

REALIDADE VIRTUAL NA REABILITAÇÃO FÍSICA DE PACIENTES COM DOENÇA DE PARKINSON

VIRTUAL REALITY IN PHYSICAL REHABILITATION OF PATIENTS WITH PARKINSON'S DISEASE

Gisele de Paula Vieira¹, Daniela Freitas Guerra Henriques de Araujo²,
Marco Antonio Araujo Leite³, Marco Orsini⁴, Clynton Lourenço Correa⁵

Resumo

Introdução: A realidade virtual (RV) pode ser uma ferramenta terapêutica utilizada no campo da neuroreabilitação. É considerada uma atividade lúdica que fornece *feedback* visual e auditivo, facilitando a adesão dos pacientes ao tratamento. **Objetivo:** Realizar uma revisão de literatura a respeito da influência da RV na reabilitação de pacientes com doença de Parkinson. **Método:** Utilizamos como base de dados os sistemas virtuais das bibliotecas Medline, PEDro, Lilacs, Scielo e Pubmed, a partir dos seguintes descritores: Doença de Parkinson e Realidade Virtual; Doença de Parkinson e Wii e seus equivalentes em espanhol e inglês para obtenção dos artigos. Foi utilizada a escala PEDro para fins de pontuação metodológica dos artigos analisados. **Resultados:** A partir de 50 artigos obtidos após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, foram obtidos 16 artigos para análise. De acordo com a escala PEDro a maioria dos artigos teve baixa pontuação. Os resultados sugerem que a RV apresenta resultados positivos nas variáveis velocidade e tempo de movimento, equilíbrio, marcha, controle postural e funcionalidade de membros superiores. A atividade lúdica oferecida pela RV e a contribuição dos *feedbacks* visual e auditivo oferecido por este tipo de intervenção podem ser o grande potencial desta nova ferramenta. **Conclusão:** A RV é útil na potencialização do controle motor, na funcionalidade, na capacidade cognitiva e no equilíbrio, mas ainda precisa de estudos com melhor qualidade metodológica para confirmação dos resultados da RV na doença de Parkinson.

Palavras-chave: doença de Parkinson, fisioterapia (modalidades), jogos de vídeo, reabilitação.

Abstract

Introduction: The Virtual Reality (VR) can be a therapeutic tool used in neurorehabilitation field. It is considered a ludic activity that provides visual and auditory feedbacks, facilitating the patients' adherence to treatment. **AIMS:** To perform literature review about influences of VR in rehabilitation of patients with Parkinson's disease. **Methods:** Data banks were used from the following virtual libraries: Medline, PEDro, Lilacs, Scielo and PubMed using the following keywords: Parkinson's disease and Virtual Reality; Parkinson's disease and Wii as well as analogous keywords in Spanish and Portuguese to obtain the scientific papers. PEDro scale was used to analyze the methodological quality of the papers. **Results:** From fifty papers obtained after inclusion and exclusion criteria were retained 16 papers to analyses. According to PEDro scale most of the papers had low score. The results suggest that VR shows positive aspects in velocity and movement time, balance, gait, postural control and functionality of upper extremities. The ludic activity provided by VR and the contribution of visual and auditory feedbacks of this intervention can be the great potential of this new tool. **Conclusion:** The VR is useful to make potent: motor control, functionality, cognitive capacity and balance, but still need more scientific studies with methodological qualities to confirm the results of the VR in Parkinson's disease.

Key words: Parkinson's disease, physical therapy (modalities), video game, rehabilitation.

- 1 Fisioterapeuta, Mestre em Ciências da Motricidade Humana, Membro do grupo de Estudo sobre Doença de Parkinson – GEDOPA/UFRJ, Departamento de Fisioterapia Cardiorrespiratória e Músculo-esquelética, Curso de Fisioterapia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil.
- 2 Graduanda do curso de Educação Física na Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Membro do Grupo de Estudo sobre Doença de Parkinson – GEDOPA / UFRJ.
- 3 Médico, Doutor em Neurologia pela Universidade Federal Fluminense – Serviço de Neurologia/Setor de Desordens do Movimento/Hospital Universitário Antônio Pedro - Professor Adjunto de Neurologia da UFF - MMC/CCM/HUAP/PG Neurologia e Neurociências/UPC – Niterói - RJ.
- 4 Médico, Doutor em Neurologia pela Universidade Federal Fluminense e Professor do Programa de Mestrado em Ciências da Reabilitação – UNISUAM - Bonsucesso - RJ - Brasil.
- 5 Fisioterapeuta, Doutor em Ciências Morfológicas, Pesquisador do Laboratório de Neurobiologia Comparativa e do Desenvolvimento, IBCCF; Coordenador do Grupo de Estudo sobre Doença de Parkinson – GEDOPA/UFRJ, Professor Adjunto do curso de Fisioterapia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.
Apoio financeiro:
FAPERJ (Fundação Carlos Chaga Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro).
Corresponding author: clyntoncorrea@hucff.ufrj.br

Suggested citation: Vieira GP, et al. Virtual reality in physical rehabilitation of patients with Parkinson's disease, *Journal of Human Growth and Development*, 2024; 24(1): 31-41
Manuscript submitted Aug 01 2013, accepted for publication Dec 28 2013.

INTRODUÇÃO

Com o envelhecimento da população ocorre a formação de um novo perfil epidemiológico. Tal modificação acarreta um volume crescente de doenças crônicas e degenerativas. A doença de Parkinson (DP) figura entre as doenças neurodegenerativas de maior incidência em pessoas idosas¹. Estima-se que, por volta de 2020, mais de quarenta milhões de pessoas no mundo desenvolverão a DP². Essa doença acomete com maior frequência pessoas com mais de 55 anos e caracteriza-se clinicamente por bradicinesia e ao menos um dos seguintes sinais: o tremor de repouso, a rigidez e, o mais tardio deles, a instabilidade postural³. Com a evolução da doença, o paciente tende a reduzir a quantidade e a variedade de suas atividades e, conseqüentemente, redução de sua aptidão física⁴.

Nesse sentido, as terapias medicamentosa e física são indicadas na DP e especula-se que o exercício físico realizado no início das manifestações motoras da DP possa retardar o surgimento e a progressão de alterações cognitivas e físicas por estimular a neuroplasticidade acarretando melhora das capacidades funcionais^{5,6}.

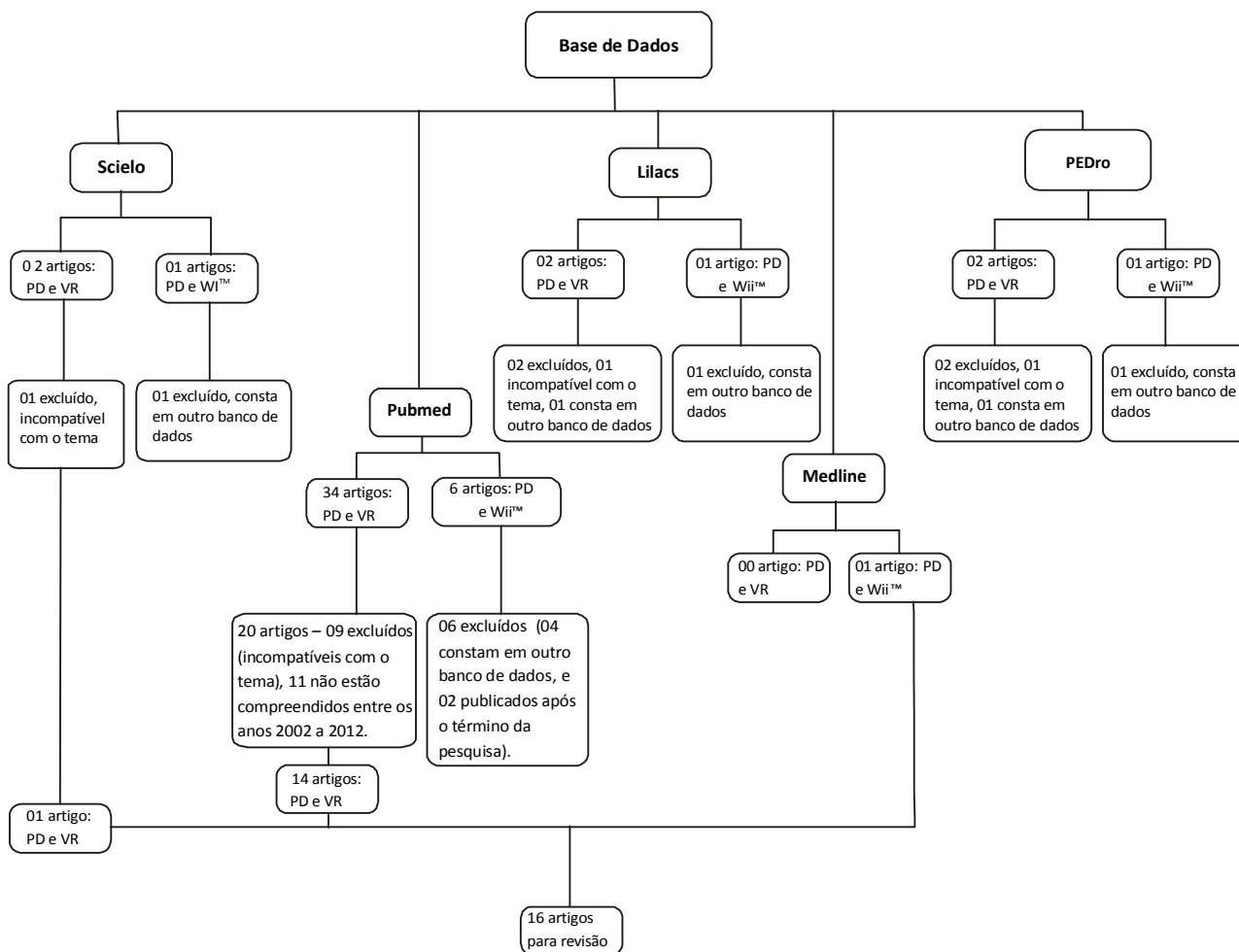
Nos últimos anos, um novo conceito de intervenção no campo da reabilitação física foi proposto: a realidade virtual (RV) uma abordagem terapêutica utilizada para a atenuação do déficit de equilíbrio e dos membros, em diferentes populações, como idosos com déficit de equilíbrio, pacientes com seqüela de AVE, Esclerose Múltipla e DP^{7,8}. A RV é uma técnica de interação entre o usuário e um sistema computacional que recria o ambiente de maneira artificial em uma interface virtual. O objetivo dessa técnica é recriar e maximizar a sensação de realidade para o usuário. Outrossim, permite a análise de aspectos motores e/ou cognitivos em doenças ou situações de agravo à saúde nas quais existe, por exemplo, o acometimento do sistema motor⁹. A RV possui duas características principais: imersão e interação. Quanto à imersão pode ser classificada como imersiva e não-imersiva. A imersão é quando o usuário é transportado predominantemente para o domínio da aplicação, por meio de dispositivos multissensoriais, que capturam seus movimentos e comportamento e reagem a eles (por exemplo, por meio de capacete, caverna e seus dispositivos), provocando uma sensação de presença dentro do mundo virtual como se fosse o mundo real. A RV não-imersiva é quando o usuário é transportado parcialmente ao mundo virtual, mas continua a sentir-se predominantemente no mundo real utilizando, por exemplo, monitor comum ou um console, mouse, joystick, teclado que permite a manipulação do ambiente virtual. Já a interação é a capacidade do indivíduo interagir com os objetos virtuais, através de dispositivos que provocam essa sensação (luvas e óculos digitais, dentre outras)¹⁰. Todavia, há carência de publicações científicas que analisem os efeitos da RV como instrumento de terapia física aplicada aos pacientes com DP, pois até o presente momento,

ainda não está claro os possíveis efeitos do uso da RV como estratégia terapêutica nos pacientes com DP. Dessa forma, a questão levantada pelos autores é: se a RV promove benefícios em pacientes com DP. Nesse sentido, o objetivo do presente artigo é apresentar e discutir, por meio de revisão de literatura simples, os efeitos terapêuticos da RV nesses pacientes.

MÉTODO

Foram selecionados artigos que avaliaram os efeitos do treinamento com RV no processo de neuroreabilitação, a partir da combinação dos seguintes descritores: Doença de Parkinson, Realidade Virtual; Doença de Parkinson, Wii e seus equivalentes em espanhol e inglês foram utilizados para obtenção dos artigos. Os artigos analisados deveriam estar em português, inglês ou espanhol. A revisão da literatura foi realizada a partir de artigos disponíveis nas bases de dados *online* Scielo, Pubmed, Lilacs, Medline e PEDro compreendidos entre os anos de 2002 e 2012. A pesquisa e obtenção dos artigos para leitura e análise foram realizadas entre setembro de 2011 à outubro de 2012. A partir dos artigos obtidos, avaliamos os textos completos dos artigos incluídos no estudo e suas listas de referências bibliográficas foram verificadas de forma independente para identificar prováveis artigos que pudessem ser incluídos neste presente trabalho, até então, não encontrados em nossa busca eletrônica (Figura 1).

Os seguintes critérios de inclusão foram utilizados: estudos epidemiológicos (série de casos, transversal, longitudinal, caso-controle ou coorte), com informações que contemplavam o tema realidade virtual, jogos de vídeo e neuroreabilitação, aplicados em DP em humanos. Os critérios de exclusão foram: artigos publicados em revistas não indexadas; estudos realizados em modelos animais e artigos de revisão. Todos os artigos tiveram sua qualidade metodológica analisada por meio da escala PEDro. Esta escala é formada por 11 critérios, variando de zero a dez, na qual dez questões são pontuadas e quanto maior a pontuação, melhor o delineamento metodológico apresentado no artigo. O objetivo da escala PEDro consiste em identificar a validade interna (critérios 2-9) dos artigos, e poderão conter informação estatística suficiente para que os seus resultados possam ser interpretados (critérios 10-11). O critério 1 é pontuado quando descreve a origem dos sujeitos e a lista de requisitos utilizados para determinar quais os sujeitos elegíveis para participar no estudo. Além disso, na escala PEDro importa saber se o efeito do tratamento foi suficientemente expressivo para poder ser considerado clinicamente justificável, se os efeitos positivos superam os negativos, e aferir a relação de custo-benefício do tratamento. Cada critério é pontuado de acordo com a sua presença ou ausência no estudo avaliado, portanto, cada item satisfatório (excluindo apenas o primeiro) contribui com um ponto para



Legenda: TUG (*Timed up and go*), STST (*Sit-to Stand Test*), CBM (*Community Balance and Mobility Scale*), POMA (*Performance-Oriented Mobility Assessment*), MMSS (membros superiores), MMII (membros inferiores).

Figura 1: Fluxograma da busca ativa de artigos científicos em bases de dados eletrônicos

a pontuação total da escala. Os itens não descritos nos estudos são classificados como “não descritos” e não recebem pontuação. Ao final, realiza-se o somatório dos pontos e assim é obtida soma de todas as respostas positivas¹¹. Os estudos indexados na base de dados PEDro já apresentavam avaliação da qualidade metodológica. Os estudos não indexados na base de dados PEDro foram avaliados de forma independente¹¹.

RESULTADOS

Apesar do uso dos descritores utilizados relacionando Doença de Parkinson e Realidade Virtual; Doença de Parkinson e Wii constatamos a existência de somente 50 artigos científicos dos quais: 40 artigos foram obtidos no Pubmed, 01 artigo no Medline, 03 artigos no Lilacs, 03 artigos no SciELO e 03 artigos no PEDro. Entretanto, apenas 16 artigos abordavam a RV na DP de acordo com a delimitação adotada nesse estudo. Nenhum artigo foi adicionado proveniente da análise das referências dos artigos científicos obtidos nos bancos de dados eletrônicos. A grande maioria dos estudos caracteriza-se pelo delineamento

longitudinal e pelo uso de questionários autoaplicáveis. As principais características dos artigos incluídos nesta revisão estão sintetizadas na tabela 1.

A pontuação média obtida através da aplicação da escala PEDro foi de 4 pontos, constando que os artigos avaliados apresentaram qualidade metodológica baixa, tendo em vista que a máxima pontuação é de 10 pontos. Considerando um total de 16 artigos abordando a RV na DP, apenas seis destes obtiveram score maior que a média na análise de qualidade metodológica PEDro. A literatura relata que a validade das conclusões de uma revisão depende da qualidade dos estudos incluídos, tal recomendação norteou a seleção dos artigos para esta revisão, porém a maioria dos estudos apresentou limitações metodológicas. As principais limitações dos artigos por nós avaliados estão relacionadas à falta de descrição adequada dos procedimentos, falta de avaliadores “cegos” e ausência de *follow up*. Dos 16 artigos obtidos e selecionados, as características foram: cinco artigos científicos estudaram as variáveis função cognitiva e a capacidade de aprendizagem dos pacientes com DP, um artigo investigou habilidades funcionais relativas

Tabela 1: Artigos selecionados para a análise de revisão (2002 a 2012)

Autor	Objetivo	Tipo e tamanho da amostra	Resultados	Escore PEDro
Arias <i>et al.</i> , 2012	Avaliar o ritmo dos movimentos das mãos pela RV imersiva em pacientes com DP, idosos e jovens saudáveis.	34 indivíduos divididos em três grupos: 12 jovens saudáveis; 12 idosos saudáveis e 10 com DP.	A semelhança entre os resultados obtidos no ambiente virtual e real reforçam o fato de que as médias entre ambas as condições não alcançaram diferenças significativas entre os grupos.	5
Ching-Yi Wang <i>et al.</i> , 2011	Comparar o desempenho de alcance de alvos fixos e móveis na RV e no ambiente real em pessoas com DP.	54 indivíduos divididos em dois grupos – 29 com DP e 25 no grupo controle, idosos saudáveis.	O grupo DP em ambas as atividades na RV e ambiente real apresentaram maior tempo de movimento e menor pico de velocidade comparada ao grupo controle, para as atividades estacionárias, entretanto, o grupo DP apresentou melhora significativa em relação ao tempo e velocidade de movimento nas atividades com alvos em movimento.	4
Hui-Ing Ma <i>et al.</i> , 2011	Investigar se o treinamento para atingir alvos móveis pela RV será capaz de melhorar o desempenho motor dos membros superiores na DP.	33 indivíduos – 17 no grupo RV e 16 no grupo controle (atividades no ambiente real).	O grupo RV alcançou melhora significativa no tempo de velocidade de movimento (diminuindo este tempo) e aumento do pico de velocidade para o alcance de bolas virtuais, enquanto o grupo controle não apresentou mudança significativa em ambas variáveis.	7
Esculier <i>et al.</i> , 2012	Avaliar os efeitos de um programa de treinamento realizado em domicílio utilizando Nintendo Wii Fit®, no equilíbrio e habilidades funcionais de MMII em indivíduos com DP.	18 indivíduos divididos em dois grupos – 10 com DP e 8 idosos saudáveis.	O grupo DP obteve melhora significativa nos resultados em TUG, STST, postura unipodal, Teste de caminhada 10-m, CBM, POMA e plataforma de força. Enquanto o grupo controle obteve melhora significativa no TUG, STST, postura unipodal e CBM.	4
Synnott <i>et al.</i> , 2011	Apresentar uma abordagem de avaliação motora e não –motora aplicada em domicílio, utilizando o Nintendo Wii Remote®.	Estudo de protótipo.	Ensaio iniciais do <i>software</i> demonstraram que a abordagem tem capacidade de diferenciar os usuários sem condições motoras dos que imitam sintomas da doença de Parkinson.	2
Klinger <i>et al.</i> , 2006	Desenvolver um ambiente virtual usado para explorar planejamento e examinar a eficácia do uso de RV na avaliação de planejamento cognitivo para pacientes com DP.	10 indivíduos, sendo divididos em dois grupos: 5 no grupo DP e 5 no grupo controle (idosos saudáveis).	Os parâmetros registrados destacaram um comportamento diferente entre os pacientes com DP e sujeitos do grupo controle: pacientes precisam de mais tempo para executar a tarefa e percorrer uma distância maior. Esta diferença não é relacionada com dificuldades motoras. É bastante relacionada com as suas numerosas hesitações, paradas, ebusca por produtos.	5
Messier <i>et al.</i> , 2007	Investigar o efeito da doença de Parkinson e envelhecimento normal no processo de aprendizagem, através de uma tarefa de aprendizagem visuomotora, dos MMSS.	28 indivíduos, divididos em 3 grupos: 8 pacientes com DP, 10 idosos saudáveis e 10 adultos jovens e saudáveis.	Os idosos saudáveis foram mais lentos do que os jovens para aprender a tarefa dos MMSS, no entanto obtiveram melhora em seu desempenho durante aprendizagem reversa. Os pacientes com DP foram capazes de aprender a atividade no ambiente virtual, porém se apresentaram mais lentos do que o grupo controle pareados por idade, e não foram capazes de formular as correções de movimento.	3
Griffin <i>et al.</i> , 2011	Avaliar o efeito de pistas visuais no ambiente real e virtual na marcha dos pacientes com DP.	22 indivíduos com DP.	As pistas fornecidas através da RV placebo, não ofereceram melhora na marcha dos pacien-	3

Autor	Objetivo	Tipo e tamanho da amostra	Resultados	Escore PEDro
Pompeu <i>et al.</i> , 2012	Investigar o efeito cognitivo e motor do treinamento com Nintendo Wii® no equilíbrio, comparado ao treinamento com exercícios para equilíbrio em pacientes com DP.	32 indivíduos, divididos em dois grupos – 16 no grupo controle e 16 no grupo experimental.	tes, mas reduziu o tempo de conclusão da tarefa. As linhas transversais colocadas no chão provocaram substancial melhora da marcha com cadência reduzida, aumento do comprimento do passo e frequência reduzida do congelamento da marcha. Estes resultados endossam o uso de Linhas transversais e justificam mais testes utilizando pistas no ambiente virtual para DP.	6
Mendes <i>et al.</i> , 2012	Comparar os efeitos obtidos por meio de um treinamento motor guiado por tarefas virtuais (treinamento cognitivo motor), com um treinamento exclusivamente motor (treinamento motor) sobre a marcha, a funcionalidade (tronco e MMII) e capacidade cognitiva de pacientes com DP.	27 indivíduos, sendo 16 com DP e 11 idosos saudáveis.	Os pacientes com DP tiveram aprendizado normal e retenção em sete jogos em comparação com idosos saudáveis, mas tiveram pior desempenho em cinco jogos. Os pacientes com DP foram incapazes de melhorar seu desempenho em três jogos após o treinamento, enquanto que os idosos saudáveis demonstraram boa aprendizagem e retenção.	5
Albani <i>et al.</i> , 2002	Criar estratégias motoras comportamentais usando estímulos externos para facilitar os movimentos globais dos pacientes com DP.	12 indivíduos, sendo 2 mulheres com DP e 10 idosos saudáveis.	Comparados com os controles, os resultados mostram uma diferença acentuada na pontuação em relação à velocidade. Em relação às outras tarefas executadas, os pacientes com DP apresentam uma leve dificuldade em tarefas que apontam memória e orientação.	2
Suarez <i>et al.</i> , 2011	Descrever as respostas posturais em pacientes com DP quando a informação visual muda de um campo visual estável para um móvel, analisando o impacto do equilíbrio nesses pacientes.	43 indivíduos, sendo 24 com DP e 19 voluntários hígidos no grupo controle.	Enquanto o grupo controle não demonstrou diferenças significativas no controle postural entre as duas condições sensoriais, os pacientes com DP apresentaram diferenças significativas na área do centro de pressão e nos valores de reserva do equilíbrio funcional entre o campo visual estático e a estimulação optocinética.	3
Chang-Yi Yen <i>et al.</i> , 2011	Examinar os efeitos da RV no treino de equilíbrio, na integração sensorial do controle postural variando a demanda de atenção e comparar os resultados com o treinamento convencional de equilíbrio em grupo controle treinado e um grupo controle não treinado.	42 indivíduos com DP.	Não houve diferenças significativas nos escores de equilíbrio entre os grupos RV e controle. No entanto, as notas de equilíbrio no teste de organização sensorial de olhos abertos do grupo RV aumentaram significativamente mais do que a do grupo controle após o treino. As pontuações de equilíbrio no teste com olhos fechados do grupo controle também aumentaram significativamente mais do que a do grupo controle após o treino.	7

Autor	Objetivo	Tipo e tamanho da amostra	Resultados	Escore PEDro
Loureiro <i>et al.</i> , 2012	Verificar a aplicabilidade da RV em pacientes com DP para melhora de equilíbrio e qualidade de vida.	6 voluntários com DP	Diferenças estatisticamente significativas foram encontradas nos seguintes testes: Escala de Borg, Escala de Berg, Alcance funcional lateral à direita e esquerda, em uma comparação pré e pós-treinamento no mesmo grupo.	3
Park <i>et al.</i> , 2011	Investigar se o controlador de velocidade e adaptação do sistema de RV oferece um ambiente seguro para marcha em ambiente real, permitindo que o paciente caminhe de forma natural e possa responder a estímulos visuais.	3 indivíduos com DP	O congelamento da marcha ocorreu em 2 dos indivíduos que apresentavam a DP por mais de cinco anos, no momento em que se aproximaram de um muro virtual, e passaram por um corredor estreito. O outro indivíduo não apresentou congelamento durante o ensaio. Durante o fenômeno de congelamento, observou-se redução do comprimento do passo e velocidade da marcha e aumento do tempo de execução do ensaio.	3
Shine <i>et al.</i> , 2011	Identificar o padrão de ativação e desativação durante o "on" e "off" que ocorrem em associação com: marcha, marcha com dupla tarefa e tempo de congelamento.	1 indivíduo com DP	O número de episódios de congelamento durante a caminhada com dupla tarefa foi claramente maior no período "off" (78 episódios por sessão em média) do que o período "on" (5 episódios por sessão em média). Apesar desta correlação com a carga cognitiva, só 7,5% dos pacientes apresentaram os episódios de congelamento, e ocorreram imediatamente após a apresentação de uma dupla tarefa.	3

à velocidade e tempo de movimento, quatro artigos focaram no equilíbrio, dois artigos estudaram a variável marcha, um artigo verificou o padrão de ativação e desativação durante o período "ON" e "OFF" que ocorrem em associação com: marcha, marcha com dupla tarefa e tempo de congelamento, e apenas três artigos abordaram a funcionalidade de membros superiores da DP utilizando a realidade virtual imersiva.

DISCUSSÃO

Atualmente, existe dificuldade na prática clínica de verificar (por meio de exames de imagem) o que ocorre nas estruturas encefálicas durante o processo de aprendizagem motora na DP em relação às abordagens da reabilitação física. Ocorre que ainda não está claro o mecanismo fisiológico do processo de aprendizagem motora na DP, tendo em vista que a depleção de dopamina nigral secundária a degeneração observada na DP afeta este processo, portanto, apesar de numerosos estudos terem investigado a DP, os resultados variam consideravelmente¹². Mesmo assim, é necessário investigar o potencial de aprendizagem motora de pacientes com DP por aplicação de novas estratégias terapêuticas e na validação da sua utilidade¹³. Nesse sentido, a RV é uma ferramenta terapêutica que oferece a chance de repetição intensiva de tarefas significativas com *feedback* aumentado (visual, auditivo) podendo o recurso ser mais interessan-

te quando comparado a fisioterapia convencional, não impondo qualquer tipo de ameaça grave ou limitações físicas sobre os participantes.

A RV possibilita mudanças nos níveis de dificuldade na realização da tarefa e de interação dinâmica do paciente com a mesma. A utilidade da RV em reabilitação física pode ser discutida a partir de três conceitos chaves que norteiam o aprendizado motor: a repetição, a retroalimentação e a motivação são fatores interdependentes e necessários para o alcance de resultados esperados sendo estes elementos proporcionados aos praticantes por meio da RV¹⁰. Além disso, devido à complexidade das tarefas que envolvem estimulação cognitiva, bem como as habilidades motoras, a RV pode promover uma maior integração das habilidades motoras e cognitivas podendo contribuir para uma maior independência nas atividades de vida diária em comparação com o treino baseado apenas em exercícios motores¹⁴.

Embora a prática possa melhorar o desempenho, alguns tipos de prática são mais eficientes que outras¹⁵. Por esse motivo, a busca pela melhor estratégia de treinamento deve ser um objeto de estudo infundável dos profissionais da reabilitação física. A terapia física baseada na RV constitui uma das mais inovadoras e promissoras tecnologias aplicadas à reabilitação, sendo utilizada atualmente como instrumento para o tratamento dos distúrbios motores decorrentes de lesões neurológicas, envolvendo o treinamento do equilíbrio e da marcha, bem como, a corre-

ção da postura e das alterações funcionais dos membros superiores e inferiores^{16,17,18,19,20,21}.

Estudos sobre aprendizagem motora em ambiente virtual sugerem que os pacientes com DP apresentam limitações na transferência de aprendizagem do ambiente virtual para o real. Um estudo que treinou a marcha de pacientes com DP por meio de pistas externas reais e virtuais demonstrou que os pacientes apresentaram melhora na velocidade da marcha após o treinamento, porém estes efeitos foram superiores quando o paciente foi avaliado desempenhando a marcha com pistas externas. Os ganhos foram inferiores quando o paciente foi avaliado sem pistas externas, o que sugere a dificuldade do paciente com DP em transferir o aprendizado para o ambiente real na ausência de pistas externas para auxiliar a função da marcha²². Embora as pistas visuais sejam consideradas uma estratégia terapêutica para a melhora da velocidade da marcha, o uso dessa estratégia é limitado aos espaços terapêuticos e/ou domiciliares e não pode ser utilizado, por exemplo, em ambientes públicos, o que acarreta dificuldades para a execução de uma marcha mais funcional para os pacientes em diferentes locais.

Como é sabido, o congelamento da marcha do paciente com DP é um fenômeno ainda mal compreendido. Sendo assim, pesquisadores utilizaram a RV para buscar uma maior compreensão sobre este fenômeno. Em um estudo recente²³, pesquisadores visaram implantar uma nova abordagem para o treino realizado em esteiras com suporte de peso corporal, permitindo ao indivíduo controlar voluntariamente a velocidade da esteira através da adaptação de um controlador de velocidade integrado a um sistema de RV. Para avaliação da cinemática da marcha, foi utilizada uma esteira conectada a um sistema de captura de movimentos (Nexus Vicon) para análise cinemática. Três indivíduos com DP usaram um cinto de suporte de peso corporal, o qual sustentava 10 quilos de seu peso corporal, enquanto caminhavam pela esteira usando óculos especiais para visualizar com precisão a exibição de situações demonstradas em 3D, que podem ou não provocar o congelamento da marcha. Ao final do estudo, os autores observaram que o congelamento da marcha ocorreu enquanto os indivíduos caminhavam na esteira com a exibição da RV. Os 02 pacientes que apresentaram o congelamento foram diagnosticados com DP por mais de cinco anos, e o fenômeno de congelamento ocorreu ao se aproximarem de um muro virtual e ao passar por corredores estreitos. Durante o fenômeno observou-se que o comprimento do passo e a velocidade da marcha reduziram, enquanto o tempo de percurso foi aumentado. A interface com um sistema de visualização 3D sincronizado à RV permite aos indivíduos deambular em condições semelhantes às condições reais, porém os pesquisadores não realizaram uma avaliação dos pacientes em condições reais para confirmação ou não do congelamento em condições similares.

Os autores concluem que é difícil distinguir se o congelamento ocorreu em dois dos três in-

divíduos ocorreu pela falta de familiaridade com a esteira ou pela influência das pistas visuais oferecidas pela RV.

Para uma melhor compreensão sobre as alterações neurais ocorridas durante o momento de congelamento da marcha em um paciente com DP, pesquisadores buscaram na RV uma ferramenta que reproduza o momento de congelamento dos pacientes com DP permitindo uma análise conjunta das alterações neurais com o uso da ressonância magnética funcional (RMF).

Este estudo²⁴ corrobora com os dados supracitados, pois demonstra que o padrão de congelamento da marcha pode ser provocado através da utilização de uma tarefa baseada em RV, o que permitiu a exploração das alterações neurais neste momento através da RMF. Os autores analisaram um paciente com DP por 10 anos, com congelamento de marcha no momento "ON".

Os autores buscaram alternativas para provocar simultaneamente episódios identificáveis de congelamento na DP durante a marcha, o que permitiria uma compreensão mais detalhada para correlacionar o comportamento neural com o ato do congelamento da marcha.

Para tanto, um laboratório virtual de marcha foi projetado especificamente para ser utilizado em combinação com a RMF, com o objetivo de identificar o padrão de ativação e desativação cortical durante o momento "ON" e "OFF" na marcha, dupla tarefa (associação da marcha com outra tarefa) e tempo de congelamento. O paciente foi avaliado em dois momentos, sendo o primeiro no estado "ON" sob efeito das medicações habitualmente usadas, e quatorze dias após, o paciente foi reavaliado em seu estado "OFF" após as doses habituais de medicação terem sido retiradas durante o período da noite antecedente ao teste.

Durante a tarefa de caminhada, o paciente observava uma tela de RV enquanto utilizava pedais para simular a marcha, durante um período de dez minutos na sessão. Em seguida, para análise de caminhada com dupla tarefa, uma carga cognitiva foi aumentada ao pedir ao paciente para simultaneamente executar um conjunto de mudanças de tarefa, enquanto caminhava ao longo de um corredor.

O número de episódios de congelamento durante a caminhada com dupla-tarefa foi claramente maior no estado "OFF", onde ocorreu uma média de 78 episódios de congelamento por sessão, comparados à uma média de 5 episódios de congelamento por sessão no estado "ON". Apesar desta correlação com a carga cognitiva, só 7,5% de todos os episódios de congelamento ocorreram imediatamente após a realização de dupla-tarefa. Na análise obtida pela RMF os períodos de congelamento demonstraram ativação bilateral acentuada das áreas motoras pré-complementares e das regiões parietais.

Devido à baixa frequência de eventos de congelamento no estado "ON", não foi possível caracterizar um padrão de ocorrência neste estado. Embora limitado a um único paciente, os

dados aqui apresentados demonstram a possibilidade de identificar, por meio da RMF, o comportamento de congelamento em paciente com DP e quais as áreas encefálicas ativadas nesse processo. Embora a RMF possa ser uma ferramenta útil para identificação dos locais envolvidos nesse fenômeno, ainda é uma técnica pouco acessível para a maioria dos pacientes em virtude do alto custo.

Um estudo foi realizado com o objetivo de comparar o desempenho do alcance de alvos estáticos e móveis em RV e no ambiente real em pacientes com DP e idosos aparentemente hígidos²⁵. Os pacientes com DP demoraram mais tempo para atingir os alvos estáticos e apresentaram um pico de velocidade menor que os idosos saudáveis, tanto em RV quanto no ambiente real.

Nos alvos móveis o desempenho, tanto em RV quanto no ambiente real, foi semelhante em pacientes com DP e nos idosos aparentemente hígidos. Os autores concluíram que os estímulos virtuais rápidos promoveram melhora na velocidade dos movimentos dos pacientes com DP. Este estudo sugere que as pistas externas dinâmicas rápidas influenciam mais positivamente a bradicinesia que as pistas estáticas.

A maioria dos jogos treinados pelos pacientes do grupo experimental apresenta estímulos visuais móveis rápidos que poderiam contribuir para a melhora da bradicinesia dos pacientes. Este estudo confirma a importância do *feedback* visual como forma de estímulo para execução de tarefas aos pacientes com DP, bem como, a importância do estabelecimento da velocidade de movimento durante a prática funcional para que a terapia física possa gerar efeitos positivos.

Embora o estudo anterior tenha encontrado resultado positivo para alcance de objetos móveis, outro estudo apresentou desfecho diferente. O objetivo do estudo foi investigar se a prática para atingir alvos móveis virtuais melhoraria o desempenho motor de pessoas com DP. O estudo incluiu as variáveis cinemáticas de movimento de braço: tempo de movimento, amplitude de pico de velocidade e o percentual de tempo do movimento para a fase de aceleração.

Os autores constataram que o treino de RV foi mais eficaz que o treino controle em ambiente real, melhorando o desempenho dos participantes em alcançar bolas estacionárias, através de uma tarefa muito similar ao estudo anterior de alcançar objetos. Os resultados sugerem que a taxa de sucesso no treinamento através da RV não ajudou os participantes a melhorarem sua coordenação visuo-motora para alcançarem objetos móveis.

Segundo os autores, estes resultados podem ser atribuídos à dificuldade da tarefa, a diferença do contexto e a condições de prática, pois atividades de alcance de bolas em movimento exigem mais processamento visuo-motor e execução de movimento comparado ao alcance de bolas estacionárias²⁶. Talvez a divergência encontrada nos dois estudos citados anteriormente resida no fato de diferentes instrumentos de

medidas utilizados nos estudos, bem como, o tipo de treinamento.

Sobre a bradicinesia, autores apontam a RV imersiva como ferramenta para avaliação dos movimentos rítmicos das mãos dos pacientes com DP. Através da projeção de um avatar, os pacientes realizavam o teste de batida de dedos no ambiente virtual (uso do dedo indicador por meio dos movimentos de flexão-extensão da articulação metacarpo-falangeana, enquanto olhavam para a mão que executava a tarefa).

A tarefa foi realizada por pacientes com DP, idosos e jovens hígidos. Os sujeitos repetiram o teste três vezes tanto no ambiente virtual quanto no real, em duas sessões realizadas em dias diferentes. A semelhança entre os resultados obtidos no ambiente virtual e real reforça o fato de que as médias entre ambas as condições não alcançaram diferenças significativas entre os grupos.

Os autores relatam que embora o sistema tenha permitido analisar as características de um ato motor, o objetivo deste estudo foi observar a modificação do desempenho de um movimento, especialmente nos casos onde o movimento já esteja alterado patologicamente podendo, dessa forma, propiciar adaptações motoras positivas, por meio de treinamento baseado em ambiente virtual, nos idosos e DP²⁷. Este estudo apresenta algumas limitações, pois os autores não relatam as possíveis alterações patológicas presentes nos indivíduos com DP que participaram do estudo, e ainda relatam que a melhora oferecida pela RV no desempenho motor necessita de várias sessões de treinamento, porém este estudo descreve a RV como ferramenta para avaliação de movimentos rítmicos e não como instrumento de treinamento motor.

Um estudo recente¹⁴ teve como objetivo comparar os efeitos de dois tipos de programas de treinamento de equilíbrio, um baseado no Nintendo Wii Fit® e outro baseado nos exercícios terapêuticos tradicionais sem utilização de videogame, no equilíbrio, funcionalidade, AVD's e cognição de pacientes com DP. Este estudo foi realizado em 14 sessões, sendo dois encontros semanais com duração de uma hora cada, ao longo de 7 semanas.

Os resultados deste estudo comprovaram que os pacientes com DP são capazes de melhorar o desempenho de tarefas virtuais treinadas por meio do videogame Nintendo Wii Fit®. Os autores sugerem que a melhora no desempenho dos jogos reflete a melhora nas habilidades exigidas pelas tarefas virtuais, tendo em vista que não seria possível aumentar a pontuação nos jogos sem a melhora nestas habilidades.

Entretanto, ao contrário das evidências da literatura que sugerem vantagens para o treino pelos jogos, os resultados mostraram que ambos os treinamentos propiciaram ganho da mesma magnitude nas AVD's, no equilíbrio e na cognição dos pacientes com DP. Não houve superioridade do treinamento realizado em ambiente virtual sobre o treinamento realizado em ambiente real. Apesar dos ganhos significativos relatados pelos autores, este estudo apresenta como

limitação a ausência de *follow up* para acompanhar o período de retenção das melhoras alcançadas pelas terapias utilizadas, não permitindo uma análise sobre os possíveis benefícios da terapia à longo prazo.

Em outro estudo²⁸, pesquisadores verificaram a aplicabilidade da RV como método de reabilitação do equilíbrio e melhora na qualidade de vida de pacientes com a DP. Neste estudo, diferente da pesquisa citada anteriormente, os seis indivíduos participantes foram treinados apenas com a RV através do Nintendo Wii Fit®, durante um total de 12 sessões, sendo duas vezes por semana, com duração de 20 minutos cada.

A terapia dinâmica com os exercícios Wii Fit® consistia em três planos de movimentos (sagital, frontal e transversal) utilizando o nível mais fácil do jogo para a execução de exercícios de alongamento e treinamento de equilíbrio com a prancha de equilíbrio.

Os autores apresentaram resultados estatisticamente significativos relacionados ao equilíbrio, utilizando a Escala de Berg como instrumento de avaliação, entretanto, sobre a qualidade de vida avaliada através da Escala de Nottingham os resultados não foram significativos. Os autores destacam ainda que, ao final da intervenção com o Wii Fit®, não houve diferença significativa em relação ao teste *Timed Up and Go* que é uma forma de monitoramento rápido para detectar problemas de equilíbrio que afetam as AVD's. No entanto, verificou-se que os participantes levaram um tempo maior para percorrer a mesma distância no teste inicial comparado ao período pós-intervenção avaliado pela Escala de Borg.

Sendo assim, os autores destacam que os ganhos obtidos pelos participantes demonstram uma melhora no equilíbrio, bem como, queda nos níveis de estresse e fadiga para realizar as atividades diárias, o que foi apontado pelos resultados obtidos com a Escala de Borg. Apesar dos dados positivos, diferente da pesquisa citada anteriormente, este estudo não possuiu grupo controle, impossibilitando uma comparação entre a terapia por RV e em ambiente real.

Pesquisadores¹³ investigaram os efeitos do treinamento com RV sobre a aprendizagem motora, retenção e transferência dessas habilidades motoras para tarefas reais. O estudo foi realizado em 14 sessões sendo dois encontros semanais com duração de 60 minutos cada. No início de cada sessão 30 minutos eram destinados ao aquecimento dos pacientes através de exercícios globais de mobilidade e o restante do tempo os pacientes jogavam 10 jogos da plataforma Wii Fit®.

Os resultados demonstraram que os pacientes com DP apresentaram aprendizagem normal e retenção em sete jogos em comparação com idosos saudáveis, mas obtiveram desempenho pior em cinco jogos. Os pacientes com DP foram incapazes de melhorar seu desempenho em três jogos após o treinamento, enquanto que os idosos aparentemente saudáveis demonstraram boa aprendizagem e retenção. Neste estudo fica evidente a dificuldade de vencer as limita-

ções funcionais impostas pela DP no ambiente virtual, pois os três jogos onde os pacientes não alcançaram melhora no desempenho são compostos por atividades que também proporcionam o congelamento destes indivíduos em ambiente real. Dessa forma, as atividades propostas em ambiente virtual podem mimetizar aquelas do ambiente real evitando possíveis riscos reais nas atividades executadas pelos pacientes, mas geram dificuldades semelhantes às enfrentadas pelos pacientes no ambiente real.

Estudos para avaliar as condições cognitivas dos pacientes com DP também foram realizados. Pesquisadores elaboraram um ambiente virtual similar a um supermercado de porte médio, com o intuito de avaliar a cognição dos pacientes com DP, especificamente o planejamento de tarefas, comparados com indivíduos hígidos, pareados por idade.

Os participantes foram orientados a encontrar itens contidos em uma lista bem definida de produtos de supermercado no ambiente virtual, colocá-los em um carrinho e conduzi-los até o caixa para efetuar o pagamento das compras. Os autores concluíram que todas as tarefas desempenhadas pelos pacientes com DP obtiveram pior resultado quando comparados ao grupo controle.

O caminho percorrido entre os corredores do supermercado foi caracterizado por interrupções na caminhada, giros ao redor da mesma prateleira e muitas hesitações para atingir os objetos. Os parâmetros registrados destacam que os pacientes com DP precisam de mais tempo para executar a tarefa.

Esta diferença não está relacionada com dificuldades motoras, de acordo com o espaço explorado, mas sim com as numerosas hesitações, paradas, e busca por produtos que não faziam parte da lista. Dessa forma, os autores concluem que a diferença entre os grupos está relacionada com a dificuldade dos pacientes para planejar a tarefa.

Estes dados sugerem uma desaceleração dos processos de planejamento nos pacientes com DP, bem como uma utilização ineficiente dos elementos contextuais²⁹. Este estudo apresenta uma forma lúdica de trabalhar uma atividade necessária à independência funcional dos indivíduos parkinsonianos, sendo uma boa ferramenta a ser explorada em ambiente clínico em busca de transferência de função para ambiente real no cotidiano desses pacientes.

Os dados anteriores corroboram com outro estudo que utilizou a RV imersiva simulando um ambiente domiciliar a fim de testar a adaptação do paciente com DP em um ambiente virtual; com objetivo de determinar se a RV poderia oferecer mais informações em apoio clínico e abordagens neuropsicológicas, limites de superação inerente para as avaliações em ambientes reais

Neste estudo o ambiente virtual reproduziu situações de vida diária: um apartamento mobiliado com alguns quartos onde os sujeitos podiam se movimentar e interagir com os objetos. Em comparação com o grupo controle composto por sujeitos hígidos pareados por idade, os pa-

cientes com DP mostraram uma leve dificuldade em tarefas que apontam necessidade de memória, orientação no espaço e foram mais lentos durante todos os ensaios, especialmente quando foram convidados a caminhar através de portas ou espaços estreitos, como no banheiro.

Contudo, os autores defendem que a RV oferece novas oportunidades na área da neurorreabilitação por proporcionar suporte à abordagem clínica por meio de detecção de marcadores preditivos de distúrbios de execução motora, e por estabelecer um protocolo de reabilitação, ensinando os pacientes a aproximar suas deficiências, a favor da autonomia, auto-eficácia, integração social e melhoria da qualidade de vida³⁰. Embora os estudos sobre RV apontem a vantagem de simulação das AVD's dos pacientes em um ambiente ambulatorial, controlado e assistido por um terapeuta, é importante considerar que nem todas as tarefas virtuais podem representar fidedignamente as tarefas reais. A RV pode ter limitações em relação à mimetização das tarefas reais, por exemplo, a apreensão de objetos e a necessidade de imposição de força para a sustentação e manejo desses objetos podem ser de difícil reprodução em tarefas virtuais.

Sobre o uso da RV como ferramenta de avaliação, outra pesquisa apresenta como objetivo introduzir o Nintendo Wii Remote® com *software* projetado especificamente para avaliação de pacientes com DP. Este *software* é capaz de capturar, analisar e visualizar mudanças longitudinais das condições motoras e não-motoras, proporcionando uma experiência de usuário intuitiva capaz de monitorar uma gama maior de métricas do que quaisquer soluções atualmente disponíveis, e ainda ser uma abordagem de baixo custo.

O componente de avaliação da abordagem motora foi implantado em formato de mini-jogo que foi escolhido a fim de proporcionar uma série de benefícios. Em primeiro lugar, este formato tem o potencial para combinar o elemento lúdico, intuitivo de jogo, com análise de movimento, removendo a monotonia da repetição de tarefas de avaliação e adicionando uma vantagem competitiva para cumprimento da avaliação, aumentando potencialmente a aceitação em longo prazo. Em segundo lugar, o desenvolvimento dos mini-jogos permite a inclusão de tarefas semelhantes às realizadas em uma avaliação clínica. Entretanto, este estudo apresenta a limitação de ainda não ter sido aplicado a seres humanos³¹.

Um dos sintomas que surgem com a progressão da DP é a instabilidade postural. Nesse sentido pesquisadores estudaram os efeitos do treinamento do equilíbrio, integração sensorial e atenção para controle postural em ambiente virtual. Neste estudo os autores compararam o treino no ambiente virtual, com treino similar em ambiente real e um grupo controle sem intervenção.

O treinamento teve duração de 6 semanas para ambos os grupos, bem como, a realização de atividades que tinham início com 10 minutos de exercícios de alongamento para aumentar a flexibilidade do tronco e pernas. Em seguida os participantes do grupo do ambiente virtual reali-

zaram 20 minutos de treino com RV e o grupo do ambiente real realizaram 20 minutos de treino para equilíbrio, totalizando 30 minutos por sessão para cada treino. Ao final do estudo, não houve diferenças significativas nos escores de equilíbrio entre o grupo RV e o grupo convencional.

No entanto, a pontuação de equilíbrio no teste de organização sensorial com os participantes de olhos abertos no grupo RV aumentou significativamente em comparação com o grupo sem intervenção após o treinamento. A pontuação do equilíbrio no teste de organização sensorial com olhos fechados no grupo convencional também aumentou significativamente em comparação ao grupo não treinado. Assim, os autores concluem que ambos os grupos (RV e treino convencional) melhoraram a integração sensorial para controle postural nas pessoas com DP. No entanto, a exigência de atenção para controle postural não foi alterada em ambos os grupos³². Estes dados corroboram com os dados apresentados por um estudo anteriormente apresentado¹⁴, onde também não se encontram diferenças significativas entre o grupo RV e grupo treinado com atividades em ambiente real.

Em um estudo mais recente utilizando RV não imersiva, os autores³³ avaliaram os efeitos de um programa de treinamento de equilíbrio e habilidades funcionais em indivíduos com DP através do Nintendo Wii Fit® e Balance Board®, realizado em domicílio. Os participantes realizaram um programa específico de treino de cerca de 40 minutos para cada 3 dias da semana, durante seis semanas, totalizando 18 sessões.

Após o período de treinamento sob a supervisão dos pesquisadores, os participantes foram orientados a realizarem o treinamento em suas casas e anotarem os escores dos jogos em um diário. Ao final das 18 sessões, os pacientes com DP melhoraram significativamente seus resultados nas seguintes variáveis *Timed Up and Go* (TUG), teste do sentado para de pé (TSP), Apoio unipodal, Avaliação da mobilidade, Escala de equilíbrio de POMA e plataforma de força. Em contrapartida, o grupo de idosos aparentemente hígidos obteve melhora significativa nos testes TUG, TSP, Postura unipodal e Avaliação da mobilidade.

Baseado nos dados apresentados, os autores sugerem que o programa de treino de equilíbrio usando o Wii Fit® com Balance Board® realizados em domicílio pode melhorar o equilíbrio estático e dinâmico, a mobilidade funcional e habilidades das pessoas afetadas pela DP. Os resultados encontrados pelos autores contrariam estudos anteriormente citados, tendo em vista que o grupo com DP obteve melhora em todos os testes no pós-treino. A RV pode ser uma ferramenta terapêutica de fácil uso, sendo possível o uso em domicílio, fato que viabiliza atingir um público que apresenta dificuldade no deslocamento até os serviços de reabilitação.

O sistema motor e a cognição dos pacientes com DP podem interferir de forma negativa sobre o processo de aprendizagem, de acordo com as exigências impostas pelas tarefas treina-

das. Desse modo, a investigação em aprendizagem e retenção em jogos baseados em RV com características diferentes, e o estudo dos efeitos da transferência para as tarefas da vida real, são de primordial importância para a definição de critérios para a seleção de jogos com maior potencial terapêutico para o paciente¹³.

A RV incorpora princípios de aprendizado motor, ao mesmo tempo em que oferece treinamento envolvendo engajamento e desafio ao participante em ambientes complexos³¹. Dessa forma, acredita-se na potencial contribuição da RV para resolver os déficits motores apresentados pelos pacientes com DP. Entretanto, muitos estudos baseados em metodologias bem elaboradas são necessários para embasar tais hipóteses.

Devido à natureza degenerativa da DP, diretrizes de terapia física sugerem que o tratamento deve ocorrer em longo prazo, e isso pode comprometer a adesão dos pacientes ao tratamento, visto que os exercícios repetitivos podem ser monótonos. Assim, a RV poderia ser usada como uma nova ferramenta em associação com a terapia física, a fim de melhorar a motivação e, conseqüentemente, a adesão dos pacientes nos processos de longa duração na reabilitação, contribuindo para a melhora funcional e prevenção das conseqüências negativas da imobilidade^{13,14}.

Apesar dos resultados positivos relatados nos estudos anteriores^{13,14,23}, as seguintes variáveis devem ser consideradas: critérios para seleção de jogos, o número da amostra, a ausência de grupos controle, a definição de coleta pós-intervenção de forma aguda ou retenção por *follow up*, a definição de tempo de intervenção, uma vez que todos os estudos apontam limitações em suas conclusões.

REFERÊNCIAS

1. Gonçalves GB, Leite MAA, Pereira JS. Influência das distintas modalidades de reabilitação sobre as disfunções motoras decorrentes da Doença de Parkinson. *Revista Brasileira de Neurologia* 2011;47: 22-30.
2. Soares GS, Peyré-Tartaruga LA. Parkinson's disease and physical exercise: a literature review. *Ciência e Movimento - Biociência e Saúde* 2010; ano XII (24).
3. Hughes AJ, Daniel SE, Kilford L, Lees AJ. Accuracy of clinical diagnosis of idiopathic Parkinson's disease: a clinicopathological study of 100 cases. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1992; 55: 181-184.
4. Silva JAMG, Dibai Filho AV, Faganello FR. Mensuração da qualidade de vida de indivíduos com a doença de Parkinson por meio do questionário PDQ-39. *Fisioter. Mov* 2011; 24: 141-146.
5. Goodwin VA, Richards SH, Taylor RS, Taylor AH, Campbell JL. The effectiveness of exercise interventions for people with Parkinson's disease: a systematic review and meta-

Perspectivas

A literatura científica aponta que a RV é um instrumento terapêutico com potencialidades para o uso na neuroreabilitação física. Contudo, é importante destacar algumas questões, a saber: 1) As inovações tecnológicas estão cada vez mais presentes em nossas vidas e por esse motivo, em um curto período de tempo, os videogames baseados em RV podem ser substituídos por novas tecnologias.

Nesse sentido, é importante compreender os mecanismos e fenômenos que explicam os benefícios do uso desses equipamentos e não simplesmente fazer a validação de seu uso com propósito terapêutico; 2) Como os processos de aprendizagem ocorrem nos pacientes com DP que utilizam a RV? É importante considerar que esse recurso oferece: pistas visuais e auditivas, treino integrado cognitivo-motor e possibilita número de repetições; 3) A maioria dos estudos foca variáveis de membros inferiores e é importante que outros estudos enfatizem os efeitos da RV nos membros superiores de pacientes com DP utilizando, por exemplo, escalas que avaliam aspectos funcionais, tais como: teste dos 9 pinos, TEMPA e o impacto do treinamento físico sobre o tremor de repouso desses pacientes por meio de avaliação e mensuração, por exemplo, com o uso de acelerômetro; 4) Necessidade de investigação da qualidade de vida dos pacientes com DP submetidos à terapia física por meio da RV.

Assim, sugere-se que a RV pode ter um papel real na potencialização da aprendizagem motora e do controle motor, na funcionalidade, na capacidade cognitiva e no equilíbrio na DP dentre outros benefícios, tais como: maior adesão ao processo de neuroreabilitação, pois através do *feedback* visual e auditivo fornecido pela RV a terapia torna-se lúdica.

- analysis. *Movement Disord* 2008; 23: 631-640.
6. King LA, Horak FB. Delaying mobility disability in people with Parkinson disease using a sensorimotor agility exercise program. *PhysTher* 2009; 89: 384-393.
7. Bisson E, Contant B, Sveistrup H, Lajoie Y. Functional balance and dual-task reaction times in older adults are improved by virtual reality and biofeedback training. *CyberpsycholBehav* 2007; 10: 16-23.
8. Butler DP, Willett K. Wii-habilitation: is there a role in trauma? *Injury* 2010; 41: 883-885.
- 9 - Adamovich SV, Fluet GG, Tunik E, Merians AS. Sensorimotor Training in Virtual Reality: A Review. *NeuroRehabilitation* 2009; 25: 29-44.
10. Holden MK, Dyar T. Virtual environment training: a new tool for rehabilitation. *Neurology Report* 2002; 26: 62-67.
11. Helenice JCG, Coury RFC, Moreira NBD. Efetividade do exercício físico em ambiente ocupacional para controle da dor cervical, lombar e do ombro: uma revisão sistemática. *Rev. Bras. Fisioter* 2009; 13: 461-79.

12. Seo M, Beigi M, Jahanshahi M, Averbeck BB. Effects of dopamine medication on sequence learning with stochastic feedback in Parkinson's disease. *Front Hum Neurosci* 2010; 4: 1–9.
13. Mendes FAS, Pompeu JE, Lobo AM, Silva KG, Oliveira TP, Zomignani AP, Piemonte MEP. Motor learning, retention and transfer after virtual-reality-based training in Parkinson's disease – effect of motor and cognitive demands of games: a longitudinal, controlled clinical study. *Physiotherapy* 2012; 98: 217–223.
14. Pompeu JE, Mendes FAS, Silva KG, Lobo AM, Oliveira TP, Zomignani AP, Piemonte MEP. Effect of Nintendo Wii™-based motor and cognitive training on activities of daily living in patients with Parkinson's disease: A randomised clinical trial. *Physiotherapy* 2012; 98: 196–204.
15. Schmidt RA, Bjork RA. New conceptualizations of practice-common principles in 3 paradigms suggest new concepts for training. *Psychological Science* 1992; 3: 207-17.
16. Yang YR, Tsai MP, Chuang TY, Sung WH, Wang RY. Virtual reality-based training improves community ambulation in individuals with stroke: a randomized controlled trial. *Gait Posture* 2008; 28: 201-6.
17. Mirelman A, Maidan I, Herman T, Deutsch JE, Giladi N, Hausdorff JM. 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 A Biol Sci Med Sci* 2011; 66: 234-40.
18. Deutsch J, Borbely M, Filler J, Huhn K, Guarrera-Bowlby P. Use of a low-cost, Commercially Available Gaming Console (Wii) for rehabilitation of an Adolescent with cerebral palsy. *Physical Therapy* 2008; 88: 1196-207.
19. Wuang YP, Chiang CS, Su CY, Wang CC. Effectiveness of virtual reality using wii gaming technology in children with down syndrome. *Rev Dev Disabil* 2011; 32: 312-21.
20. Sandlund M, Waterworth E, Hager C. Using motor interactive games to promote physical activity and enhance motor performance in children with cerebral palsy. *Developmental Neurorehabilitation* 2011; 14: 15-21.
21. Yen C, Lin K, Hu M, Wu R, Lu T, Lin C. 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. *Physical therapy* 2011; 91: 862-74.
22. Griffin HJ, Greenlaw R, Limousin P, Bhatia K, Quinn NP, Jahanshahi M. The effect of real and virtual visual cues on walking in Parkinson's disease. *J Neurol* 2011; 258: 991-1000.
23. Park HS, Yoon JW, Kim J, Iseki K, Hallett M. Development of a VR-based Treadmill Control Interface for Gait Assessment of Patients with Parkinson's Disease. *IEEE International Conference on Rehabilitation Robotics Rehab Week Zurich, 2011; 2011: 5975463.*
24. Shine JM, Ward PB, Naismith SL, Pearson M, Lewis SJG. Utilising functional MRI (fMRI) to explore the freezing phenomenon in Parkinson's disease. *Journal of Clinical Neuroscience* 2011; 18: 807–810.
25. Wang CY, Hwang WJ, Fang JJ, Sheu CF, Leong IF, Ma HI. Comparison of Virtual Reality Versus Physical Reality on Movement Characteristics of Persons With Parkinson's Disease: Effects of Moving Targets. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 2011; 92: 1238–1245.
26. Arias P, Robles-García V, Sanmartín G, Flores J, Cudeiro J. Virtual Reality as a Tool for Evaluation of Repetitive Rhythmic Movements in the Elderly and Parkinson's Disease Patients. *PLoS One* 2012; 7: 30021.
27. Ma HI, Hwang WJ, Fang JJ, Kuo JK, Wang CY, Leong IF, Wang TY. Effects of virtual reality training on functional reaching movements in people with Parkinson's disease: a randomized controlled pilot Trial. *Clinical Rehabilitation* 2011; 25: 892–902.
28. Loureiro APC, Ribas CG, Zott TGG, Chen R, Ribas F. Feasibility of virtual therapy in rehabilitation of Parkinson's disease patients: pilot study. *Fisioter. Mov.*, 2012; 25: 659-666.
29. Klinger E, Chemin I, Lebreton S, Marié RM. Virtual Action Planning in Parkinson's Disease: A Control Study. *CyberPsychology & Behavior* 2006; 9: 342-347.
30. Albani G, Pignatti R, Bertella L, Priano L, Semenza C, Molinari E, Riva G, Mauro A. Common daily activities in the virtual environment: a preliminary study in parkinsonian patients. *Neurological Sciences* 2002; 23:49-50.
31. Synnott J, Chen L, Nugent CD, Moore G. WiiPD—an approach for the objective home assessment of Parkinson's disease. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 2011;2011:2388-91.
32. Esculier JF, Vaudrin J, Bériault P, Gagnon K, Tremblay LE. Home-based Balance Training Programme Using Wii Fit with Balance Board for Parkinson's Disease: A Pilot Study. *J Rehabil Med* 2012; 44: 144–150.
33. Henderson A, Korner-Bitensky N, Levin M. Virtual reality in stroke rehabilitation: a systematic review of its effectiveness for upper limb motor recovery. *Top Stroke Rehabil* 2007; 14:52-61.