedido por 2 minutos para a familiarização. Na sessão teste, que explorou os três ambientes em laboratório, os participantes foram solicitados a sair de um ambiente (Kung-Foo) e iniciar outro de forma independente. A seqüência de suas ações foi registrada.	A sensação de presença (SFQ) foi significativamente diferente entre os ambientes ($\chi^2 12,74$, $P < 0,002$), assim como o nível de satisfação ($\chi^2 7,35$, $P < 0,02$). O esforço percebido foi considerado "fácil" pelos participantes, sem diferenças significativas entre os ambientes. O escore médio para o SUS foi de $82,7 \pm 8,1$ pontos (intervalo 75,0 - 97,5 de um máximo de 100 pontos); ou seja, capazes de operar o sistema de forma independente. Foram encontradas diferenças relevantes entre o desempenho de jovens e idosos, demonstrando que o sistema <i>EyeToyII</i> consegue captar e registrar diferenças nas características naturais entre esses indivíduos.

Autor/ano	Desenho do Estudo	Amostra	Desfechos avaliados	Sistema de RV/Ambiente	Intervenção	Efeitos encontrados
Hamid Bateni 2011	QUASI-EXPERIMENTAL Estudo Preliminar	<p>N = 17 8 homens e 9 mulheres</p> <p>Idade = 53 e 91 anos Idosos recrutados em Centros de Fisioterapia Aleatorizados em 3 grupos: Grupo 1: fisioterapia convencional associada ao Wii Fit, Grupo 2: Wii Fit isolado; Grupo 3: fisioterapia isolado. Não houve grupo controle.</p>	<p>Equilíbrio - Escala de Equilíbrio de Berg (todos os grupos)</p> <p>Controle Postural - Escores no Teste de Bubble (grupos PW e WI).</p>	<p>Nintendo Wii Fit®, junto com sua prancha de equilíbrio</p> <p>Três jogos foram utilizados: <i>Slalom de esqui</i>, <i>Ski Jump</i> e <i>Tilt Table</i></p>	<p>Durante este estudo, os participantes realizaram três jogos de equilíbrio <i>Wii Fit</i> sob a supervisão de um fisioterapeuta licenciado: <i>Slalom Ski</i>, <i>Ski Jump</i> e <i>Tilt Table</i>.</p> <p>3 vezes por semana 4 semanas</p>	<p>Houve melhora nos escores da Escala de Equilíbrio de Berg e no Teste Bubble em todos os grupos. Os grupos 1 e 3 tenderam a apresentar melhor performance no teste de equilíbrio de Berg quando comparados ao RV isolada.</p> <p>O treinamento com Wii Fit parece melhorar o equilíbrio, entretanto, o treinamento de fisioterapia por ele só ou em adição ao treinamento com Wii Fit parece melhorar o equilíbrio em maior medida/extensão do que o treinamento utilizando RV isolada.</p>

4. DISCUSSÃO

O uso da RV para a reabilitação já figura na literatura científica com amplas possibilidades de utilização, podendo fortalecer-se como um recurso promissor também para o tratamento das alterações físico-funcionais em idosos. O uso dessa tecnologia pode melhorar a capacidade física e de execução de tarefas, que tradicionalmente apresentam-se como uma barreira para essa população. Conseqüentemente, tem o potencial para aumentar a participação na comunidade, e, assim, melhorar a saúde e os resultados funcionais para indivíduos idosos com deficiência^{35,36}. Segundo o levantamento suplementar da PNAD, 2008 quando perguntados sobre o estado geral de saúde, os idosos, além de considerar a prevalência de doenças, levaram em consideração ainda, sua participação social. Para avaliar o estado de saúde através de sua própria percepção, no referido levantamento, era necessário que o idoso fosse o informante do questionário. Essa amostra totalizou cerca de 15 milhões de idosos, que representavam 71% do conjunto de idosos residentes no País⁵. Esses dados sugerem que os benefícios sobre a participação social, obtidos com o uso da RV, vão ao encontro das limitações funcionais apontadas por essa população.

Entretanto, esta revisão sistemática mostra uma escassez de estudos que avaliam a tecnologia da RV na reabilitação físico-funcional de idosos. Tal fato pode estar relacionado à dificuldade de acesso a esta tecnologia na maioria dos ambientes de reabilitação do indivíduo idoso no Brasil, e também por tratar-se de um tema novo e ainda pouco explorado por pesquisadores nessa população. Foram encontrados diversos artigos com intervenção em crianças e jovens, e em indivíduos com demência. A literatura também é rica em estudos com objetivo de reabilitação cognitiva utilizando a RV em diversas populações, assim como investigações abordando reabilitação no Acidente Vascular Encefálico (AVE). Porém, outros segmentos populacionais e disfunções específicas têm recebido pouca atenção no contexto da reabilitação físico-funcional com o uso da RV, dentre esses os idosos, o que impossibilita a generalização dos resultados dessa terapia para essa população.

A população de idosos frágeis, por exemplo, foi pesquisada em apenas um estudo, que comparou os efeitos do treinamento utilizando RV, aos obtidos com Treino Convencional (TC) de equilíbrio³⁷. Os resultados demonstraram melhora significativa na força muscular e

equilíbrio, em ambos os grupos que receberam a intervenção. Já o grupo controle, que realizou os exercícios para ganho de amplitude de movimento em casa, apresentou melhora significativa apenas para a flexibilidade. Em concordância com esses resultados em idosos frágeis, Yen *et al*, 2011 estudando 42 pacientes parkinsonianos, também não encontraram diferenças significativas nos ganhos no equilíbrio entre o grupo que realizou TC de equilíbrio e o grupo que utilizou treinamento com RV. Hamid Bateni, 2011 desenvolveu um estudo com 17 idosos hígidos, que também comparou as duas terapias citadas acima na reabilitação do equilíbrio, utilizando três grupos de intervenção, e concluiu que o treinamento com RV (*Wii Fit*) parece melhorar o equilíbrio, entretanto, somente o TC de equilíbrio com supervisão da fisioterapeuta ou em adição ao treinamento com *Wii Fit*, parece ser melhor para o equilíbrio do que o treinamento de *Wii Fit* isolado.

Outros estudos avaliaram idosos hígidos também quanto ao equilíbrio^{19,38}. Bisson *et al*, 2007 compararam o uso do *Biofeedback* (BF) e da Realidade Virtual para treino do equilíbrio e encontraram melhora significativa nos escores médios de equilíbrio e mobilidade para ambos os grupos de intervenção. Resultado semelhante foi obtido em um estudo preliminar de Hamlet Suárez, 2006 com uma amostra de idosos com instabilidade e risco de quedas (histórico de mais de duas quedas em um ano em ambientes públicos). Foram avaliadas as respostas posturais antes e após a participação de um Programa de Reabilitação Vestibular (PRV) com o uso da RV. Em seus resultados os valores medidos pela posturografia (PR) melhoraram após a PRV para aqueles propensos a quedas. A maior redução nos valores de PR após a VRP foi observada na condição de pé, olhos abertos, campo visual dinâmico através de óculos de realidade virtual, gerando estímulo optocinético horizontal (70 graus por segundo a velocidade angular).

O objetivo no desenvolvimento de um programa de um sistema de reabilitação vestibular usando a realidade virtual é recriar mudanças visuais no ambiente, inputs vestibulares e somatossensorial, gerando o ajustamento do sistema vestibular e dos reflexos envolvidos no controle postural e nas estratégias de marcha, uma vez que o sistema de RV permite diferentes tipos e seqüências de estímulo a serem projetados³⁹. Os 26 pacientes desse estudo apresentaram "sensibilidade" quando expostos a estímulos optocinéticos, permitindo supor que um campo visual com um alvo em movimento poderia provocar distúrbios posturais e colocar esses pacientes em risco de cair. Os autores sugerem que a Realidade Virtual pode ser

útil na reabilitação desses pacientes, já que esta situação e cenário pode ser reproduzida e analisada usando a plataforma do sistema para medir distúrbios posturais, quando as alterações no fluxo visual ocorrerem. Os resultados mostraram uma adaptação nos parâmetros de controle postural após o uso da RV e sugerem que a realidade virtual pode ser uma ferramenta para a concepção Programas de Reabilitação Vestibular personalizados para evitar a instabilidade e queda na população idosa, geralmente atingida em espaços abertos ou devido a mudanças visuais bruscas no ambiente, e estimulação vestibular e somatossensorial³⁹.

Usando RV este estudo de Niberg *et al*, 2006 objetivou criar um ambiente de teste para estudar o comportamento de indivíduos realizando tarefas que demandam atenção inesperada durante a caminhada. Além disso, visou verificar a usabilidade do sistema entre idosos, e obter a descrição das experiências desses indivíduos na imersão no ambiente virtual. Os eventos (queda de neve e inclinação) aumentaram o tempo de caminhada em todos os indivíduos com 69 anos ou mais. Os autores defendem que a realização de medidas repetidas pode permitir maior compreensão dos complexos mecanismos envolvidos no equilíbrio e na marcha, permitindo avaliar padrões de caminhada e tendência de queda de maneira padronizada em condições que se assemelham em alto grau a eventos da vida real, além disso, concluíram que o sistema técnico, por si só, não exclui nenhuma das pessoas idosas³⁸. O conhecimento obtido a partir de um sistema como este pode melhorar a compreensão do risco e padrão de comportamento de um indivíduo. Tal conhecimento pode ter influência sobre o planejamento do ambiente de cuidado em torno desse indivíduo, e pode ser útil para medidas de prevenção individualizada contra quedas.

Idosos com Doença de Parkinson foram pesquisados em três estudos. Yen *et al*, 2011 avaliaram o equilíbrio durante tarefas simples e duais através da posturografia, comparando três grupos, como já descrito. Mirelman *et al*, 2010 avaliaram parâmetros da marcha usual durante caminhada, em tarefa dupla e com obstáculos físicos, além disso, pesquisaram o Desempenho Funcional e a Qualidade de vida em, através de questionários estruturados para idosos parkinsonianos. Já Albani *et al*, 2002 desenvolveram um estudo preliminar com duas mulheres com DP e avaliaram o ganho de funcionalidade nas AVDs, comparando com 10 indivíduos jovens. Em todos os estudos com pacientes parkinsonianos houve melhora nos parâmetros avaliados.

Os resultados do estudo de Mirelman *et al*, 2010 indicam que Treinamento em Esteira (TE) associado a RV é viável na DP e pode melhorar significativamente o desempenho físico durante a marcha complexa e condições desafiadoras, e até mesmo favorecer certos aspectos da função cognitiva. O estudo foi um ensaio clínico aberto, no entanto, foi feita uma comparação com um grupo controle histórico ativo de pacientes com DP que seguiram um protocolo similar de TE, mas sem uso da RV. Segundo os autores este estudo é o primeiro a examinar os efeitos do TE com uso da RV sobre a mobilidade dos pacientes com DP. Os resultados indicam que TE intensa e progressiva com RV é viável para pacientes com DP, e pode melhorar significativamente o desempenho físico e marcha, para além das melhorias anteriormente relatadas com o TE sozinho. Condições complexas de marcha, tais como andar em dupla tarefa e com negociação de obstáculos, e até mesmo certos aspectos da função cognitiva parecem ser positivamente afetados por esta intervenção.

Albani *et al*, 2002 supõem que RV poderia funcionar como um estímulo externo, a fim de facilitar os planos motores por meio da criação de imagens mentais úteis. Desta forma, seria possível explorar os planos motores de um paciente por meio da utilização da RV. Neste estudo foi testada a adaptação dos parkinsonianos paciente em um ambiente virtual, o objetivo era determinar se VR poderia dar mais informações em apoio à clínica e abordagens neuropsicológica, superar limites inerente às avaliações em ambientes naturais. A sessão visou reproduzir situações habituais da vida diária: um apartamento mobilado com alguns quartos onde os indivíduos podiam se mover e interagir com os objetos (por exemplo, rodar a maçaneta da torneira e caminhar por um corredor). Como esperado, em comparação com os controles, os parkinsonianos mostraram uma leve dificuldade em algumas tarefas, como apontar um objeto, além das tarefas de memória e orientação. Na avaliação da velocidade de execução ambas as pacientes com DP foram mais lentas durante todos os ensaios, especialmente quando elas foram convidadas a caminhar através de portas ou espaços estreitos, como para acessar o banheiro.

Acredita-se que paradigmas de formação adaptativa que continuamente e de forma interativa movem o desempenho do sujeito em direção a um objetivo, são importantes para aperfeiçoar a re-aprendizagem habilidades motoras⁴⁰. Essas conclusões têm implicações importantes para a compreensão da aprendizagem motora em indivíduos com DP e para a seleção de abordagens seguras no tratamento do risco de quedas, não somente nesses pacientes, mas também em

outras pessoas que partilham um risco aumentado de cair. Qualquer ferramenta de reabilitação deve gerar resultados que são sensíveis às mudanças de desempenho para ser útil clinicamente⁴¹. Estudos como o de Debiee *et al*, 2008, e Albani *et al*, 2002 demonstraram que diferentes sistemas de RV foram sensíveis às diferenças de desempenho entre idosos e adultos mais jovens e, especialmente, entre pessoas com e sem deficiência, considerando a comparação com parkinsonianos⁴² e com indivíduos pós-ave²⁶.

Na pesquisa de Debiee *et al*, 2008 foram realizados três estudos publicados no mesmo artigo. O primeiro com jovens, comparando as experiências entre dois sistemas de RV. O segundo, descrito nesta tabela, com idosos hígidos, objetivou caracterizar a experiência de idosos com esta ferramenta, verificar a adequação e usabilidade do *EyeToyII* nessa população e ainda, comparar a performance desses indivíduos com jovens (estudo 1). O terceiro investigou indivíduos pós-AVE. Os autores sugerem que o uso da RV parece adequado para adultos mais velhos e pode ser facilmente operado por eles²⁶.

Chuang *et al*, 2005 estudaram pacientes pós revascularização do Miocárdio e seus resultados apoiam claramente a percepção dos benefícios dos programas de reabilitação que incorporam a RV para aumentar a recuperação da capacidade física, analisada nesse estudo, por meio das variáveis: VO₂ pico, pico de METS, e quantidade de VO₂ em limiar anaeróbio. Debbie *et al*, 2008 também utilizaram a avaliação do esforço percebido, que indicou a adaptabilidade do uso do Sony EyeToy II para idosos. Um alto senso de presença e diversão foi relatado por todos os jovens e idosos, bem como por indivíduos pós-AVE, que utilizaram o sistema. Um alto nível de prazer, como relatado por todos os participantes, também pode levar a uma maior motivação em se engajar em uma atividade, bem como o refletir sobre o desempenho. Manter a motivação das pessoas para se exercitar de forma autônoma em casa é um desafio, porque os programas de are domiciliares são, muitas vezes, monótonos. As diferentes modalidades de RV, com suas peculiaridades na promoção da interação social e engajamento na terapia, parecem fornecer uma resposta a esse desafio.

Merians *et al*, 2006 relataram em um estudo com uso de RV na reabilitação sensoriomotora em indivíduos pós-AVE, que as habilidades melhoradas no ambiente virtual podem depois ser transferidas para o mundo real⁴³, o que sugere que a terapia baseada em RV tem um potencial para estimular o nível de intensidade do exercício e a participação social do indivíduo, que é

comparável com outras terapia convencionais¹⁴. O verdadeiro efeito de uma redução na limitação da atividade sobre a participação em casa, no trabalho, e vida em comunidade é de importância primordial⁷, especialmente na população em questão, que já vivencia outras depreciações, inerentes ao processo de envelhecimento.

No PNAD 2008 a renda *per capita* domiciliar revelou-se como um fator de grande importância na declaração de incapacidade em idosos, sendo que os índices decresceram à medida que aumentou a renda, situação semelhante à observada para nível de escolaridade. Uma possível explicação para essa diferenciação reside no fato de que maiores níveis de renda e escolaridade permitem aquisição de melhores serviços de acompanhamento, equipamentos de apoio e uma inserção social mais ativa. Nesse sentido a utilização da RV na reabilitação de idosos brasileiros e de outras populações de baixa renda e escolaridade, deve considerar as peculiaridades desse grupo, o que se torna viável à medida que essa tecnologia se desenvolve, ganha o mercado consumidor e, conseqüentemente, favorece a disponibilização de equipamentos mais baratos e facilmente operáveis pelos usuários.

A apresentação de atividades simples e a fácil visualização do próprio desempenho são vantagens de alguns sistemas de RV que podem favorecer a adequação dessa ferramenta ao tratamento de idosos com diferentes níveis de escolaridade. No estudo de Hagedorn, 2010 por exemplo, quatro jogos foram usados no grupo que recebeu adicionalmente o treino com biofeedback por computador. O primeiro deles consistia em levantar a perna como num step e construir uma torre, sendo que a altura da torre indicava a melhora do movimento. Outro jogo requeria do paciente estourar balões ficando na ponta dos pés e voltando. Em um terceiro, o paciente imitava um garçom com bandeja equilibrando copos, enquanto fazia transferências do peso corporal para os lados sobre uma plataforma com almofada, em no quarto jogo o indivíduo tinha que pegar frutas que caíam de uma árvore com um cesto, evitando frutos podres.

A comparação de custo versus benefícios de diferentes sistemas de RV já vem sendo abordada em estudos científicos. Em um estudo de Debbie *et al*, 2008 com trinta e quatro jovens sem deficiência, com idade entre 19-40 anos, com objetivo foi comparar o desempenho, efeitos colaterais, senso de presença, prazer e esforço evocados por diversas aplicações de um sistema de baixo custo (*Sony EyeToy*) com aqueles evocados por várias

aplicações do *IREX*, uma modalidade tecnologicamente mais avançada de RV. Assim como com o sistema *IREX*, o *PlayStation II EyeToy*, lançado pela *Sony, Inc.*, no início dos anos 2000, exibe imagens em tempo real do usuário, o entanto, ele não requer um pano de fundo atrás do usuário, nem iluminação ambiente brilhante, que é necessário para a execução de aplicativos *IREX*. Porém, a hipótese de que haveria diferenças significativas, principalmente com relação ao senso de presença entre os sistemas (modalidades) *IREX* e *EyeToy* foi rejeitada²⁶.

Outras modalidades de RV de baixo custo foram exploradas, como o *Wii Fit*, da Nintendo. Segundo Hamid Bateni, 2011 o sistema *Wii Fit* pode potencialmente ser usado em ambiente domiciliar por indivíduos com risco de quedas para redução desse risco. Os jogos de treinamento *Wii Fit* (ex.: *Ski Slalom, Ski Jump, Table Tilt*) requerem que o jogador desempenhe movimentos bem controlados do centro de massa corporal. Essa prática oferece desafios similares aos do *Tai Chi*, que é conhecido por reduzir substancialmente o risco de quedas⁸.

O uso no ambiente domiciliar pode favorecer a integração familiar entre diferentes gerações, por tratar-se de uma ferramenta diferenciada, que pode despertar o interesse dos filhos e netos, aumentando a motivação e o engajamento do idoso na terapia. Além disso, nos ambientes de reabilitação, uma possibilidade pela qual se pode melhorar a aderência a programas de exercícios é melhorando a motivação com o uso de exercícios interativos de videogame (exergames), que combinam o movimento do jogador, recreação, feedback imediato do desempenho e conexão social através da competição^{44,45}.

Vários estudos têm relatado que os participantes experimentaram altos níveis de prazer ao interagir com ambientes virtuais desenvolvidos para reabilitação^{15,17}. Para idosos, ambientes de interação virtual podem influenciar o controle postural e consequentemente eventos de quedas, por estimularem os receptores sensoriais que são responsáveis por manter a orientação corporal e o equilíbrio⁴⁶.

Existem importantes limitações em sumarizar evidências baseadas em um número limitado de ensaios clínicos. Primeiro porque alguns estudos podem ter sido negligenciados na busca,

considerando que novos artigos são publicados freqüentemente e que outros idiomas, além do inglês e português não foram contemplados na busca. Outro problema significativo verificado nesta revisão está relacionado à qualidade metodológica dos estudos disponíveis na literatura. Muitas limitações importantes foram encontradas, principalmente falhando ao informar detalhadamente a intervenção²⁶ utilizada e as características da amostra, e, conseqüentemente, os estudos apresentaram baixa qualidade metodológica na avaliação pela escala PEDro. Além disso, o grande número de modalidades de RV levantadas na literatura, com pequeno número de publicações para cada modalidade de intervenção, também desfavorece a generalização dos resultados.

Possíveis limitações técnicas no uso de sistemas de RV foram descritas no estudo de Niberg *et al*, 2006 no qual houve perturbação na saída dos dados sensoriais e distúrbios gráficos, devido a um campo magnético instável no prédio. Outro problema relatado foi com o monitor, que apresentou uma tendência a dar uma tremura da imagem, especialmente após o uso prolongado. Desligar o HMD entre cada sessão reduziu este problema. Também foi relatado que o comprimento do cabo ligado ao equipamento limitou o espaço livre no qual os sujeitos podiam andar durante a sessão.

Esses fatores associados mostram que são necessários mais estudos para avaliar os efeitos dessa terapia em idosos, bem como para promover adequações dessa ferramenta para o sucesso da utilização na reabilitação de grupos específicos. Não foram encontrados dados relacionados ao risco de lesões associado ao uso da RV. Ademais, é importante que os novos estudos utilizem critérios metodológicos adequados, para dar consistência aos resultados e gerar melhores evidências científicas para embasar a aplicação dessa ferramenta na prática clínica.

6. CONCLUSÃO

Os ensaios clínicos incluídos nesta revisão sistemática sugerem que as abordagens utilizando RV são tão efetivas quanto outras terapias convencionais, e ainda apontam vantagens do uso dessa ferramenta sobre outras modalidades terapêuticas aplicáveis na reabilitação físico-funcional de idosos. Porém, ainda não há consenso quanto à melhor modalidade, frequência, intensidade e dose ótima para melhores efeitos.

A tendência multidisciplinar das ciências da saúde e o uso cada vez mais frequente da informática têm proporcionado avanços nas áreas tecnológicas. A utilização da RV em reabilitação parece ser uma área promissora, entretanto, mais estudos são necessários para estabelecer a eficácia da RV na reabilitação físico-funcional em diversas populações e, mais especificamente, em idosos, bem como para identificar os parâmetros de treinamento utilizando a RV, que estão associados com a transferência das melhorias funcionais para o mundo real.

Referências Bibliográficas

1. WONG, L. L. R. et al. O rápido processo de envelhecimento populacional do Brasil: sérios desafios para as políticas públicas. **Rer Bras Est Pop.**, v. 26 , n. 1, p. 5-26. 2006.
2. CARVALHO, J. A. M. et al. A transição da estrutura etária da população brasileira na primeira metade do século XXI. **Cad Saúde Pública**, v. 24 , n. 3, p. 597-605. 2008.
3. VERAS, R. et al. Envelhecimento populacional e as informações de saúde do PNAD: demandas e desafios contemporâneos. Introdução. **Cad. Saúde Pública**, v. 23, n. 10. 2007.
4. CALDAS, C. P. Envelhecimento com dependência: responsabilidades e demandas da família. **Cad. Saúde Pública**, v. 19, n. 3, p. 773-781. 2003.
5. PNAD, 2008 - UM PANORAMA da saúde no Brasil: acesso e utilização dos serviços, condições de saúde e fatores de risco e proteção à saúde 2008. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Acima do título: Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/panorama_saude_brasil_2003_2008/PNAD_2008_saude.pdf>. Acesso em: nov. 2011
6. CENSO IBGE 2010 - Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão; **IBGE** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/Diretoria de Pesquisas Coordenação de População e Indicadores Sociais Estudos e Pesquisas Informação Demográfica e Socioeconômica. número 27. **Síntese de Indicadores Sociais Uma Análise das Condições de Vida da População Brasileira 2010.**
7. LANGE, B. S. et al. The Potential of Virtual Reality and Gaming to Assist Successful Aging with Disability. **Phys. Med. Rehabil. Clin. N. Am.**, v. 21, p. 341-356, 2010.
8. BATENI, H. Changes in balance in older adults based on use of physical therapy vs the Wii Fit gaming system: a preliminary study. **J.physio.**, v. 21, p. 1-6. 2011.
9. SERGEL, V. et al. Treinamento Sensório-motor em realidade virtual: revisão. **NeuroRehabilitation**, v. 25, p. 29-44. 2009.
10. SHERIDAN, T. B. Musings on telepresence and virtual presence. **Presence**, v.1, p. 120-125, 1992.

11. WEISS, P. L. et al. Virtual reality applications to work. **Work**, v. 11, p. 277-293. 1998.
12. ZELINSKI, E. M. Cognitive benefits of computer games for older adults. **Gerontechnology**, v. 8, p. 220–235. 2009.
13. VAN, S. P. et al. Virtual augmented exercise gaming for older adults. **Cyberpsychol Behav.**, v. 11, p. 103-106. 2008.
14. BRUIN, E. D. et al. Use of virtual reality technique for the training of motor control in the elderly - Some theoretical considerations. **Gerontol. Geriatr.**, v. 43, n. 4, p. 229-234, ago. 2010.
15. RIZZO, A. A. et al. A SWOT analysis of the field of VR rehabilitation and therapy. **Presence-Teleop. Virt.**, v. 14, p. 119 –146. 2005.
16. SANCHEZ-VIVES, M. V. et al., From presence to consciousness through virtual reality. **Nat.Rev. Neurosci.**, v. 6, p. 332-339. 2005.
17. KIZONY, R. et al. Video-capture virtual reality system for patients with paraplegic spinalcord injury. **J. Rehabil. Res. Dev.**, v. 42, p. 595-608. 2005.
18. SCHULTHEIS, M. T. et al. The application of virtual reality technology for rehabilitation. **Rehab. Psychol.**, v. 46, p. 296-311. 2001.
19. BISSON, E. et al. Functional balance and dual-task reaction times in older adults are improved by virtual reality and biofeedback training. **Cyberpsychol. Behav.**, v.10, n. 1, p. 16-23, fev. 2007.
20. MAHER, C.G.; SHERRINGTON. C.; HEBERT. R. D. et al., Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. **Phys Ther.**, v. 83, n. 8, p. 713-721. 2003.
21. HEIM, M. et al. Virtual realism. New **York: Oxford University Press**.1998.
22. LISBETH. K. A Poetics of Virtual Worlds. **Melbourne**, p. 100-109. 2003.

23. NASH, E.B. et al. A review of presence and performance in virtual environments. **Int. J. Hum. Comput. Interact.**, v. 12, p. 1-41. 2000.
24. BURDEA, G.C. et al. Virtual rehabilitation—benefits and challenges. **Methods Inf. Med.**, v. 42, n. 5, p. 519-523. 2003.
25. HOLDEN, M.K. et al. Virtual environments for motor rehabilitation: review. **Cyberpsychol. Behav.**, v. 8, p. 187-212. 2005.
26. DEBBIE, R.O.T. et al. The sony playstation II eyetoy: low-cost virtual reality for use in rehabilitation. **Neurology Section**, v. 32, p. 155-163. dez. 2008.
27. MEADOWS, M. S. I. The Culture and consequences of having a Second Life. **Berkeley: New Riders**. 2008.
28. WAGGONER, Z. My avatar, my self. Identity in Video Role-Playing Games. **Jefferson: MacFarland and Company**. 2009.
29. SINCLAIR, J. et al. Considerations for the design of exergames.,p. 289-296. 2007.
30. BERKOVSKY, S. et al. Design games to motivate physical activity. **Proceedings of the 4th International Conference on Persuasive Technology**, p. 26-29. 2009.
31. SMITH, S. T.; SHERRINGTON. C.; STUDENSKI. S. A novel dance dance revolution (ddr) system for in-home training of stepping ability: basic parameters of system use by older adults. **Br. J. Sports Med**. 2009.
32. FITZPATRICK, M.; Harding, L.; Rodenbeek, M. Using the Wii for vestibular rehabilitation. **Portland: Vestibular Disorder Association**, 2010.
33. WEISS, P. L. et al. Video capture virtual reality as a flexible and effective rehabilitation tool. **J. Neuroeng. Rehabil.**, v. 1 2004.
34. KIZONNY, R. et al. Adapting an immersive virtual reality system for rehabilitation. **J. Visual Comp. Anim.**, v. 14, p. 261–268. 2003.

35. PEW, R. W. et al. Steering Committee for the Workshop on Technology for Adaptive Aging. **National Academies Press**, Washington DC. 2004.
36. HELAL, A. A. et al. The engineering handbook of smart technology for aging, disability, and independence. **Hoboken (NJ)**, John Wiley. 2008.
37. HAGEDORN, D. et al. Effects of traditional physical training and visual computer feedback training in frail elderly patients. A randomized intervention study. **European Journal of Physical & Rehabilitation Medicine**, v. 46, n. 2, p. 159-168, 2010.
38. LARS, N. et al. Using a Virtual Reality System to Study Balance and Walking in a Virtual Outdoor Environment: A Pilot Study. **CyberPsychology & Behavior**. v. 9, n. 4. 2006.
39. SUÁREZ H. et al. Postural Adaptation in Elderly Patients with Instability and Risk of Falling After Balance Training Using a Virtual-Reality System. *International Tinnitus Journal*, v. 12, n. 1, p. 41–44. 2006.
40. MAHNCKE, H.W. et al, Brain plasticity and functional losses in the aged: scientific bases for a novel intervention. **Progress. Brain. Res.**, cidade , v. 157 , p. 81-109.2006.
41. VAN. B. et al., Reliability and sensitivity to change of measurement instruments used in a traumatic brain injury population, **Clin. Rehabil.**, v. 20, p. 686–700. 2006.
42. ALBANI, G. et al. Common daily activities in the virtual environment: a preliminary study in parkinsonian patients. **Neurol. Sci.**, v.23, p. 49-50, sep. 2002.
43. MERIANS, A. S. et al. Sensorimotor training in a virtual reality environment: Does it improve functional recovery poststroke?, **Neurorehabil. Neural. Repair.**, v. 20, p. 252-267. 2006.
44. TAMURA, T. et al. PC-based rehabilitation tool for the elderly. **Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc**. p.1808-9. 2007.
45. WARBURTON, D.E. et al. The health benefits of interactive video game exercise. **Appl Physiol Nutr Metab.**, v. 32: p. 655-663. 2007.

46. VIRK, S. et al. Virtual reality applications in improving postural control and minimizing falls. **Conf. Proc. IEEE. Eng. Med. Biol. Soc.**, v. 1, p.2694-2697. 2006.
47. YEN, C.Y. et al. Effects of virtual reality-augmented balance training on sensory organization and attentional demand for postural control in people with Parkinson disease: a randomized controlled trial. **Phys Ther.**, v. 91, n. 6, p. 862-74, jun. 2011.
42. MIRELMAN, A. et al. Virtual reality for gait training: can it induce motor learning to enhance complex walking and reduce fall risk in patients with Parkinson's disease?. **J Gerontol**, v. 66A, n. 2, p. 234-240, nov. 2010.
44. CHUANG, T. Y. et al. Application of a virtual reality-enhanced exercise protocol in patients after coronary bypass. **Arch. Phys. Med. Rehab.**, v.86, p. 1929 –1932, 2005.

ANEXO 1

Figura 1 - Detalhamento das Estratégias de Busca

