

Game terapia na Doença de Parkinson: influência da adição de carga e diferentes níveis de dificuldade sobre a amplitude de movimento de abdução de ombro

Video games in Parkinson's Disease: influence of load addition and different difficulty levels on the range of motion in shoulder abduction

SANTOS LR, SOUSA LR, LOPES CR, DIONÍSIO J, FENELON SB, HALLAL CZ. Game terapia na doença de Parkinson: influência da adição de carga e diferentes níveis de dificuldade sobre a amplitude de movimento de abdução de ombro. **R. bras. Ci. e Mov** 2017;25(4):32-38.

RESUMO: A Doença de Parkinson (DP) manifesta sinais e sintomas que interferem na coordenação motora global e fina, força muscular, propriocepção, amplitude e velocidade do movimento, o que pode interferir nas atividades funcionais e, conseqüentemente, na qualidade de vida. Diante destas alterações funcionais, os jogos virtuais podem contribuir na recuperação das habilidades motoras. Sendo assim, o estudo teve como objetivo identificar a influência da adição de carga em diferentes níveis de dificuldades de jogos virtuais sobre a amplitude de movimento de abdução de ombro de indivíduos com DP. Participaram do estudo 10 indivíduos, de ambos os sexos, faixa etária de 55 a 80 anos, com diagnóstico de doença de Parkinson idiopática, classificados nos estágios de I a III da escala de Hoehn Yahr. Os voluntários jogaram no Console X-Box com Kinect em diferentes níveis de jogo, com ou sem adição de carga em punho. Para análise dos dados, foram selecionados os momentos de maior amplitude de movimento de abdução de ombro em cada uma das condições de jogos propostas aos voluntários. Não houve diferença significativa na amplitude de abdução de ombro em relação ao uso de carga durante os jogos, aos níveis de jogo, bem como entre os membros superiores direito e esquerdo. A adição de carga e os diferentes níveis de dificuldade dos jogos virtuais não promovem mudanças significativas na amplitude de movimento de abdução de ombro de indivíduos com DP. Sugerimos que novos estudos sejam realizados, envolvendo a análise de um maior número de ferramentas biomecânicas, bem como outras articulações e movimentos de grande impacto sobre a funcionalidade de membros superiores.

Palavras-chave: Doença de Parkinson, Membro superior, Jogos de vídeo, Fisioterapia.

ABSTRACT: Parkinson's Disease (PD) has signs and symptoms involving the global and fine motor coordination, muscular strength, proprioception, range of motion and speed of movement, which may interfere with functional activities and hence quality of life. In view of these functional changes, virtual games can contribute to the recovery of motor skills. Therefore, the study aimed to identify the influence of load addition on different levels of virtual game difficulties on the shoulder abduction range of motion of patients with PD. The study included 10 individuals of both sexes, aged 55-80 years with a diagnosis of idiopathic Parkinson's disease, classified in stages I to III of the Hoehn Yahr scale. Volunteers played the X-Box Kinect Console with different levels of play, with or without added charge at the wrist. For data analysis, the moments of greater range of shoulder abduction movement in each of the conditions of games offered to volunteers were selected. There was no difference in range of shoulder abduction in relation to load use during games, the game levels, and between the right and left upper extremities. The addition of load and the different difficulty levels of the virtual games do not promote significant changes in the abduction range of motion of shoulder in PD patients. We suggest that further studies are carried out, involving the analysis of a larger number of biomechanical tools as well as other joints and movements of great impact on the functionality of upper extremities.

Key Words: Parkinson disease, Upper extremity, Video games, Physical therapy.

Laudiane Reis Santos¹
Lucas Resende Sousa¹
Célia Regina Lopes¹
Jadiane Dionísio¹
Sheila B. Fenelon¹
Camilla Zamfolini Hallal¹

¹Universidade Federal de
Uberlândia

Introdução

A Doença de Parkinson (DP) é a segunda doença neurodegenerativa de maior prevalência no mundo estando atrás apenas da doença de Alzheimer^{1,2}. Caracteriza-se como uma doença de caráter crônico e progressivo, que promove complicações motoras com prejuízo na coordenação motora global e fina, além de limitações funcionais que podem interferir de forma significativa na qualidade de vida geral, e, principalmente, na independência das atividades de vida diária^{3,4,5}.

Na DP, os membros superiores são afetados quanto a capacidade em realizar multitarefas, alcance manual⁶, destreza em manipular objetos⁷, prejudicando tarefas diárias, como comer, vestir-se⁸, escovar os dentes, escrever, utilizar utensílios, entre outras atividades que necessitam de controle motor fino^{9,10}.

Recentemente, a terapia com jogos virtuais tem sido bastante usada pelas equipes de reabilitação neurológica, pois estimula habilidades motoras e cognitivas¹¹. Além disso, a terapia com jogos virtuais estabelece uma conexão entre um ambiente real e um ambiente virtual, o que proporciona uma interação em tempo real e o estímulo de diversos movimentos corporais, promovendo melhora das capacidades biomotoras^{12,13,14}.

Durante a atividade em jogos de vídeo, há um aumento de liberação da dopamina, pois ela está envolvida no processo de aprendizagem e ações ambientais, o que torna este tipo de terapia especialmente significativo para paciente com DP¹⁵. Em estudo desenvolvido por Galna *et al.*¹⁶ foi criado um jogo para indivíduos com DP com ritmo e nível de complexidade adequada e foi encontrado melhora da aprendizagem motora e, por consequência, melhora das tarefas funcionais de maneira global. Outros estudos também apontam aspectos positivos do uso de jogos virtuais na agilidade e força dos membros superiores, realização de atividades funcionais e motivação^{17,18,19,20,21}.

Em adição à terapia com jogos virtuais, a literatura aponta que o uso de pesos nos membros superiores durante a execução dos jogos pode melhorar a propriocepção com consequente melhora na qualidade do movimento^{22,23}. Deste modo, uso de peso durante as atividades com jogos virtuais pode estimular à adaptação dos movimentos dos segmentos corporais em relação à posição e velocidade²⁴.

Diante do exposto em relação às contribuições da terapia com jogos virtuais em habilidades motoras de indivíduos com DP já evidenciadas na literatura e considerando que o movimento de abdução de ombro, dentro das amplitudes articulares esperadas, é fundamental para garantir a base do movimento dos membros superiores para a realização de tarefas funcionais, o objetivo do presente estudo foi identificar a influência da adição de carga em diferentes níveis de dificuldades de jogos virtuais, sobre a amplitude de movimento de abdução de ombro de indivíduos com DP. Foi aventada a hipótese que a adição de carga durante a execução de jogos virtuais, bem como os diferentes níveis de dificuldade, teriam influência sobre a amplitude de movimento de ombro de indivíduos com DP, o que poderia interferir em aplicações de protocolos de intervenção utilizando a terapia com jogos virtuais.

Materiais e métodos

Participantes

A amostra de conveniência foi composta de 10 participantes, sendo 5 homens e 5 mulheres, na faixa etária de 55 a 80 anos, com diagnóstico de doença de Parkinson idiopática, classificados nos estágios de I a III da escala de Hoehn Yahr²⁵, sendo os participantes capazes de caminhar de forma independente. Os participantes não estavam em fase de adaptação farmacológica e todos os procedimentos de coleta foram realizados no período em que os participantes estavam sob medicação para doença de Parkinson, até 2 horas após a ingestão das mesmas.

Os critérios de elegibilidade comum a todos os participantes foram: ausência de dor, fratura, ou lesão grave em tecidos moles, bem como ausência de relatos de alterações cognitivas, cardiovasculares ou respiratórias.

Todos os participantes foram informados sobre os procedimentos de coleta e assinaram o Termo de

Consentimento Livre e Esclarecido aprovado e registrado em Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Uberlândia, sob o parecer 776.295, e CAAE: 31655214.1.0000.5152

Instrumentos

Para os procedimentos de coleta de dados foram utilizados os seguintes instrumentos:

- Console X-Box 360 TM com Kinect
- Jogo Kinect Adventures Vazamentos, o qual apresenta subdivisões em níveis básicos, intermediários e avançados, que recebem nomes lúdicos como: Nível Básico: "Lá vem o Vazamento, Deixa Rolar e Marinheiro". Nível Intermediário: "Gangorra, Siri Insano e Oceano". Nível Avançado: "Tubarões em vibração, Estibordo e Fonezi de Pesca".
- Aparelho de TV de LED - 42 polegadas
- Câmera digital Sony Cyber-Shot DSC-W800 - 20.1 MP LCD 2.7

Estudo piloto

Antes do início da coleta de dados foi realizado um estudo piloto para padronização do ambiente. Deste modo, a distância padronizada entre o sensor do console e o chão foi de 70 cm e a distância entre sensor e o participante de 2,75 cm. Além disso, toda a coleta foi realizada em um quadrado demarcado no chão com dimensões de 1m x 2m x 7 cm, no qual o participante deveria permanecer durante o jogo para ser reconhecido pelo sensor. O posicionamento da câmera para captura de amplitude de movimento em abdução de ombro foi realizado no plano frontal.

O jogo "Vazamentos" foi selecionado por estimular movimentos de membros superiores, sobretudo à abdução e flexão de ombro, e todas as fases exigiam em determinados momentos uma amplitude total de abdução. Os níveis de jogos determinados para a coleta foram: Nível básico (Marinheiro): 3 etapas, cada etapa 45 s, total de 2 min e 15 s; Nível intermediário (No Oceano): 3 etapas, sendo a primeira etapa 45 s, e as demais, 60 s, total de 2 min e 45 s; Nível avançado (Fonezi de pesca): 3 etapas, sendo a primeira etapa 45 s, e as demais, 60 s, total de 2 min e 45 s.

Procedimentos para coleta de dados

Inicialmente, os voluntários com diagnóstico de DP foram informados a respeito dos procedimentos a serem realizados durante a coleta de dados. Todos os voluntários foram familiarizados com o ambiente e com os jogos previamente às coletas. Após a familiarização foi iniciada as coletas de dados, onde os níveis de dificuldade do jogo foram selecionados de maneira aleatória.

Em cada nível, os voluntários jogaram duas vezes, sendo, uma vez, com o uso da braçadeira de 0,5kg no punho, e a segunda vez, sem o uso da mesma. A ordem da colocação ou não de carga nos níveis também foi realizada aleatoriamente. A coleta foi realizada no mesmo dia, totalizando um tempo de aproximadamente 5 minutos não contínuos de jogo, com cada voluntário.

Os pesos das braçadeiras foram proporcionalmente padronizados de acordo com os dados antropométricos dos participantes sendo 0,5kg a média de peso utilizada.

Os dados cinemáticos foram coletados durante a execução de todos os níveis de jogos.

Análise de dados

Para análise dos dados, foram selecionados os momentos de maior amplitude de movimento de abdução de ombro em cada uma das condições de jogos propostas aos voluntários. Para a mensuração da amplitude de abdução do ombro foi criado um modelo espacial considerando os seguintes pontos anatômicos: olécrano, acrômio e espinha ílaca

antero-superior, sendo o acrômio o vértice. A análise estatística foi realizada por meio do software PASW statistics 18.0®. Para a análise dos dados foi utilizado o teste ANOVA Medidas Repetidas com Post-Hoc de Bonferroni. Para as análises foi considerado $p < 0,05$.

Resultados

Os resultados mostram que não houve diferença significativa na amplitude de abdução de ombro em relação ao uso de carga durante os jogos, aos níveis de jogo, bem como entre os membros superiores direito e esquerdo ($p > 0,005$ para todas as comparações).

A Tabela 1 mostra os valores de média e desvios-padrão referentes às amplitudes de abdução de ombro nas condições em que os jogos foram analisados.

Tabela 1. Média e desvios-padrão referentes aos graus de amplitudes de abdução de ombro nas condições em que os jogos foram analisados.

	Nível Básico	Nível Intermediário	Nível Avançado
Peso (MSD)	56,44° ($\pm 16,35$)	56,67° ($\pm 20,07$)	68,17° ($\pm 20,16$)
Peso (MSE)	63,94° ($\pm 36,60$)	56,83° ($\pm 17,62$)	68,89° ($\pm 19,17$)
Sem peso (MSD)	59,06° ($\pm 16,82$)	60,83° ($\pm 23,52$)	62,39° ($\pm 15,99$)
Sem peso (MSE)	70,28° ($\pm 24,84$)	59,17° ($\pm 11,87$)	61,39° ($\pm 18,57$)

Nota: MSD: Membro superior direito; MSE: Membro superior esquerdo.

Discussão

A adição de peso às atividades com jogos virtuais foi selecionada em função de a literatura apontar que o uso deste tipo de sobrecarga em membros superiores estimula o sistema nervoso central a criar estratégias de adaptação e modulação quanto à posição e velocidade do movimento dos segmentos corporais²⁴. Santos *et al.*²⁹, estudando crianças portadoras de Síndrome de Down, mostrou que a adição de peso em tornozelo melhora o padrão de movimento, frequência de contato e desempenho da tarefa, com consequente ganho na força muscular, resistência e melhora do controle de movimento. Entretanto, nossos resultados não encontraram diferenças na amplitude de movimento de abdução de ombro. Isso pode ter acontecido pelo fato de que a DP causa uma disfunção hipocinética da motricidade e, portanto, a adição de peso nestes casos pode não influenciar o movimento, nem o tornar mais preciso em relação à força e senso de posição articular^{30,31}.

A adição de pesos nos membros durante as atividades de reabilitação é bastante usada em pessoas com dificuldades de coordenação, pois favorece a estabilidade articular e, consequentemente, o movimento³². Em estudo realizado por Coscia *et al.*³³ em indivíduos saudáveis, foi demonstrado que atividade dos músculos responsáveis pela elevação do ombro é maior com o uso do peso nos braços, evidenciando uma relação entre a atividade muscular e o peso, mas não se sabe se isso relaciona-se com diferenças na amplitude de movimento. Em adição, não foram encontrados na literatura estudos que mostrassem a influência do uso de peso na amplitude de movimento dos membros superiores de indivíduos com DP.

Na Doença de Parkinson, além dos movimentos se manifestarem de forma lenta, há a presença de rigidez muscular³⁴, o que, com ou sem o uso do peso, torna a movimentação voluntária mais difícil. Assim, durante a execução dos jogos virtuais, os indivíduos tiveram que vencer, além da ação da gravidade, a carga extra imposta ao movimento de abdução de ombro, o que, possivelmente dificultou a execução da tarefa pela necessidade de maior geração de força muscular. Deste modo, os indivíduos com DP podem encontrar maior dificuldade no desempenho motor de membros superiores com o uso do peso, o que pode ter influenciado nos resultados em nível básico e intermediário. Em nível

avanzado, no entanto, os resultados mostraram que a amplitude alcançada com peso foi maior do que sem peso. Este achado pode ser justificado pelo fato do nível avanzado do jogo estimular mais a abdução de ombro, haja vista os maiores obstáculos nos movimentos de alcance.

Outro fator que pode ter influenciado a resposta da amplitude de movimento de abdução de ombro frente à adição de carga é o montante de peso adicionado. Estudos mostram que cargas leves como, por exemplo, 5% do peso corporal, não são suficientes para um estímulo proprioceptivo a ponto de ativar os mecanorreceptores articulares e, influenciar na melhora da precisão do movimento de membros superiores, podendo influenciar somente quanto à velocidade do mesmo³⁵. Em contrapartida, Dias *et al.*²³, mostram que cargas baixas podem influenciar a qualidade do movimento. No presente estudo nós determinamos a carga adicionada por meio do estudo piloto realizado, levando em consideração o conforto dos indivíduos ao realizarem as tarefas propostas, haja vista que não dispomos de estudos progressos na literatura que direcionem ou subsidiem o uso de carga em membros superiores para indivíduos com DP.

Os jogos de realidade virtual podem ser adaptados ao uso terapêutico, pois a medida que ocorre uma melhora no desempenho do jogo, o nível de dificuldade da tarefa pode ser modificado com a finalidade de promover maior desafio motor com conseqüente aprimoramento das habilidades exigidas³⁶. Sin e Lee³⁷ evidenciaram melhora na amplitude de movimento em abdução, extensão e flexão de ombro de participantes após acidente vascular encefálico com o uso da realidade virtual e levantaram a hipótese de que esse resultado pode ter sido devido à intervenção, que foi repetitiva, intensa e objetiva. Da mesma maneira, Mouawad *et al.*¹⁷, usou realidade virtual por 14 dias, com duração de 30 a 180 minutos além da prática monitorada em casa, o que resultou na melhora da amplitude de movimento do membro afetado de todos os indivíduos após acidente vascular cerebral, influenciando de forma benéfica nas atividades funcionais.

Nossos resultados mostraram que não houve diferença significativa na amplitude de movimento de abdução de ombro dos indivíduos com DP nos diferentes níveis de jogos virtuais propostos. Este resultado pode ter sido conseqüência do caráter transversal e observacional do presente estudo, que não permitiu a ocorrência do fenômeno neurológico denominado neuroplasticidade, no qual quanto mais intenso e repetitivo o movimento, mais conexões neurais entre as células nervosas podem acontecer e, com isso, estimular o processo de aprendizagem motora, o que posteriormente pode influenciar a melhora da motricidade³⁸.

Este estudo apresenta algumas limitações, as quais devem ser consideradas na interpretação dos resultados. Um dos principais fatores limitantes é o fato de não haver referências que avaliem o uso de carga em membros superiores durante a execução de jogos virtuais em indivíduos com DP. Deste modo, não tivemos em nosso estudo nenhum parâmetro de comparação em relação à sobrecarga e protocolos, sendo este, portanto, um estudo pioneiro que pode servir de direcionamento para futuros estudos da área. Além disso, por ser um estudo transversal, nós avaliamos o impacto do efeito agudo dos jogos virtuais na amplitude de movimento de abdução de ombro, o que não permitiu o ganho de capacidades físicas capazes de influenciar verdadeiramente no desempenho da tarefa. Outras articulações que atuam no movimento dos membros superiores poderiam ser analisadas, haja vista que a amplitude de movimento solicitada durante a execução dos jogos virtuais está diretamente relacionada à tarefa requerida pelo jogo, o que influencia diretamente a amplitude de movimento necessária para realizá-la. Destacamos também o tamanho reduzido da amostra, por tratar-se de uma amostra de conveniência e sugerimos que novos estudos sejam feitos com amostras baseadas em cálculo amostral.

Conclusões

A adição de carga e os diferentes níveis de dificuldade dos jogos virtuais não promovem mudanças significativas na amplitude de movimento de abdução de ombro de indivíduos com DP. Sugerimos que novos estudos

sejam realizados, envolvendo a análise de um maior número de ferramentas biomecânicas, bem como outras articulações e movimentos de grande impacto sobre a funcionalidade de membros superiores.

Referências

1. Takeuti T, *et al.* Correlação entre equilíbrio e incidência de quedas em pacientes portadores de doença de Parkinson. *Revista Neurociências*. 2011; 19(2): 237-243.
2. World Health Organization. *Dementia: A Public Health Priority*. Reino Unido; 2012.
3. Hechtner CM, *et al.* Quality of life in Parkinson's disease patients with motor fluctuations and dyskinesias in five European countries. *Parkinsonism Relat. Disord.* 2014; 20(9): 969-974.
4. Erin R, Hershey T. Everyday Executive Function Is Associated With Activity Participation in Parkinson Disease Without Dementia. *OTJR (Thorofare N J)*. 2011; 31(1): 16-22.
5. Lamônica DAC. Distúrbios da comunicação em pacientes portadores da doença de Parkinson. *Revista Mimesis*. 1997; 18(1): 109-118.
6. Proud EL, Morris ME. Skilled hand dexterity in Parkinson's disease: effects of adding a concurrent task. *Am Arch Rehabil Ther.* 2010; 91(5): 794-799.
7. Haaxma CA, *et al.* Timed motor tests can detect subtle motor dysfunction in early Parkinson's disease. *J Clin Mov Disord.* 2010; 25(9): 1150-1156.
8. Sturkenboom I, *et al.* *Guidelines for Occupational Therapy in Parkinson's Disease Rehabilitation*. Nijmegen; The Netherlands/Miami. 2008
9. Jankovic J. Parkinson's disease: clinical features and diagnosis. *Psychiatr Neurol Neurochir.* 2008; 79(4): 368-376.
10. Marsden CD. Parkinson's disease. *Psychiatr Neurol Neurochir.* 1994; 57(6): 672-681.
11. Mirelman A, *et al.* Virtual Reality for Gait Training: Can It Induce Motor Learning to Enhance Complex Walking and Reduce Fall Risk in Patients With Parkinson's Disease? *J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.* 2011; 66(2): 234-240.
12. Pollyeverlin RR, Defavari AH, Brandão PS. Estudo da viabilidade da utilização do Kinect como ferramenta no atendimento fisioterapêutico de pacientes neurológicos. *XI SBGames, Brasília*: 2012; p.16-22.
13. Rezende F, *et al.* Simulador cirúrgico e realidade virtual no ensino de cirurgia de catarata. *Rev Bras Oftalmol.* 2012; 71(2): 147-148.
14. Esculier JF, *et al.* Home-Based balance training programme using Wii Fit with balance board for Parkinson's Disease: A pilot study. *Journal of Rehabilitation Medicine.* 2012; 44(2): 144-150.
15. Koeppe MJ, *et al.* Evidence for striatal dopamine release during a video game. *Nature [s.l.]*. 1998; 393(6682): 266-268: 1998.
16. Galna B, *et al.* Retraining function in people with Parkinson's disease using the Microsoft kinect: game design and pilot testing. *J Neuroeng Rehabil.* 2014; 14(1): 60.
17. Mouwad MR, *et al.* Wii- based movement therapy to promote improvid upper extremity function post-stroke: A pilot study. *Journal of Rehabilitation Medicine.* 2011; 43(6): 527-533.
18. Souza LB, *et al.* Uso de um ambiente de realidade virtual para reabilitação de acidente vascular encefálico. *Acta Fisiátrica.* 2011; 18(4): 217-221.
19. MA Hui-Ing, *et al.* Trunk-arm coordination in reaching for moving targets in people with Parkinson's disease: Comparison between virtual and physical reality. *Human Movement Science.* 2012; 31(5): 1340-1352.
20. Mendes FAS, *et al.* 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(3): 217-223.
21. Barry G, Galna B, Rochester L. The role of exergaming in Parkinson's disease rehabilitation: a systematic review of the evidence. *J Neuroeng Rehabil.* 2014; 11(33): 1-10.
22. Bastian AJ. Abnormal Control of Self-Generated and External Forces. *Ann N Y Acad Sci.* 2002; 978: 16-27.
23. Dias ML, *et al.* Efeito do peso para membros inferiores no equilíbrio estático e dinâmico nos portadores de ataxia. *Acta Fisiátrica.* 2009; 16(3): 116-120.

24. Aruin A, Shiratori T. Anticipatory postural adjustments while sitting: The effects of different leg supports. *Exp Brain Res*. 2003; 151(1): 46-53.
25. Hoehn MM, Yahr MD. Parkinsonism: onset, progression and mortality. *Neurology* 1967; 17: 427-442.
26. Barros RML, *et al.* Desenvolvimento e avaliação de um sistema para análise cinemática tridimensional de movimentos humanos. *Sociedade Brasileira de Engenharia Biomédica*, [s.l.]. 1999; 15(1-2): 79-86.
27. Dutton M. *Fisioterapia Ortopédica: Exame, Avaliação e Intervenção*. São Paulo: Artmed; 2010. O complexo do ombro; p. 470-554.
28. Bienfait M. *As bases da fisiologia da terapia manual*. São Paulo: Summus Editorial; 2000. O membro superior; p. 143-152.
29. Santos GL, *et al.* Influence of additional weight on the frequency of kicks in infants with Down syndrome and infants with typical development. *Braz J Phys Ther*; 2014; 18(3): 237-246.
30. Gordon J, Ghez C. Muscle receptors and spinal reflexes: the stretch reflex. In: Kandel ER, Schwartz JH, editores. *Principles of Neural Science*. New York: Elsevier Science; 1985. p. 443-456.
31. Carew TJ, Ghez C. Muscles and muscle receptors. In: Kandel ER, Schwartz JH, *Principles of Neural Science*. New York: Elsevier; 1985. p. 443-456.
32. Dionísio J, *et al.* Influência do peso adicional nos chutes de lactentes pré-termo e de termo. *Fisioterapia em Movimento*. 2012; 25(2): 361-368.
33. Coscia M, *et al.* The effect of arm weight support on upper limb muscle synergies during reaching movements. *Journal of Neuro Engineering and Rehabilitation*. 2014; 11(1): 1-15.
34. Ferreira FV, Cielo CA, Trevisan ME. Aspectos respiratórios, posturais e vocais da doença de parkinson: considerações teóricas. *Revista CEFAC*. 2011; 13(3): 534-540.
35. Brindle TJ, *et al.* The Influence of External Loads on Movement Precision During Active Shoulder Internal Rotation Movements as Measured by 3 Indices of Accuracy. *J Athl Train*. 2006; 41(1): 60-66.
36. Pastor I, Hayes HA, BAMBERG SJM. A Feasibility Study of an Upper Limb Rehabilitation System Using Kinect and Computer Games. 34th Annual International Conference of the IEEE EMBS. 2012. p.1286-1289.
37. Sin H, Lee GC. Additional Virtual Reality Training Using Xbox Kinect in Stroke Survivors with Hemiplegia. *Am J Phys Med Rehabil*. 2013; 92(10): 871-880.
38. Pompeu JE, *et al.* Feasibility, safety and outcomes of playing Kinect Adventures!™ for people with Parkinson's disease: a pilot study. *Physiotherapy*. 2014; 100(2): 162-168.