

Realidade virtual como ferramenta de intervenção para os membros superiores na doença de Parkinson: série de casos

Virtual reality as an intervention tool for upper limbs in Parkinson's disease: a case series

Realidad virtual como herramienta de intervención para los miembros superiores en la enfermedad de Parkinson: una serie de casos

Jênifer Aline Cemim¹, Philippe Souza Corrêa², Bruna dos Santos Pereira³, Jesuély Spieckert de Souza⁴, Fernanda Cechetti⁵

RESUMO | A doença de Parkinson (DP) é uma desordem neurodegenerativa na qual ocorre a perda dopaminérgica na região dos núcleos da base. Uma das principais queixas associadas à DP são os déficits motores dos membros superiores (MMSS) frequentemente relatados em dificuldades para realizar as atividades de vida diária (AVDs), podendo interferir negativamente na qualidade de vida. Nos últimos anos novas tecnologias surgiram para auxiliar no processo de reabilitação dos MMSS na DP, sendo a realidade virtual uma delas. Portanto, este estudo teve como objetivo verificar os efeitos de uma intervenção nos MMSS com equipamento de realidade virtual semi-imersiva nas AVDs e na qualidade de vida de indivíduos com DP. Foram selecionados seis indivíduos com DP para intervenção, avaliados por meio do miniexame do estado mental, da escala de Hoehn e Yahr, da escala unificada de avaliação para a DP (UPDRS), do questionário sobre a doença de Parkinson (PDQ-39) e do *test d'évaluation des membres supérieurs de personnes âgées* (Tempa). Seis sujeitos foram submetidos à intervenção com duração de 27 minutos por sessão, duas vezes na semana, por cinco semanas, utilizando o *Leap Motion Controller*. Obteve-se melhora na força muscular, na resistência muscular, nas AVDs e na qualidade de vida,

todos com significância estatística. Dessa forma, verificou-se que o protocolo baseado em realidade virtual aplicada nos MMSS foi eficaz para melhorar as AVDs e a qualidade de vida dos indivíduos com DP deste estudo.

Descritores | Doença de Parkinson; Extremidade Superior; Realidade Virtual.

ABSTRACT | Parkinson's disease (PD) is a neurodegenerative disorder in which dopaminergic loss occurs in the basal nuclei region. One major complaint associated with PD is upper extremity motor deficits (UE), frequently reported in difficulties to perform activities of daily living (ADL), which may negatively affect quality of life. In recent years new technologies have emerged to assist the UE rehabilitation process in PD, such as virtual reality. Therefore, this study sought to verify the effects of an intervention in the UE with semi-immersive virtual reality equipment on ADLs and quality of life of individuals with PD. Six individuals with PD were selected for intervention, and evaluated by the Mini Mental State Examination, the Hoehn & Yahr Scale, the Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS), the Parkinson's Disease Questionnaire (PDQ-39) and the *test d'évaluation des membres supérieurs de personnes âgées* (TEMPA). The interventions lasted 27 minutes

¹Centro Universitário Cenecista de Osório (CNEC) – Osório (RS), Brasil. E-mail: alinie.je@gmail.com. ORCID-0000-0002-7726-0594

²Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre – Porto Alegre (RS), Brasil. E-mail: philipescor@hotmail.com
ORCID-0000-0001-7633-1066

³Centro Universitário Cenecista de Osório (CNEC) – Osório (RS), Brasil. E-mail: brunasantos230198@gmail.com.
ORCID-0000-0002-5052-0894

⁴Centro Universitário Cenecista de Osório (CNEC) – Osório (RS), Brasil. E-mail: jesuelyspieckertsouza@hotmail.com.
ORCID-0000-0002-9319-5710

⁵Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre – Porto Alegre (RS), Brasil. E-mail: fernandacec@ufcspa.edu.br.
ORCID-0000-0003-1776-179X

per session, twice per week, for 5 weeks, using the Leap Motion Controller. Individuals showed improvement in muscle strength, muscle endurance, ADLs, and quality of life, all statistically significant. In conclusion, the protocol based on virtual reality applied to the upper limbs effectively improved the activities of daily living and quality of life in individuals with PD.

Keywords | Parkinson's Disease; Upper Extremity; Virtual Reality.

RESUMEN | La enfermedad de Parkinson (EP) es un trastorno neurodegenerativo con pérdidas dopaminérgicas en la región de núcleos basales. Una de las principales quejas asociadas a la EP son los déficits motores de los miembros superiores (MMSS), que muchas veces resultan en dificultades de realizar las actividades de la vida diaria (AVD), lo que impacta negativamente la calidad de vida. En los últimos años surgieron nuevas tecnologías para ayudar en el proceso de rehabilitación de los MMSS en la EP, y una de ellas es la realidad virtual. Por lo tanto, este estudio tuvo como objetivo

comprobar los efectos de una intervención en los MMSS utilizando un equipo de realidad virtual semiinmersivo en las AVD y en la calidad de vida de individuos con EP. Se seleccionaron a seis individuos con EP para la intervención, que fueron sometidos a evaluación por el Miniexamen del Estado Mental, la Escala de Hoehn y Yahr, la Escala Unificada de Evaluación de la Enfermedad de Parkinson (UPDRS), el Cuestionario de la Enfermedad de Parkinson (PDQ-39) y el *test d'évaluation des membres supérieurs de personnes âgées* (Tempa). Seis sujetos se sometieron a una intervención de 27 minutos por sesión, dos veces por semana, durante cinco semanas, utilizando el *Leap Motion Controller*. Hubo una mejora en la fuerza muscular, en la resistencia muscular, en las AVD y en la calidad de vida, todos con significación estadística. Así se constató que el protocolo basado en realidad virtual aplicado a los MMSS fue eficaz en la mejora de las AVD y en la calidad de vida de los individuos con EP de este estudio.

Palabras clave | Enfermedad de Parkinson; Extremidad Superior; Realidad Virtual.

INTRODUÇÃO

A doença de Parkinson (DP) é caracterizada por uma progressão lenta, sendo a segunda doença neurodegenerativa mais frequente no mundo, atrás somente da doença de Alzheimer¹. Trata-se de uma doença decorrente da diminuição da produção de dopamina idiopática, havendo, porém, alguns estudos que mostram a possibilidade da existência de alguma interação com fatores genéticos e ambientais. A prevalência aumenta com a idade, acometendo normalmente indivíduos acima dos 60 anos e, raramente, pessoas partir dos 40 anos². No Brasil, estima-se que existam cerca de 220 mil portadores da DP, podendo dobrar esse número até 2030. Tais dados são preocupantes devido à alta incidência de hospitalizações, além da necessidade de medicamentos e cuidados para o restante da vida³.

Uma das queixas principais dos acometidos pela DP são os déficits motores dos membros superiores (MMSS), frequentemente relatados por causar dificuldades em tarefas diárias como amarrar cadarços, abotoar botões, digitar em teclados, entre outras. Desde o estágio inicial da doença, essas alterações aparecem, causando prejuízos na velocidade e na amplitude de movimento, com perdas da função manual que implicam diretamente na redução das atividades de vida diária (AVDs) e, conseqüentemente, na qualidade de vida desses indivíduos, o que os torna mais dependentes⁴.

Conforme a doença progride, as alterações nos MMSS cada vez mais resultarão em limitações no trabalho, na recreação e nas AVDs^{3,4}.

Conforme a Diretriz Europeia de Fisioterapia para a Doença de Parkinson⁵, não existem técnicas especificamente eficazes quanto à reabilitação dos MMSS na DP, sendo necessárias mais investigações sobre terapias que tragam resultados benéficos. Entre alguns tratamentos, técnicas como musicoterapia⁶, baseadas no treinamento de repetição em tarefa simples e dupla tarefa⁷, terapia de movimento induzida por restrição do MMSS⁸, terapia do espelho⁴, método *Lee Silverman voice treatment – BIG* para melhora das amplitudes de movimentos⁹, têm sido utilizadas visando à reabilitação e minimização das perdas motoras das extremidades superiores⁵.

Entretanto, nos últimos anos surgiram novas tecnologias para auxiliar no processo de reabilitação dos sujeitos com DP, sendo a realidade virtual (RV)¹⁰ uma delas. A RV trata os déficits de equilíbrio, da marcha, dos MMSS e membros inferiores (MMII) em diferentes populações, como idosos, nas sequelas pós-acidente vascular encefálico, na esclerose múltipla e na DP. As técnicas que utilizam a RV propõem uma interação entre o paciente e um sistema computacional, que cria o ambiente de forma artificial em uma interface virtual. Esta pode estimular o aprendizado motor por meio das repetições, da retroalimentação (feedback) e da

motivação para o alcance dos resultados esperados¹¹. Além disso, como a RV envolve estimulação cognitiva e das habilidades motoras, ela pode contribuir para uma maior independência nas AVDs quando comparada a um treino baseado apenas em exercícios motores. A intervenção por meio da RV mostra-se promissora na aplicação aos movimentos motores dos MMSS¹².

Uma das ferramentas utilizadas para a reabilitação dos MMSS é o *Leap Motion Controller (LMC)*¹³, que permite criar uma interface de controle para movimentos de mãos e dedos, não necessitando de nenhum contato manual ou toque com o equipamento¹⁴. Existem, ainda, outros tipos de instrumentos que se utilizam da RV, como os *exergames* por meio do Kinect¹⁵ e do Nintendo Wii, que possui um sensor de movimento chamado de *Wii mote* e uma plataforma denominada *Wii Balance Board*¹⁶. Porém o LMC parece oferecer movimentos mais precisos, informações mais detalhadas sobre localização de mãos e dedos, velocidade e ângulos de execução¹⁷. Da mesma forma, essa ferramenta é interessante para a reabilitação e pode ser adaptada conforme a necessidade de cada indivíduo, promovendo uma interação mais lúdica e divertida por meio de movimentos variados dos MMSS que podem ser realizados em diversos jogos¹⁸.

Devido à portabilidade e ao baixo custo do sensor, o LMC é apropriado para exercícios em ambiente terapêutico e domiciliar sem ampla necessidade de supervisão. A literatura atual mostra resultados relevantes quanto ao uso do LMC na reabilitação dos MMSS em outras patologias, avaliando função motora grossa e destreza manual, como no acidente vascular cerebral¹⁹⁻²¹, na paralisia cerebral²², na distrofia muscular de Duchenne²³ e na reabilitação de queimados²⁴. Entretanto, somente um estudo piloto com cinco participantes descreveu a utilização do LMC com foco na melhora da destreza e coordenação manual unilateral e bilateral na DP²⁵. Assim, este estudo teve como objetivo verificar os efeitos de uma intervenção em MMSS com equipamento de realidade virtual imersivo nas AVDs e na qualidade de vida de indivíduos com doença de Parkinson.

METODOLOGIA

Trata-se de uma série de casos com amostragem por conveniência e não probabilística, que avaliou e interveio por meio da realidade virtual em seis indivíduos

com DP. Como critérios de inclusão, foi definido que os participantes deveriam ter o entendimento dos jogos no primeiro dia de familiarização e estar aptos a realizar os testes. Foram desconsiderados do estudo indivíduos que possuíssem implante de marca-passo cerebral, que apresentassem lesões recentes ou limitações na função dos MMSS por outro diagnóstico.

Procedimentos e avaliações

Foram realizados dois encontros semanais com duração de 27 minutos por sessão, no ambiente domiciliar dos indivíduos, ao longo de cinco semanas, totalizando dez intervenções. Na 1ª e na 10ª intervenção foram realizadas as avaliações pré e pós-tratamento. Foi aplicado o minixame do estado mental (Meem)²⁶ para avaliar a função cognitiva que engloba os seguintes domínios: orientação temporal, orientação espacial, memória imediata e de evocação, cálculo, linguagem-nomeação, repetição, compreensão, escrita e cópia de desenho. Esse não é um instrumento de diagnóstico, mas auxilia a determinar quais funções devem ser investigadas. O procedimento do teste se dá por meio de uma pontuação, de modo a atribuir o nível de escolaridade do indivíduo; logo quanto maior a pontuação, menor o déficit cognitivo. Em seguida, foi realizada a classificação do estadiamento motor da DP pela escala de Hoehn e Yahr²⁷. A partir dessa ferramenta, o indivíduo é classificado em um dos cinco estágios com base principalmente nos sinais e sintomas para avaliar o nível de incapacidade. Os indivíduos classificados na escala entre um e três estão nos estágios de incapacidade leve a moderada, enquanto os que apresentam os estágios quatro e cinco se enquadram em incapacidade grave.

Após esse procedimento, foi aplicado a escala unificada de avaliação para a doença de Parkinson (UPDRS) – parte III (exame motor), itens de 20 a 25, em que são avaliados tremor de repouso, tremor postural ou de ação nas mãos, rigidez, bater os dedos polegar e indicador em sequências rápidas com a maior amplitude possível, abrir e fechar as mãos com movimentos rápidos e amplos, e, por fim, movimentos rápidos de pronação e supinação das mãos. Recentemente, um estudo²⁸ avaliou e comparou a versão original (UPDRS) e a atualizada (MDS-UPDRS) e encontrou alta confiabilidade para a utilização especificamente destes itens para a avaliação dos MMSS.

Posteriormente, foi aplicado o Questionário sobre a Doença de Parkinson (PDQ-39)²⁹, composto por 39 questões que abrangem os temas mobilidade, atividades

da vida diária, bem-estar emocional, suporte social, desconforto corporal, estigma, cognição e comunicação. Nele, o indivíduo identifica com que frequência ele se encontrou nas situações citadas nos últimos 30 dias. As opções são nunca (zero pontos), raramente (um ponto), algumas vezes (dois pontos), frequentemente (três pontos) e sempre (quatro pontos). Indo de 0 a 100, o menor escore corresponde à maior qualidade de vida.

Por fim, foi aplicado o *test d'évaluation des membres supérieurs de personnes âgées* (Tempa)³⁰, instrumento que avalia o grau de incapacidade dos MMSS. Apresenta um manual de como administrá-lo, as medidas necessárias para confeccionar a caixa e onde dispor o material específico de cada tarefa. Os materiais necessários para administração do teste são: pote de café de 100g, jarra de água de 1.000mL, colher de café, xícara, copo de água, pote de remédio e dez cápsulas de placebo, envelopes brancos, selo, lápis, jogo de cartas, moedas (R\$1, R\$0,50, R\$0,25 e R\$0,10), pote de vidro pequeno (com 7cm de diâmetro e 5cm de altura), objetos pequenos (palito de dentes, porca, alfinete de segurança, botão de 2,5cm de diâmetro e prego), pedaço de material antiderrapante e folhas para registro dos escores²⁹. A Figura 1 ilustra a caixa e os materiais necessários para realização do teste.



Figura 1. Caixa Tempa

O teste consiste em realizar tarefas com os MMSS, tais como, as bilaterais: (1) abrir um pote e tirar uma colher cheia de café; (2) destrancar uma fechadura, pegar e abrir um recipiente contendo pílulas; (3) escrever em um envelope e colar um selo; (4) embaralhar e distribuir cartas de baralho; e as unilaterais: (1) alcançar e mover um pote; (2) erguer uma jarra e servir água dentro de um copo; (3) manusear moedas; e (4) pegar e mover alguns objetos.

Este teste foi traduzido e adaptado para o português, além de validado para adultos com DP. Cada tarefa deve ser cronometrada a partir do momento em que o indivíduo retira a mão do suporte assim que encerrar a tarefa³¹. As tarefas são avaliadas de diversas formas. Primeiro pela velocidade da execução, devendo ser cronometrado o tempo e depois avaliada a cotação funcional, que se refere à autonomia para realizar cada tarefa. Em seguida deve ser realizada a análise das tarefas, que caracteriza e quantifica as dificuldades enfrentadas pelo indivíduo a ser examinado, sendo compostas por cinco itens: amplitude de movimento ativo, força de execução do movimento, precisão dos movimentos amplos, preensões e precisão dos movimentos finos. Todos os itens são avaliados por meio de uma pontuação de escalas. Para completar a avaliação, deve-se mensurar a força de preensão da mão e a resistência (*endurance*) muscular isométrica relativa, utilizando um dinamômetro de preensão palmar e um cronômetro.

Intervenção

Realizou-se primeiramente o treinamento do paciente com o instrumento *Leap Motion Controller*, durante cinco minutos, para uma apresentação e interação da imersão virtual. A partir do segundo encontro, o protocolo de atendimento foi feito em oito sessões: no primeiro jogo, com duração de sete minutos, no segundo e terceiro jogo com duração de seis minutos cada e o último jogo com duração de oito minutos, totalizando 27 minutos de interação com os jogos. Entre os jogos foi adotado um descanso de cerca de dois minutos. Os jogos foram escolhidos a fim de relacionar os movimentos realizados com tarefas comuns executadas nas AVDs, podendo ser encontrados por meio do site da plataforma *Leap Motion*.

O LMC é um aparelho com dispositivo *Universal Serial Bus* (USB) capaz de detectar o rastreamento de mãos e dedos por meio da RV com alta precisão e performance¹⁸. Devido à sua pequena dimensão, é necessário conectar o dispositivo USB no computador e dispor as mãos acima do LMC. O instrumento dispõe de três emissores de luz infravermelha e duas câmeras que recebem estas luzes. Com relação a tamanho e peso, possui respectivamente 8,0×3,0×1,2cm e 45g. Quanto à precisão dos movimentos, é o único que permite a interação com objetos de pequena espessura, a partir de 0,01mm³². Na Figura 2a, apresenta-se o dispositivo com interação da RV.

Os participantes foram posicionados sentados em uma cadeira confortável, sem apoio de antebraços, com os cotovelos fletidos a 90°, em frente a uma mesa com a tela de computador posicionada na linha horizontal aos olhos. O primeiro jogo foi o *Playground*, que apresenta três momentos: primeiro deve-se dispor as mãos sob o LMC para identificação (calibração); em seguida os participantes devem pegar os quadrados e encaixar nos “corpos” que irão aparecer, finalizando com a retirada de pétalas de uma flor (Figura 2b). Outro jogo aplicado foi o *Takt – Rhythm*, que envolve tocar no espaço musical, em que as notas vão

fluir e o usuário deve tocar no espaço que a nota surgir. Esse jogo apresenta uma pontuação e é dividido por níveis de dificuldade (Figura 2c). O próximo jogo aplicado foi o *Vitrun Air*, que consiste em arrastar uma “esfera” por um percurso com obstáculos, de quais o indivíduo deve desviar até chegar ao final de cada fase (Figura 2d). Por fim, foi aplicado o jogo *Joca – The Handglider*, que consiste em movimentar um “avião” a fim de pegar o máximo de moedas, também desviando de obstáculos. Caso ocorresse a colisão a contagem da pontuação era reiniciada (Figura 2e).

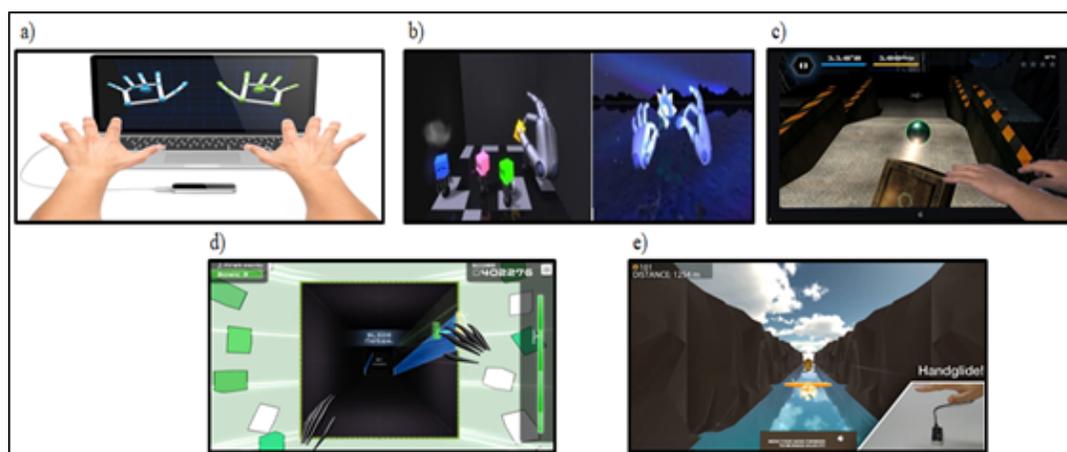


Figura 2. (a) Leap Motion Controller; (b) Playground; (c) Takt – Rhythm; (d) Vitrun Air; (e) Joca – The Handglider

No último encontro, foi entregue um questionário de satisfação com perguntas relacionadas à intervenção, sendo que a maioria dos pacientes nunca tivera contato com um notebook. As respostas eram objetivas e se dividiam em questões, por exemplo: “Você sentiu dor em algum momento da terapia?”, e o paciente deveria assinalar entre as opções “muito”, “mais ou menos” ou “pouco”.

Análise estatística

Os dados foram registrados em um banco de dados do Programa Excel e, posteriormente, analisados utilizando o programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versão 13.0.

Na análise descritiva das variáveis contínuas foi utilizada a média e o desvio-padrão ou mediana (intervalo interquartilico). Para as variáveis categóricas os dados foram expressos em n (% de todos os casos). O nível de significância adotado para todos os testes foi de 5% ($\alpha=0,05$). Para verificação das médias antes e depois do atendimento fisioterapêutico foi utilizado o teste t pareado para dados paramétricos e o teste de Wilcoxon para dados não paramétricos.

RESULTADOS

Dos seis participantes da intervenção, duas eram mulheres e quatro eram homens, com média de idade de 70,83 anos. Na escala de Hoehn e Yahr se apresentaram nos estágios de dois a quatro, conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Dados demográficos da amostra

| Indivíduos | Idade | Gênero | H&Y |
|------------|-------|--------|------|
| 1 | 59 | F | 2 |
| 2 | 76 | F | 3 |
| 3 | 47 | M | 3 |
| 4 | 72 | M | 2 |
| 5 | 86 | M | 2 |
| 6 | 85 | M | 4 |
| Média | 70,83 | - | 2,66 |

H&Y: escala de Hoehn e Yahr; M: masculino; F: feminino.

No Meem verificou-se que não houve uma melhora estatisticamente significativa no estado cognitivo, comparando pré e pós-intervenção. Entretanto, no PDQ-39 os resultados mostraram uma melhora significativa na qualidade de vida dos indivíduos. Na escala UPDRS-III (itens 20-25), os sujeitos não apresentaram melhora pós-intervenção (Tabela 2).

Tabela 2. Comparação das médias e medianas pré e pós-intervenção

| Variáveis | Pré | Pós | p |
|-------------------------|------------------|------------------|-------|
| MEEM | 23,333 (5,46) | 25,333 (5,78) | 0,08 |
| PDQ-39 | 51,38 (26,85) | 44,86 (22,29) | 0,05* |
| UPDRS-III (itens 20-25) | | | |
| TreRep | 1,66 (1,36) | 1,50 (1,04) | 0,36 |
| TrePostAM | 2,00 (1,67) | 1,83 (1,47) | 0,36 |
| Rig | 1,50 (1,37) | 1,50 (1,37) | - |
| BatDC | 2,00 (1,00-3,00) | 1,00 (1,00-3,00) | 0,08 |
| MovM | 1,00 (1,00-3,00) | 1,00 (0-3,00) | 0,15 |
| ProSupM | 1,66 (0,81) | 1,33 (1,03) | 0,17 |

Dados em média (desvio-padrão) ou mediana (mínimo e máximo). MEEM: minixame do estado mental; PDQ-39: questionário sobre a doença de Parkinson; UPDRS-III: escala unificada de avaliação para doença de Parkinson - exame motor; TreRep: tremor de repouso; TrePostAM: tremor postural ou de ação nas mãos; Rig: rigidez; BatDC: bater dedos continuamente; MovM: movimentos das mãos; ProSupM: pronação e supinação das mãos.

*: valor significativo na comparação pré e pós-intervenção.

Em relação ao teste Tempa, o resultado total (cotação funcional) apresentou melhora estatisticamente significativa nas questões relacionadas às AVDs (Tabela 3).

Analisando cada item correspondente às tarefas realizadas por meio da velocidade de execução, também foi possível observar melhora significativa nos itens “pegar e transportar um pote – mão direita”, “pegar uma jarra e

servir água – mão direita”, “pegar uma jarra e servir água – mão esquerda”, “manusear moedas – mão direita” e “pegar e mover pequenos objetos – mão direita”. Ademais, resultados positivos significativos foram observados na força de prensão palmar da mão direita. Além disso, houve melhora na resistência isométrica pós-intervenção, tanto na mão direita quanto na esquerda (Tabela 3).

Tabela 3. Comparação das médias e medianas do teste TEMPA pré e pós-intervenção

| Variáveis | Pré | Pós | p |
|-------------------------|---------------------|---------------------|-------|
| TEMPA | -25,83 (12,41) | -22,83 (12,84) | 0,03* |
| PTP-D (seg) | 4,77 (3,68-21,22) | 3,70 (3,06-10,63) | 0,02* |
| PTP-E (seg) | 5,51 (3,25-16,43) | 4,07 (2,68-10,20) | 0,07* |
| APTCCC-B (seg) | 21,45 (8,38) | 19,57 (11,27) | 0,32* |
| PJSA-D (seg) | 18,31 (16,10-42,44) | 13,82 (9,39-26,41) | 0,02* |
| PJSA-E (seg) | 18,85 (14,71-50,99) | 14,43 (10,54-36,78) | 0,02* |
| DFARCP-B (seg) | 30,52 (27,12) | 34,61 (10,75) | 0,71* |
| EECS-B (seg) | 40,15 (23,74) | 45,39 (17,87) | 0,74* |
| EDCJ-B (seg) | 31,26 (22,76) | 41,13 (15,89) | 0,44* |
| MM-D (seg) | 24,40 (12,37) | 19,36 (10,16) | 0,01* |
| MM-E (seg) | 23,25 (11,15) | 20,21 (5,42) | 0,43* |
| PMPO-D (seg) | 23,97 (13,53-38,07) | 13,19 (9,72-35,47) | 0,02* |
| PMPO-E (seg) | 24,25 (10,72) | 23,15 (13,61) | 0,85* |
| Força de prensão palmar | | | |
| Direita (kg) | 20,97 (9,54) | 28,45 (11,64) | 0,02* |
| Esquerda (kg) | 21,11 (8,63) | 25,59 (10,95) | 0,08* |
| Endurance isométrico | | | |
| Direita (seg) | 21,08 (13,84-62,4) | 36,81 (24,66-72,45) | 0,04* |
| Esquerda (seg) | 26,31 (17,49) | 37,39 (21,53) | 0,01* |

Dados em média (desvio-padrão) ou mediana (mínimo e máximo). Tempa: test d'évaluation des membres supérieurs de personnes âgées; PTP-D: pegar e transportar um pote – mão direita; PTP-E: pegar e transportar um pote – mão esquerda; APTCCC-B: abrir um pote e tirar uma colher cheia de café – bilateral; PJSA-D: pegar uma jarra e servir água – mão direita; PJSA-E: pegar uma jarra e servir água – mão esquerda; DFARCP-B: destrancar uma fechadura e abrir um recipiente contendo pílulas – bilateral; EECS-B: escrever em um envelope e colar um selo – bilateral; EDCJ-B: embaralhar e distribuir cartas de jogo – bilateral; MM-D: manusear moedas – mão direita; MM-E: manusear moedas – mão esquerda; PMPO-D: pegar e mover pequenos objetos – mão direita; PMPO-E: pegar e mover pequenos objetos – mão esquerda.

*: valor significativo na comparação pré e pós-intervenção.

Com relação ao questionário de satisfação aplicado (Tabela 4), foi observado que todos os participantes relataram os jogos como “divertidos” e “interessantes”. Considerando a dificuldade imposta por alguns jogos,

os indivíduos responderam que a ajuda do fisioterapeuta foi importante. Alguns sujeitos relataram que após realizarem os jogos, sentiram-se cansados ou com dor, mas nada que os impossibilitassem de realizar a intervenção.

Tabela 4. Questionário de satisfação quanto à realidade virtual

| Nº | Questão | IND 1 | IND 2 | IND 3 | IND 4 | IND 5 | IND 6 |
|----|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | As sessões com videogames são divertidas? | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 2 | Os jogos foram interessantes para você? | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 3 | Os jogos atendem a uma necessidade real? | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| 4 | Você continuaria usando os jogos se pudesse? | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| 5 | Você usaria os jogos em casa? | 1 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 |
| 6 | Os jogos foram claros para jogar e fáceis de entender? | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 7 | Você foi capaz de jogar sem o apoio do fisioterapeuta? | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 8 | Caso tenha sido ajudado, o apoio do fisioterapeuta foi importante? | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 9 | O modelo dos jogos foi adequado? | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| 10 | Os elementos utilizados nas sessões de terapia são adequados (notebook, leap motion)? | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 11 | Você foi capaz de realizar todos os jogos com sucesso? | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 |
| 12 | Os exercícios com uma só mão foram simples de executar? | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 |
| 13 | Os exercícios com ambas as mãos foram simples de executar? | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 |
| 14 | Os jogos exigiram muito de você? | 1 | 1 | 2 | 0 | 2 | 2 |
| 15 | Em geral, o nível de dificuldade dos jogos é adequado? | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| 16 | Você se sentiu cansado após realizar os jogos? | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| 17 | Você sentiu dor em algum momento da terapia? | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 2 |

IND: indivíduo; "0": pouco; "1": mais ou menos; "2": muito.

DISCUSSÃO

A partir do objetivo desse estudo, que foi verificar os efeitos de uma intervenção em MMSS com equipamento de realidade virtual semi-imersiva nas AVDs e na qualidade de vida de indivíduos com doença de Parkinson, em ambos os testes Tempa e PDQ-39 os indivíduos com DP apresentaram melhora após a intervenção. Estes achados corroboram o estudo de Tomo et al.⁷, que analisou os efeitos do treinamento de quatro tarefas (vestir um casaco, pentear cabelo, atender ao telefone e levar um copo até a boca). Nele, os grupos foram divididos em tarefa simples e dupla tarefa ao longo de cinco sessões de uma hora de treinamento e 15 minutos para cada tarefa, em que foi observado melhora no *box and block test*³³. Da mesma forma, as tarefas desta pesquisa foram semelhantes ao estudo citado, pois pretendiam melhorar a funcionalidade dos MMSS e foram semelhantes às AVDs realizadas.

As limitações motoras relacionadas às AVDs, como mobilidade e comunicação, têm um impacto negativo na qualidade de vida, podendo causar depressão e levar à pouca interação e participação na vida social dos indivíduos com DP³³. No estudo de Fontoura et al.³⁴ foi realizada uma intervenção com fisioterapia convencional e RV, utilizando o console X-Box Kinect da Microsoft para realização dos jogos *Kinect Adventures*, que consiste em diversas aventuras e esportes, e o *Kinect Dance*, que envolve realizar movimentos de dança,

por meio de um sensor de movimento que rastreia o corpo inteiro. A intervenção envolvia a realização de movimentos dos MMSS com diferentes amplitudes, com duração de 30 minutos, durante cinco semanas. Observou-se melhora na qualidade de vida, assim como no estudo de Santana et al.³⁵, que avaliou os efeitos da RV na qualidade de vida de pacientes com DP, utilizando também o questionário PDQ-39 como instrumento de investigação.

No estudo de Oña et al.²⁵, foi realizada uma intervenção por meio da RV com o LMC em um protocolo com seis jogos, duas sessões de 30 minutos por semana, durante seis semanas, com cinco pacientes, em que foi encontrada uma melhora da força muscular, principalmente da mão não afetada pela DP. Além disso, pôde ser observado que, apesar da aceitação da intervenção pelos participantes, foram encontradas dificuldades na execução de alguns exercícios. Este estudo mostrou uma melhora na força e na resistência muscular, este último possivelmente pelo fato de os participantes permanecerem por 27 minutos com os MMSS elevados, envolvendo a contração de músculos como deltoide, supra-espinal, infra-espinal, pronador redondo, flexores de punhos e dedos, entre outros. Além disso, embora as intervenções tenham sido satisfatórias, divertidas e interessantes, alguns participantes sentiram dificuldades em realizar alguns movimentos nos jogos propostos, por vezes sendo necessária a ajuda do terapeuta, conforme o questionário aplicado.

Apesar de alguns estudos indicarem que a interação com a RV possa se tornar exaustiva e causar fadiga após 20 minutos, os resultados desse tipo de intervenção apresentam bons potenciais mesmo em treinos de curta e média duração^{24,25}. No estudo de Soares et al.³⁶, as sessões tiveram duração de 30 minutos e obtiveram melhora no tempo de execução do *box and block test*³³. Da mesma forma, no estudo de Wang et al.³⁷, em que cada sessão teve duração de 45 minutos, também foi possível encontrar resultados benéficos na recuperação da funcionalidade dos MMSS em sujeitos que sofreram acidente vascular subagudo. No estudo de Iosa et al.²⁰ com sessões de 30 minutos de duração, igualmente foram encontrados bons resultados na recuperação das habilidades manuais, avaliada por meio do *9-hole peg test*³⁸ após a intervenção com o LMC. Assim, esta pesquisa vai ao encontro dos estudos citados quanto ao protocolo utilizado, de 27 minutos por sessão, visto que os indivíduos não apresentaram fadiga ou dores que impossibilitassem a intervenção, tornando possível a realização de todos os jogos sem desistências durante o protocolo.

De acordo com o estudo Santana et al.³⁵, foi possível apresentar ganhos funcionais em todos os quesitos da UPDRS-III após a intervenção com RV e exercícios funcionais para MMSS, MMII e equilíbrio, em grupos que fizeram gameterapia. Assim como no estudo de Pompeu et al.³⁹, que realizou uma pesquisa comparativa entre grupos de indivíduos com DP que passaram por gameterapia e por exercícios de equilíbrio, ficou evidenciado a melhora da função motora após a intervenção em ambos os grupos. Já neste estudo, não foi observado melhora significativa na escala da UPDRS-III (itens 20-25), o que possivelmente se deve ao direcionamento do treinamento apenas para movimentos amplos dos MMSS, bem como ao reduzido número de participantes.

A RV apresenta demandas motoras e cognitivas, em que são treinadas algumas habilidades específicas e comprometidas pela doença. Os jogos refletem elementos importantes para a aprendizagem motora, como repetição, motivação e retroalimentação, e potencializam o uso cognitivo devido às pistas visuais e auditivas fornecidas pelos jogos⁴⁰. Consoante este estudo, mesmo observando o engajamento e um melhor desempenho nos jogos no decorrer da intervenção, não foram obtidas melhoras significativas na pontuação do Meem, podendo ser explicado pelo tempo de intervenção, estágios da doença de leve a moderado e pequeno número amostral. Por fim, os jogos podem melhorar a atenção e a concentração por meio da repetição dos movimentos e, conseqüentemente, estimular o aprendizado motor.

Os resultados da intervenção foram significativos, alcançando-se o objetivo proposto, mostrando que a utilização do dispositivo LMC pode ser um método efetivo para a reabilitação na DP. Contudo, houve algumas limitações em relação ao pequeno tamanho amostral, a heterogeneidade dos pacientes e o baixo número de sessões. Portanto, sugere-se a realização de mais estudos com a RV por meio do *Leap Motion Controller* para consolidação dessa ferramenta de intervenção, com maior número de sessões, amostra mais homogênea e maior quantidade de indivíduos.

CONCLUSÃO

O protocolo de intervenção baseado em RV foi eficaz na melhora da funcionalidade dos MMSS, contribuindo assim para as AVDs e a qualidade de vida dos indivíduos com DP deste estudo. Junto a isso, ressalta-se que todos os jogos melhoraram o desempenho no decorrer da intervenção e, por meio do questionário de satisfação, observou-se uma boa aceitação do protocolo proposto. Assim, a realidade virtual semi-imersiva com a utilização do dispositivo *Leap Motion Controller* parece ser uma proposta eficaz para reabilitação da função das extremidades superiores na DP.

REFERÊNCIAS

1. Moreira CS, Martins KFC, Neri VC, Araújo PG. Doença de Parkinson: como diagnosticar e tratar. *Revista Científica da Faculdade de Medicina de Campos*. 2007;2(2):19-29.
2. Tysnes OB, Storstein A. Epidemiology of Parkinson's disease. *J Neural Transm (Vienna)*. 2017;124(8):901-5. doi:10.1007/s00702-017-1686-y.
3. Bovolenta TM, Felício AC. O doente de Parkinson no contexto das políticas públicas de saúde no Brasil. *Einstein (Sao Paulo)*. 2016;14(3):7-9. doi:10.1590/S1679-45082016ED3780.
4. Bonassi G, Pelosin E, Ogliastro C, Cerulli C, Abbruzzese G, Avanzino L. Mirror visual feedback to improve bradykinesia in Parkinson's disease. *Neural Plast*. 2016;2016:8764238. doi:10.1155/2016/8764238.
5. Domingos JMM, Capato TTC, Almeida LRS, Godinho C, van Nimwegen M, Nijkrake M, et al. The European Physiotherapy Guideline for Parkinson's Disease: translation for non-English speaking countries. *J Neurol*. 2021;268(1):214-8. doi:10.1007/s00415-020-10132-x.
6. Ma HI, Hwang WJ, Lin KC. The effects of two different auditory stimuli on functional arm movement in persons with Parkinson's disease: a dual-task paradigm. *Clin Rehabil*. 2009;23(3):229-37. doi:10.1177/0269215508098896.
7. Tomo CK, Pereira VS, Pompeu SMAA, Pompeu JE. Efeitos do treino funcional de membro superior em condição

- de dupla tarefa na doença de Parkinson. *Rev Neurocienc.* 2014;22(3):344-50. doi: 10.34024/rnc.2014.v22.8076.
8. Lee KS, Lee WH, Hwang S. Modified constraint-induced movement therapy improves fine and gross motor performance of the upper limb in Parkinson disease. *Am J Phys Med Rehabil.* 2011;90(5):380-6. doi: 10.1097/PHM.0b013e31820b15cd.
 9. Farley BG, Koshland GF. Training BIG to move faster: the application of the speed-amplitude relation as a rehabilitation strategy for people with Parkinson's disease. *Exp Brain Res.* 2005;167(3):462-7. doi: 10.1007/s00221-005-0179-7.
 10. Lahude AB, Corrêa PS, Cabelreira MEP, Cechetti F. The impact of virtual reality on manual dexterity of Parkinson's disease subjects: a systematic review. *Disabil Rehabil Assist Technol.* 2022;1-8. doi: 10.1080/17483107.2021.2001060.
 11. Dockx K, Bekkers EMJ, Van der Bergh V, Ginis P, Rochester L, Hausdorff JM, et al. Virtual reality for rehabilitation in Parkinson's disease. *Cochrane Database Syst Rev.* 2016;12:CD010760. doi: 10.1002/14651858.CD010760.pub2.
 12. Vieira GP, Araujo DFGH, Leite MAA, Orsini M, Correa CL. Virtual reality in physical rehabilitation of patients with Parkinson's disease. *J Hum Growth Dev.* 2014;24(1):31-41.
 13. Soares NM, Pereira GM, Figueiredo RIN, Morais GS, Melo SG. Terapia baseada em realidade virtual usando o Leap Motion Controller para reabilitação do membro superior após acidente vascular cerebral. *Sci Med (Porto Alegre).* 2017;27(2):ID25935. doi: 10.15448/1980-6108.2017.2.25935.
 14. Cortés-Pérez I, Zagalaz-Anula N, Montoro-Cárdenas D, Lomas-Veja R, Obrero-Gaitán E, Osuna-Pérez MC. Leap Motion Controller video game-based therapy for upper extremity motor recovery in patients with central nervous system diseases: a systematic review with meta-analysis. *Sensors (Basel).* 2021;21(6):2065. doi: 10.3390/s21062065.
 15. Cikajlo I, Hukic A, Dolinsek I, Zajc D, Vesel M, Krizmanic T, et al. Can telerehabilitation games lead to functional improvement of upper extremities in individuals with Parkinson's disease? *Int J Rehabil Res.* 2018;41(3):230-8. doi: 10.1097/MRR.0000000000000291.
 16. Ramos RAA, Dias E, Oliveira L, Guimarães T, Pernambuco A, Chaves C. Realidade virtual na reabilitação de portadores da doença de Parkinson. *Fisioter Bras.* 2016;17(3):179-87.
 17. Butt AH, Rovini E, Dolciotti C, Bongioanni P, De Petris G, Cavallo F. Leap motion evaluation for assessment of upper limb motor skills in Parkinson's disease. *Proceedings of the International Conference on Rehabilitation Robotics; 2017; London.* [place unknown]: IEEE; 2017. doi: 10.1109/ICORR.2017.8009232.
 18. Ayed I, Ghazel A, Jaume-I-Capó A, Moyà-Alcover G, Varona J, Martínez-Bueso P. Vision-based serious games and virtual reality systems for motor rehabilitation: a review geared toward a research methodology. *Int J Med Inform.* 2019;131:103909. doi: 10.1016/j.ijmedinf.2019.06.016.
 19. Khademi M, Hondori HM, McKenzie A, Dodakian L, Lopes CV, Cramer SC. Free-hand interaction with leap motion controller for stroke rehabilitation. *Proceedings of the 14th Conference on Human Factors in Computing Systems; 2014; Toronto.* New York: ACM; 2014. doi: 10.1145/2559206.2581203.
 20. Iosa M, Morone G, Fusco A, Castagnolli M, Fusco FR, Pratesi L, et al. Leap motion controlled videogame-based therapy for rehabilitation of elderly patients with subacute stroke: a feasibility pilot study. *Top Stroke Rehabil.* 2015;22(4):306-16. doi: 10.1179/1074935714Z.00000000036.
 21. Wang ZR, Wang P, Xing L, Mei LP, Zhao J, Zhang T. Leap motion-based virtual reality training for improving motor functional recovery of upper limbs and neural reorganization in subacute stroke patients. *Neural Regen Res.* 2017;12(11):1823-31. doi: 10.4103/1673-5374.219043.
 22. Oliveira JM, Fernandes RCG, Pinto CS, Pinheiro PR, Ribeiro S, Albuquerque VHC. Novel virtual environment for alternative treatment of children with cerebral palsy. *Comput Intell Neurosci.* 2016;2016:8984379. doi: 10.1155/2016/8984379.
 23. Nizamis K, Rijken NHM, Mendes A, Janssen MMHP, Bergsma A, Koopman BFJM. A novel setup and protocol to measure the range of motion of the wrist and the hand. *Sensors (Basel).* 2018;18(10):3230. doi: 10.3390/s18103230.
 24. Wu YT, Chen KH, Ban SL, Tung KY, Chen LR. Evaluation of leap motion control for hand rehabilitation in burn patients: an experience in the dust explosion disaster in Formosa Fun Coast. *Burns.* 2018;45(1):157-64. doi: 10.1016/j.burns.2018.08.001.
 25. Oña ED, Balaguer C, Cano-de la Cuerda R, Collado-Vazquez S, Jardón A. Effectiveness of serious games for leap motion on the functionality of the upper limb in Parkinson's disease: a feasibility study. *Comput Intell Neurosci.* 2018;2018:7148427. doi: 10.1155/2018/7148427.
 26. Melo DM, Barbosa AJG. O uso do Mini-Exame do Estado Mental em pesquisas com idosos no Brasil: uma revisão sistemática. *Cienc Saude Colet.* 2015;20(12):3865-76. doi: 10.1590/1413-812320152012.06032015.
 27. Mello MPB, Botelho ACG. Correlação das escalas de avaliação utilizadas na doença de Parkinson com aplicabilidade na fisioterapia. *Fisioter Mov.* 2010;23(1):121-7. doi: 10.1590/s0103-51502010000100012.
 28. Proud EL, Miller KJ, Bitney B, Balachandran S, McGinley JL, Morris ME. Evaluation of measures of upper limb functioning and disability in people with Parkinson disease: a systematic review. *Arch Phys Med Rehabil.* 2015;96(3):540-51. doi: 10.1016/j.apmr.2014.09.016.
 29. 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(1):141-6. doi: 10.1590/s0103-51502011000100016.
 30. Michaelsen SM, Natalio MA, Silva AG, Pagnussat AS. Confiabilidade da tradução e adaptação do Test d'Évaluation des Membres Supérieurs de Personnes Âgées (TEMPA) para o português e validação para adultos com hemiparesia. *Rev Bras Fisioter.* 2008;12(6):511-9. doi: 10.1590/S1413-35552008005000012.
 31. Freitas PR, Lemos AE, Santos MP, Michaelsen SM, Corrêa CL, Swarowsky A. "Test d'Évaluation des Membres Supérieurs des Personnes Âgées" (TEMPA) to assess upper limb activity in Parkinson's disease. *J Hand Ther.* 2017;30(3):320-7. doi: 10.1016/j.jht.2016.07.003.
 32. Nelson A, McCombe Waller S, Robucci R, Patel C, Banerjee N. Evaluating touchless capacitive gesture recognition as an assistive device for upper extremity mobility impairment. *J Rehabil Assist Technol Eng.* 2018;5:2055668318762063. doi: 10.1177/2055668318762063.
 33. Desrosiers J, Bravo G, Hébert R, Dutil E, Mercier L. Validation of the box and block test as a measure of dexterity of elderly

- people: reliability, validity, and norms studies. *Arch Phys Med Rehabil.* 1994;75(7):751-5. doi: 10.1016/0003-9993(94)90130-9.
34. Fontoura VCB, Macêdo JGF, Silva LP, Silva IBC, Coriolano MGWS, Monteiro D. Papel da reabilitação com realidade virtual na capacidade funcional e qualidade de vida de indivíduos com doença de Parkinson. *Acta Fisiátrica.* 2017;24(2):86-91. doi: 10.5935/0104-7795.20170017.
35. Santana CMF, Lins OG, Sanguinetti DCM, Silva FP, Angelo TDA, Coriolano MGWS, et al. Efeitos do tratamento com realidade virtual não imersiva na qualidade de vida de indivíduos com Parkinson. *Rev Bras Geriatr Gerontol.* 2015;18(1):49-58. doi: 10.1590/1809-9823.2015.14004.
36. Soares NM, Pereira GM, Figueiredo RIN, Morais GS, Melo SG. Terapia baseada em realidade virtual usando o Leap Motion Controller para reabilitação do membro superior após acidente vascular cerebral. *Sci Med (Porto Alegre).* 2017;27(2):ID25935. doi: 10.15448/1980-6108.2017.2.25935.
37. Wang ZR, Wang P, Xing L, Mei LP, Zhao J, Zhang T. Leap motion-based virtual reality training for improving motor functional recovery of upper limbs and neural reorganization in subacute stroke patients. *Neural Regen Res.* 2017;12(11):1823-31. doi: 10.4103/1673-5374.219043.
38. Mathiowetz V, Weber K, Kashman N, Volland G. Adult norms for the nine hole peg test of finger dexterity. *OTJR (Thorofare N J).* 1985;5(1):24-38. doi: 10.1177/153944928500500102.
39. Pompeu JE, Mendes FAS, Silva KG, Lobo AM, Oliveira TP, Zomignani AP, et al. 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(3):196-204. doi: 10.1016/j.physio.2012.06.004.
40. Mendes FAS, Arduini L, Botelho A, Cruz MB, Santos-Couto-Paz CC, Pompeu SMAA, et al. Pacientes com a doença de Parkinson são capazes de melhorar seu desempenho em tarefas virtuais do Xbox Kinect: uma série de casos. *Motricidade.* 2015;11(3):68-80. doi: 10.6063/motricidade.3805.