

O VIDEOGAME COMO FERRAMENTA NA MELHORA DE MARCHA E EQUILÍBRIO EM PACIENTES COM DOENÇA DE PARKINSON

THE GAME AS A TOOL IN IMPROVEMENT MARCHING AND EQUILIBRIUM IN PATIENTS WITH PARKINSON'S DISEASE

Luciana M. P. Santos¹
José M. Montiel²
Juliana F. Cecato¹
Daniel Bartholomeu³
Flávia O. Aramaki¹
Felipe Mendes⁴
José E. Martinelli¹

¹ Faculdade de Medicina de Jundiaí

² Centro Universitário FIEO – UNIFIEO

³ Centro Universitário Salesiano, Americana – Unisal

⁴ Universidade de Brasília

Sobre os autores

Luciana M. P. Santos

Faculdade de Medicina de Jundiaí

José M. Montiel

Centro Universitário FIEO,
UNIFIEO

Email: montieljm@hotmail.com

Juliana F. Cecato

Faculdade de Medicina de Jundiaí

Daniel Bartholomeu

Centro Universitário Salesiano,
Americana – Unisal

Flávia O. Aramaki

Faculdade de Medicina de Jundiaí

Felipe Mendes

Universidade de Brasília

José E. Martinelli

Faculdade de Medicina de Jundiaí

RESUMO

A Doença de Parkinson (DP) é a segunda doença neurodegenerativa mais comum que acomete o Sistema Nervoso Central. Apresenta alterações das funções motoras e cognitivas como incapacidade de tomar decisões e de controle da atenção, particularmente para execução entre duas tarefas muito comuns nas situações reais do cotidiano. Objetivo: Testar a capacidade de melhora da marcha e equilíbrio em pacientes com Doença de Parkinson, por meio de treinamento com os jogos do vídeo game Nintendo Wii®. Metodologia: Foram avaliados 4 pacientes com diagnóstico clínico de Doença de Parkinson, com idade variando entre 50 e 85 anos, de ambos os sexos. Resultados: Observa-se que os jogos *Table Tilt Plus*, *Balance Bubble Plus* e *Big Top Juggling* mostraram resultados mais promissores a respeito da capacidade de aprendizagem, e os jogos *Ski Slalom* e *Snowball Fight* apresentaram uma aprendizagem mais lenta. Conclusão: Os pacientes com DP foram capazes de aprender a maioria dos jogos propostos e mesmo que haja habilidades prejudicadas pela doença a maioria teve seu desempenho melhorado por meio do treino com o auxílio da realidade virtual e suas demandas cognitivas e motoras.

Palavras-chave: Doença de Parkinson; Cognição; Marcha; Aprendizagem.

ABSTRACT

Parkinson's disease (PD) is the second most common neurodegenerative disease that affects the central nervous system. Presents changes in motor and cognitive functions such as inability to make decisions and control of attention, particularly for running between two very common tasks in real situations of everyday life.

Objective: To test the ability to improve gait and balance in patients with Parkinson's disease, through training with video games Nintendo Wii ® game. **Methodology:** A total of 4 patients with a clinical diagnosis of Parkinson's disease, aged between 50 and 85 years, of both sexes. **Results:** It was observed that the games Table Tilt Plus, Balance Bubble Plus and Big Top Juggling showed most promising results regarding the ability of learning and games Slalom Ski Snowball Fight and showed a slower learning. **Conclusion:** It patients with PD were able to learn most of the games offered and even if there are skills most affected by the disease had its performance improved by training with the help of virtual reality and its demands cognitive and motor.

Keywords: Parkinson's Disease, Cognition; March; learning.

1 – INTRODUÇÃO

A Doença de Parkinson (DP) é a segunda doença neurodegenerativa mais comum que acomete o Sistema Nervoso Central (SNC), depois da Doença de Alzheimer, e tem como principal fator de risco o envelhecimento. Afeta mais de 1% da população idosa e pode chegar a 50% dos indivíduos acima de 85 anos, que exibem algum sinal sugestivo da doença. Apesar do tratamento é uma doença progressiva, incapacitante e que causa sofrimento tanto para os familiares quanto para o próprio paciente (Redmond et al, 2010; Shi et al, 2010). A DP acontece por degeneração do neurônio dopaminérgico situado na Substância Negra do mesencéfalo rostral devido ao esgotamento precoce e não programado desses neurônios, que resulta na redução da produção de dopamina. Em consequência, ocorre a mudança na transmissão de informações simpáticas no circuito córtico-basal-tálamo-cortical e assim, desencadeia alterações nos aspectos motores como bradicinesia e hipocinesia, que podem ser vistos frequentemente na marcha. Além disso, pode ocorrer solidificação motora, rigidez, tremor em repouso, instabilidade postural, incoordenação e dificuldade de fala e de deglutição. Em adição a isso, existe ainda as disfunções cognitivas como pode-se citar a incapacidade de tomar decisões e da atenção, particularmente para execução entre duas tarefas, bem como nas funções emocionais como o controle da motivação e depressão (Rochester et al, 2007; Redmond et al, 2010; Shi et al, 2010).

Existem manifestações onde os sintomas cognitivos são frequentemente presentes no momento do diagnóstico e auxiliam fortemente para a deficiência de uma maneira mais rápida da doença. Além disso, existe perda de

integridade da dopamina nigrostriatal para o estriado e entre outras partes do cérebro que assemelham ser responsáveis pelos aspectos motores (Horstinka et al, 2006; Rochester et al, 2007; Redmond et al, 2010; Shi et al, 2010). A marcha atualmente é vista como um comportamento motor que sofre influências de processos mentais superiores e cujo controle pode ser influenciado pelo chamado “dual-task”, ou seja, dupla-tarefa. Provavelmente, a soma das deficiências provocadas pela DP, agregada com o comprometimento da capacidade de atenção para realizar multitarefas simultâneas, muito comum nas situações reais do cotidiano, possam ajudar para o aumento da incidência de quedas durante a execução de suas atividades do cotidiano (Bruin et al, 2010; Yogev et al, 2008; Hälbjg et al, 2009).

Em relação ao tratamento para estes pacientes, várias pesquisas recentes têm mostrado que a reabilitação por meio da realidade virtual (RV), utilizando pistas externas, tem contribuído de maneira significativa para a melhora da programação dos movimentos desse pacientes, no entanto, são necessários novos estudos que possam avaliar como isso, de fato, se processa (Hälbjg et al, 2008; Bruin et al, 2010). Por meio da RV permite-se que os pacientes interajam com uma realidade tridimensional simulado em tempo real e de maneira natural e realista. Tem como vantagem proporcionar a chance de repetição intensiva de tarefas com resposta imediata, não impondo qualquer tipo de ameaça ou limitações físicas, permite escalar em diferentes níveis de dificuldade na realização da tarefa e de aumentar a interação dinâmica do paciente com a dupla-tarefa, por ressaltar aspectos de informação em tempo real, e também desenvolve categorias que promovem a reorganização funcional dos sistemas motores e pré-motores, por meio do engajamento das áreas motoras não lesadas ou pelo recrutamento de

redes neuronais alternativas, peri ou contra lesionais, características difíceis de se atingir no mundo real (Cameirão et al, 2010; Fong et al, 2010). Neste contexto, a necessidade de entendimento das modificações provocadas em sequela da DP é de fundamental importância para ampliar e promover os recursos terapêuticos, visto que, apesar dos avanços no tratamento farmacológico e cirúrgico, os comprometimentos na marcha e no equilíbrio ainda persistem (Nieuwboer et al, 2007). Neste sentido o presente estudo tem como objetivo testar a capacidade de melhora da marcha e equilíbrio em pacientes com Doença de Parkinson, por meio de treinamento baseado em realidade virtual, utilizando cinco jogos do vídeo game Nintendo Wii®, buscando analisar a capacidade de aprendizado antes e após o treinamento.

2 – MÉTODO

Trata-se de um estudo clínico e longitudinal em que foram avaliados 4 pacientes com diagnóstico clínico de Doença de Parkinson, em uso de medicação dopaminérgica, com idade entre 50 e 85 anos, de ambos os sexos, com estadiamento da doença entre 1,0 e 2,5 pontos pela escala de Hoehn & Yahr modificada (Goulart e Pereira, 2005), apresentando acuidades visual e auditiva normais ou corrigidas e nível de escolaridade mínima de quatro anos. Os participantes passaram por triagem inicial, questionários sobre aspectos motores ligados à marcha, além de testes neuropsicométricos, como o Mini Exame do Estado Mental (MEEM) (teste de rastreio que avalia as funções cognitivas como memória, atenção, concentração, linguagem, cálculo e praxia) e a Escala de Depressão Geriátrica (EDG), e de avaliação específica da marcha que incluem entre outros o teste de marcha de 30 segundos associado à dupla-tarefa motor e o índice de andar dinâmico.

Em seguida eles foram submetidos ao treino de realidade virtual com auxílio do Nintendo Wii®, por meio dos jogos *Table Tilt Plus*, *Ski Slalom*, *Snowball Fight*, *Balance Bubble Plus* e *Big Top Juggling*. Esses jogos demandam tomadas de decisões, planejamento, imitação e memória operacional e todos estabelecem a execução de dupla-tarefa. Como critérios de

Inclusão utilizou-se somente pacientes com: (1) Diagnóstico clínico da Doença de Parkinson efetivado por um médico; (2) Em uso de medicação dopaminérgica; (3) Estadiamento da Doença de Parkinson entre 1,0 e 2,5 pontos de acordo com a escala de Hoehn & Yahr; (4) Acuidade visual normal ou corrigida para a normalidade e boa acuidade auditiva; e (5) Nível de escolaridade mínima de quatro anos. Foram excluídos da pesquisa pacientes com alterações biomecânicas (patologias ortopédicas) que comprometessem a realização dos treinos; distúrbios neurológicos além da Doença de Parkinson e comprometimento visual severo. Todos os pacientes desta pesquisa foram voluntários e concordaram em participar mediante a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido. A Pesquisa foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética da Anhanguera Educacional, sob protocolo 2342/ 2011.

Procedimento

Avaliação Inicial

Escala Unificada de Avaliação da Doença de Parkinson (UPDRS) analisada por meio de autorelato e da observação clínica. Apresenta 42 itens, divididos em quatro partes que constituem a atividade mental, comportamento e humor, atividades de vida diária (AVDs), avaliação motora e complicações da terapia medicamentosa. O escore de cada item varia de 0 a 4, onde o máximo valor indica maior comprometimento pela doença (Goulart e Pereira, 2005). *Freezing of Gait Questionnaire* (FOG) foi utilizado como o intuito de avaliar a gravidade do congelamento da marcha (Giladi et al, 2009). Compõe um questionário de seis perguntas que devem ser respondidas pelo paciente sobre suas impressões pessoais a respeito dos episódios de congelamento ocorridos. A pontuação também varia entre 0 a 4 pontos e quanto maior o escore, maior o comprometimento causado pelos episódios de congelamento. O Índice do Andar Dinâmico (IAD) que analisa a mobilidade funcional e tem como propósito verificar e documentar a capacidade de mudança da marcha de idosos em respostas a alterações em certas atividades. Constitui oito tarefas que envolvem a marcha em diferentes contextos sensoriais, incluindo superfície plana, mudança de velocidade e movimentação da cabeça (Castro, 2006). Com escores variando entre 0 a 24 obtidos por meio

da somatória de uma escala Likert de 0 a 3 pontos.

Treinamentos

Os participantes realizaram 6 sessões de treinamento, uma vez por semana, sempre no mesmo período do dia, que consistiu em 30 minutos de exercícios para os quais se utilizará o vídeo game Nintendo Wii® e cinco jogos de seu pacote denominado Wii Fit Plus®. Cada sessão consta de cinco jogos e duas repetições de cada jogo. Sendo que todos os jogos selecionados apresentam uma demanda motora e uma demanda cognitiva. Os jogos propostos foram: *TABLE TILT PLUS* exige deslocamentos do centro de gravidade em todas as direções, de forma lenta e controlada, com base de sustentação normal e sem mover os pés; *SKI SLALOM* que exige deslocamentos laterais, de forma lenta e controlada, com base normal e sem mover os pés; *SNOWBALL FIGHT* demanda deslocamentos laterais com base normal e sem mover os pés; *BALANCE BUBBLE PLUS* demanda deslocamentos em todas as direções com base normal e sem mover os pés; *BIG TOP JUGGLING* que exige deslocamentos laterais com base normal e sem mover os pés, de forma rápida e com rápidas

mudanças de direção ao mesmo tempo em que se realizam pequenos movimentos dos membros superiores (flexões e extensões de cotovelos, com punhos e antebraços em posição neutra e cotovelos junto ao corpo).

3 – RESULTADOS

Pode-se observar que a média de idade do grupo foi de 71,25 anos (mínimo = 61; máximo = 85; desvio padrão [dp] = 10,4). Em relação ao gênero, três eram do sexo masculino e um do sexo feminino. Quanto ao tempo de doença, notou-se a média de 6,5 anos (mínimo = 4; máximo = 10; desvio padrão [dp] = 3) e quanto à escala de estadiamento da doença observou-se a média de 2,25 (mínimo = 2; máximo = 2,5; desvio padrão [dp] = 0,28). A respeito da escolaridade foi observado que todos os pacientes apresentavam entre 4-8 anos de estudo. E, pode-se verificar que a média no MEEM foi igual a 26 (mínimo = 24; máximo = 28; [dp] = 2,06). Acerca da pontuação na EDG (GDS-15), verifica-se uma média de 8,5 (mínimo = 0; máximo = 14; [dp] = 5,97) como mostra a Tabela 1.

Tabela 1. Média e Desvio Padrão das informações gerais e doença dos participantes.

Dados	Média e Desvio Padrão
Idade (anos)	71,25 (10,4)
Tempo de DP (anos)	6,5 (3)
Escala de Estadiamento da DP	2,25 (0,28)
MEEM	26,5 (2,06)
GDS-15	8,5 (5,97)

A Tabela 2 mostra a diferença dos valores das pontuações obtidas na primeira (S1) e na sexta sessão (S6) de treino e a diferença entre elas, referente a cada jogo dos quatro participantes do grupo experimental e as tabelas 3-6 expõe o desempenho de cada participante individualmente. Pode-se observar que cada jogo apresenta uma forma diferente de expor seus resultados, e que de maneira geral, todos os

participantes apresentaram alguma melhora nos escores, exceto três participantes, um apresenta valor negativo de um escore, e os outros dois apresentam valores nulos em jogos distintos. Além disso, nota-se que o desempenho de cada jogador não é uniforme em relação aos jogos, ou seja, o ganho não ocorre na mesma proporção nos cinco jogos do mesmo participante.

Tabela 2. Comparação dos resultados entre a primeira e sexta sessões e a diferença das pontuações obtidas entre os treinamentos de S1 e S6.

Comparação dos resultados entre S1 e S6 e diferença entre as sessões												
Jogos	P1			P2			P3			P4		
	S1	S6	S6-S1	S1	S6	S6-S1	S1	S6	S6-S1	S1	S6	S6-S1
SKI SLALOM	63	56	7	42	56	14	49	49	0	56	77	21
TABLE TILT PLUS	20	30	10	20	30	10	10	30	20	10	30	20
BALANCE BUBBLE PLUS	240	300	60	397	600	203	95	797	702	599	784	182
BIG TOP JUGGLING	9	55	46	6	154	148	1	87	86	5	15	10
SNOWBALL FIGHT	5	5	0	10	7	-3	1	5	4	5	6	1

Quanto ao desempenho de cada participante em relação às intersessões e em cada jogo, percebe-se que existe diferenças de aprendizagem entre os jogos e entre as sessões. Em relação ao *SKI SLALOM* nota-se que houve uma oscilação significativamente grande no desempenho da maioria dos participantes, no entanto, essas variações diminuíram ao longo das sessões e de maneira geral, mostram-se positiva, exceto o

sujeito 1 (Figura 1). Já no jogo *TABLE TILT PLUS*, mesmo havendo variações no desempenho dos sujeitos, pode-se notar que todos os participantes apresentaram um índice satisfatório de aprendizagem, visto que a curva do gráfico apresenta-se em ascendência, além da manutenção do desempenho do sujeito 2 (Figura 2).

Figura 1. Jogo *SKI SLALOM* – desempenho de cada sujeito ao longo das seis sessões.

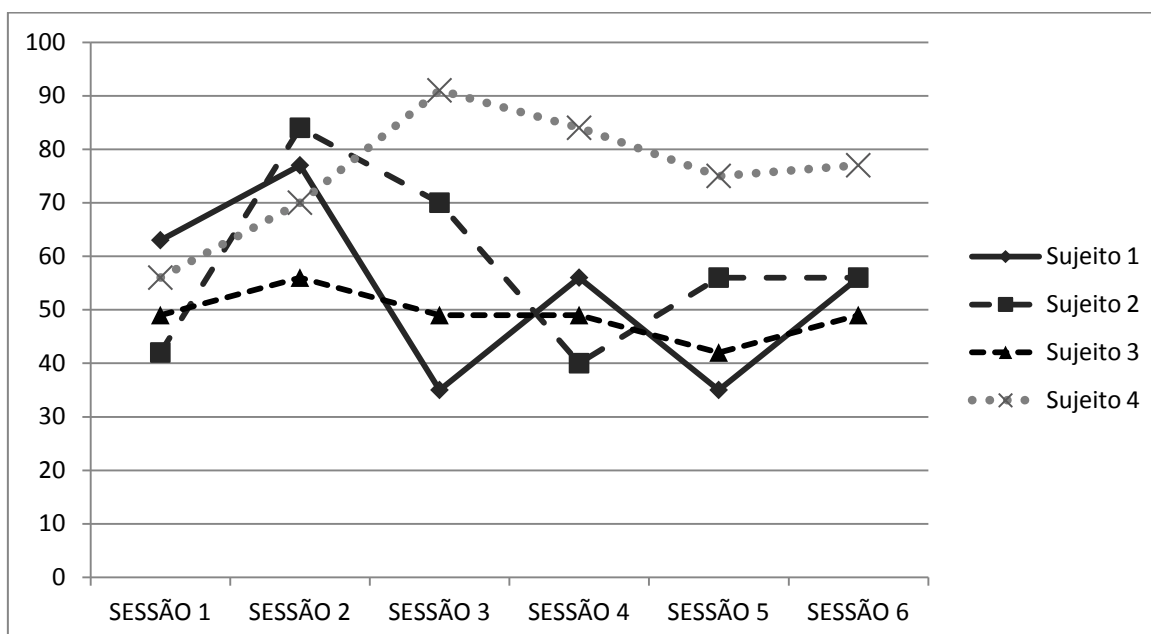
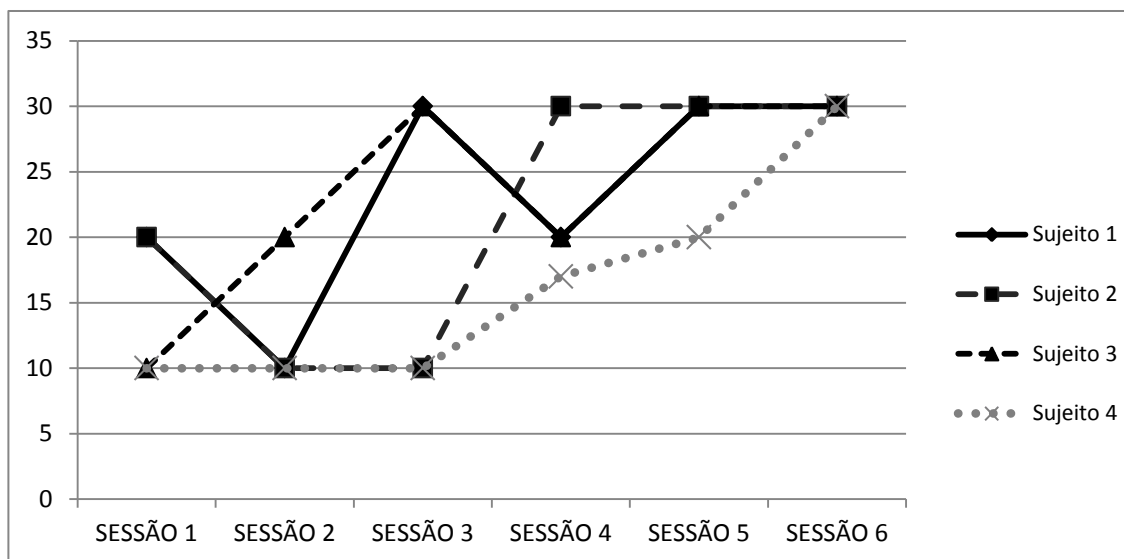


Figura 2. Jogo *TABLE TILT PLUS* – desempenho de cada sujeito ao longo das seis sessões.



Ao analisar o resultado dos participantes no jogo *BALANCE BUBBLE PLUS*, observa-se que os quatro participantes exibem dados positivos ao final da sexta sessão, embora tenham manifestado expressivas oscilações ao longo de cada terapia (Figura 3). Em relação ao *BIG TOP JUGGLING* houve divergência entre os participantes, pois três mostraram ganhos e um sujeito não apresentou ganho. Todavia, ainda que o sujeito 2 tenha manifestado pior desempenho quando comparado a S1 e S6, mostrou bom desempenho na primeira sessão, teve um decréscimo na segunda e que manteve mas outras, no entanto, melhorou na última

terapia (Figura 4). E em relação ao jogo *SNOWBALL FIGHT*, é possível perceber que mesmo havendo oscilação no desempenho dos sujeitos houve aprendizado de todos os participantes, com destaque para o número 2 (Figura 5). Ou seja, diante dos resultados obtidos até no presente momento notou-se que os jogos *Table Tilt Plus*, *Balance Bubble Plus* e *Big Top Juggling* mostraram resultados mais promissores a respeito da capacidade de aprendizagem, e os jogos *Ski Slalom* e *Snowball Fight* estão apresentando uma aprendizagem mais lenta.

Figura 3. Jogo *BALANCE BUBBLE PLUS* – desempenho de cada sujeito ao longo das seis sessões.

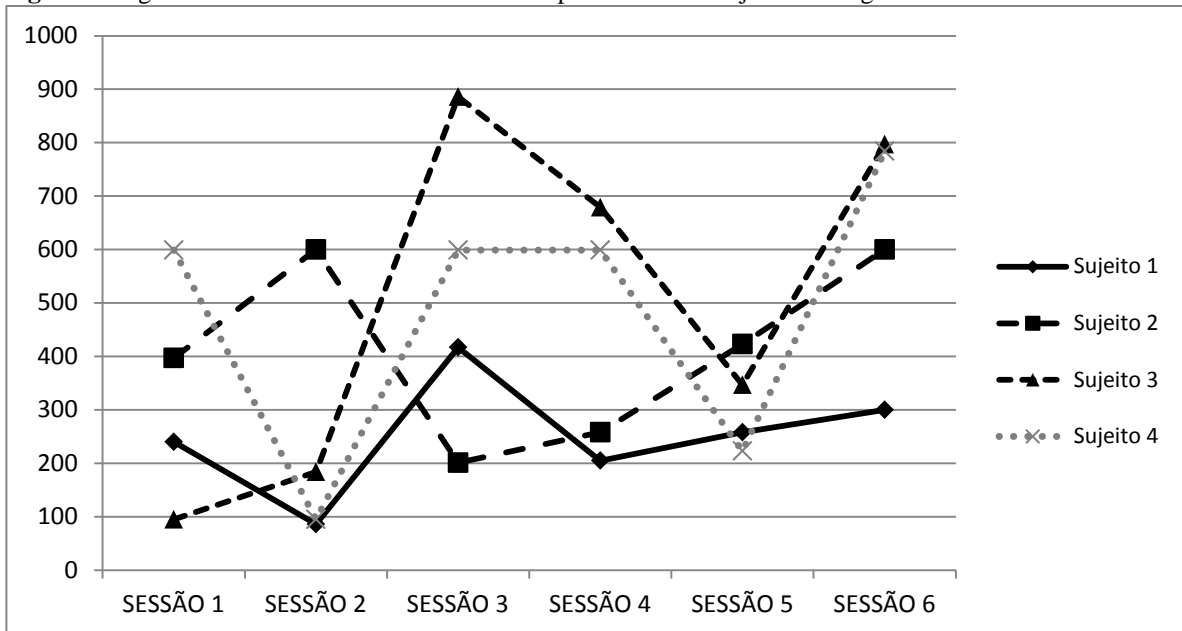


Figura 4. Jogo *BIG TOP JUGGLING* – desempenho de cada sujeito ao longo das seis sessões.

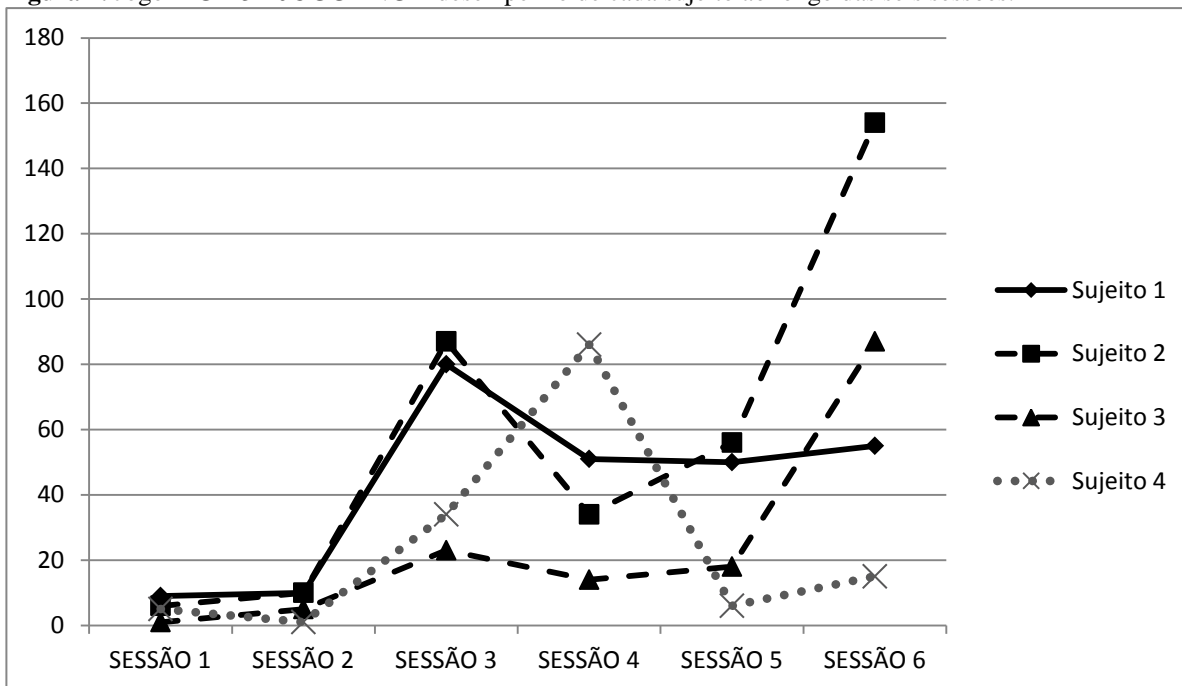
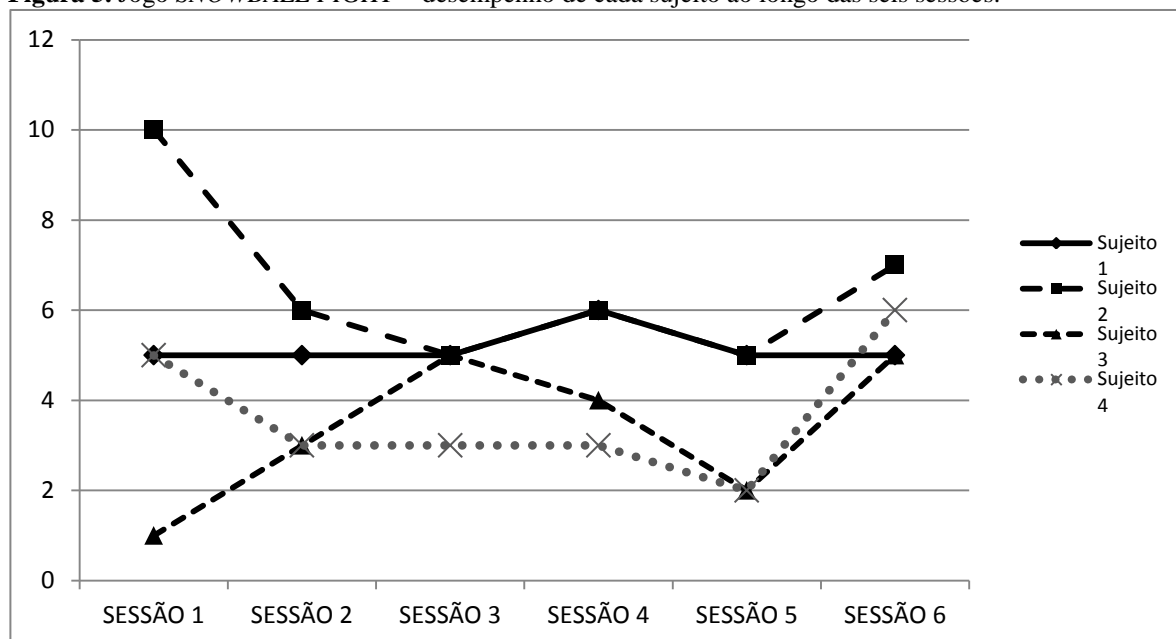


Figura 5. Jogo *SNOWBALL FIGHT* – desempenho de cada sujeito ao longo das seis sessões.



4- DISCUSSÃO

O objetivo desta pesquisa foi testar a capacidade de melhora da marcha e equilíbrio em pacientes com Doença de Parkinson, bem como, avaliar a capacidade de aprendizado por meio de treinamento baseado em realidade virtual, utilizando cinco jogos do vídeo game Nintendo Wii®, com diferentes demandas cognitivas e motoras. De acordo com Labutta et. al. (1994), Agostino et. al. (1996), Behrman et. al., (2000), Pendt et. al., (2011) e Pavão et. al. (2012) afirmam que a perda cognitiva está presente desde o início na doença de Parkinson. Contudo, pode-se observar com base nos resultados obtidos nesta pesquisa que os participantes apresentaram capacidade de aprendizagem na maioria dos jogos, ao longo das sessões, particularmente em condições que requeiram treino de dupla-tarefa. Esses resultados corroboram com dados da literatura e avigoram a afirmativa de que a capacidade de aprendizagem de pacientes com DP está preservada e que quase não há cessação de aquisição de conhecimento, principalmente se exigidas em forma de dupla-tarefa (Landers et al, 2005; Pavão et al, 2012; Mendes, 2012).

Os jogos *Table Tilt Plus*, *Balance Bubble Plus* e *Big Top Juggling* foram os que mais evidenciaram melhora no desempenho dos sujeitos, envolvendo necessidade de

deslocamentos do centro de gravidade em diferentes velocidades e direções exigindo assim, controle do equilíbrio de maneira dinâmica. Há estudos que evidenciam o comprometimento do controle dinâmico do equilíbrio logo nos estágios iniciais da DP (Stacks et al, 2005, Yang et al, 2008; Suarez et al, 2009), ratificando a importância desses jogos no auxílio dessa alteração. Além disso, todos esses jogos exigiam habilidades cognitivas distintas. No tempo em que o *Big Top Juggling* e *Snowball Fight* exigia a divisão da atenção entre os movimentos dos membros superiores e inferiores, o *Table Tilt Plus*, *Balance Bubble Plus* e *Ski Slalom* requeriam o planejamento dos movimentos para atingir as metas do jogo, sustentação e foco seletivo de atenção frente aos estímulos. Essas exigências foram eleitas para esse estudo, já que na literatura muitos trabalhos revelam que essas habilidades cognitivas, nos pacientes com DP, estão comprometidas desde os estágios iniciais da doença (Campos-Souza et al, 2010; Hackney e Earhart, 2011; Koerts et al, 2011; Solis-Vivanco et al, 2011; Fok et al, 2012; Cameron et al, 2012; Pavão et al, 2012). É importante salientar que após treinamento com os jogos do Nintendo Wi os participantes relataram durante a sessão final com o Nintendo Wi que não apresentaram quedas e de desequilíbrios após o início dos exercícios.

Em relação às oscilações nos resultados para um mesmo indivíduo, provavelmente se deva ao

horário das sessões, ou seja, embora todas as sessões tenham respeitado os mesmos dias da semana e os mesmos períodos do dia para cada paciente, houve terapias em que os horários tiveram pequenas variações devido à adaptação dessa atividade na rotina dos participantes e consequentemente, o período *ON* dos medicamentos possa ter sido afetados. Por isso, essa questão já foi levantada e resolvida a partir da quarta sessão e está sendo observada com maior rigor. É importante lembrar que as pontuações atribuídas pelo pacote do Wii Fit Plus® são instrumentos de medidas confiáveis no que se refere a desempenho de treinamento em sujeitos idosos (Yamanda et al, 2011; Doughert et al, 2011). E que de acordo com estudos similares, os resultados mais específicos de aprendizagem começaram a ser evidenciados a partir da sétima sessão de treinamento (Mendes, 2012).

5- CONCLUSÃO

Pode-se concluir que apesar dos resultados sejam preliminares, até o momento os pacientes com DP foram capazes de aprender a maioria dos jogos que lhe foram propostos e que mesmo que haja habilidades prejudicadas pela doença a maioria pode ter seu desempenho melhorado por meio do treino com o auxílio da realidade virtual e suas demandas cognitivas e motoras. Visando contribuir com o tema sugere-se estudo que venham a agregar outros jogos que facilitem a aderência de tais pacientes neste tipo de atividade. Outras particularidades devem ser avaliadas de modo a preencher a lacuna existente entre quais são as condições que propiciam e facilitam este tipo de procedimento, visando que outros indivíduos possam se beneficiar desta ferramenta bem como de outros correlacionados, tais como os sistemas informatizados atualmente que se encontram no cotidiano da maioria da população.

6- REFERÊNCIAS

Agostino R, Sanes JR, Hallett M. Motor skill learning in Parkinson's disease. *J Neurol Sci*, v. 139, n. 2, p. 218-26, 1996.

Behrman AL, Cauraugh JH, Light KE. Practice as an intervention to improve speeded motor

performance and motor learning in Parkinson's disease. *J Neurol Sci*, v. 174, n. 2, p. 127-36, 2000.

Bruin N, Doan JB, Turnbull G, Suchowersky O, Bonfield S, Hu B, Brown LA. Walking with Music Is a Safe and Viable Tool for Gait Training in Parkinson's Disease: The Effect of a 13-Week Feasibility Study on Single and Dual Task Walking. *Parkinsons Dis*, 2010.

Cameirão MS, Badia SB, Oller ED, Verschure PF. Neurorehabilitation using the virtual reality based Rehabilitation Gaming System: methodology, design, psychometrics, usability and validation. *J Neuroeng Rehabil*, v. 22, n. 22, p. 48, 2010.

Cameron IG, Pari G, Alahyane N, Brien DC, Coe BC, Stroman PW, et al.... Impaired executive function signals in motor brain regions in Parkinson's disease. *Neuroimage*, v. 60, n. 2, p. 1156-70, 2012.

Campos-Sousa IS, Campos-Sousa RN, Ataíde Jr. L, Soares MMB, Almeida KJ. Executive dysfunction and motor symptoms in Parkinson's disease. *Arq Neuropsiquiatr*, v. 68, n. 2, p. 246-251, 2010.

Castro, SM, Perracini MR, Ganança FF. Dynamic Gait Index – Brazilian Version. *Rev Bras Otorrinolaringol*, v. 72, n. 6, p. 815-25, 2006.

Dougherty J, Kancel A, Ramar C, Meacham C, Derrington S. The effects of a multi-axis balance board intervention program in an elderly population. *Missouri Medicine*, v. 108, n. 2, p. 128-32, 2011.

Fok P, Farrell M, McMeeken J. The effect of diving attention between walking and auxiliary tasks in people with Parkinson's disease. *Hum Mov Sci*, v. 31, n. 1, p. 236-46, 2012.

Fong KNK, Chow KYY, Chan BCH, Lam KCK, Lee JCK, Li THY, Yan EWH, Wong ATY. Usability of a virtual reality environment simulating an automated teller machine for assessing and training persons with acquired brain injury. *J Neuroeng Rehabil*, v. 30, n. 7, p. 19, 2010.

- Giladi N, Tal J, Azulay T, Rascol O, Brooks DJ, MD, Melamed E, Oertel W, Poewe WH, Stocchi F, Tolosa E. Validation of the Freezing of Gait Questionnaire in Patients with Parkinson's Disease. *Movement Disorders*, v. 24, n. 5, p. 655-61, 2009.
- Goulart F, Pereira LX. Main scales for Parkinson's disease assessment: use in physical therapy. *Fisio e Pesq*, v. 11, n. 1, 2005.
- Hackney ME, Earhart GM. The effects of a secondary task on forward and backward walking in Parkinson's disease. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, v. 24, n. 1, p. 97-106, 2011.
- Hälbig TD, Tse W, Frisina PG, Baker BR, Hollander E, Shapiro H, Tagliati M, Koller WC, Olanow CW. Subthalamic deep brain stimulation and impulse control in Parkinson's disease. *Eur. J. Neurol*, v. 16, n. 4, p. 493-97, 2009.
- Horstinka M, Tolsab E, Bonuccellic U, Deuschild G, Friedmane A, kanovskyf P, Larseng JP, Leesh A, Oerteli W, Poewej W, Rascolk O, Sampaio C. Review of the therapeutic management of Parkinson's disease. Report of a joint task force of the European Federation of Neurological Societies and the Moviment Disorder Society-European Section. Part I: early (uncomplicated) Parkinson's disease. *European Journal of Neurology*, v. 13, n. 11, p. 1170-1185, 2006.
- Koerts J, Van Beilen M, Tucha O, Leenders KL, Brouwer WH. Executive functioning in daily life in Parkinson's disease: initiative, planning and multi-task performance. *PLoS One* 2011, v. 6, n. 12, 2011.
- Labutta RJ, Miles RB, Sanes JN, Hallett M. Motor program memory storage in Parkinson's disease patients tested with a delayed reponse task. *Mov Disord*, v. 9, n. 2, p. 218-22, 1994.
- Landers M, Wulf G, Wallmann H, Guadagnoli MA. An external focus of attention attenuates balance impairment in Parkinson's disease. *Physiotherapy*, v. 91, p. 152-185, 2005.
- Mendes FAS. Aprendizado motor após treinamento baseado em realidade virtual na Doença de Parkinson: efeitos das demandas motoras e cognitivas dos jogos. São Paulo. Doutorado [Tese] - Universidade de São Paulo, 2012.
- Nieuwboer A, Kwakkel G, Rochester L, onesD J, Van Wegen E, Willems AM, Chavret F, Hetherington V, Baker K, Lim I. Cueing training in the home improves gait-related mobility in Parkinson's disease: the RESCUE trial. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, v. 78, n. 2, p. 134-40, 2007.
- Pavão R, Helene AF, Xavier GF. Parkinson's Disease Progression: Implicit Acquisition, Cognitive and Motor Impairments, and Medication Effects. *Front Integr Neurosci*, v. 6, p. 56, 2012.
- Pendt LK, Reuter I, Muller H. Motor Skill Learning, Retention and Control Deficits in Parkinson's Disease. *PLoS ONE*, v. 6, n. 7, 2011.
- Redmond Jr DE, Weiss S, Elsworth JD, Roth RH, Wakeman DR, Bjugstad KB, Collier TJ, Blanchard BC, Teng YD, Synder EY, Sladek Jr JR. Cellular Repair in the Parkinsonian Nonhuman Primate Brain. *Rejuvenation Res*, v. 13, n. 2/3, p. 188-194, 2010.
- Rochester L, Nieuwboer A, Baker K, Hetherington V, Willems AM, Chavret F, Kwakkel G, Wegen EV, Lim I, Jones D. The attentional cost of external rhythmical cues and their impact on gait in Parkinson's disease: effect of cue modality and task complexity. *J Neural Transm*, v. 114, n. 10, p.1243-1248, 2007.
- Shi M, Huber BR, Brain JZ. Biomarkers for Cognitive Impairment in Parkinson Disease. *Brain Pathol*, v. 20, n. 3, p. 660-71, 2010.
- Solis-Vivanco R, Ricardo-Garcell J, Rodríguez-Camacho M, Prado-Alcalá RA, Rodríguez U, Rodríguez-Violante M et al. Involuntary attention impairment in early Parkinson's disease: an event-related potencial study. *Neurosci Lett*, v. 495, n. 2, p. 144-49, 2011.
- Stack E, Ashburn A, Jupp K. Postural instability during reaching tasks in Parkinson's disease. *Physiother Res int*, v. 10, n. 3, p. 146-53, 2005.

Suarez H, Geisinger D, Suarez A, Carrera X, Buzo R, Amarin I. Postural control and sensory perception in patients with Parkinson's disease. *Acta oto-laryngologica*, v. 129, p. 354-60, 2009.

Yamanda M, Aoyama T, Nakamura M, Tanaka B, Nagai K, Tatematsu N, et al. The reliability and preliminary validity of game-based fall risk assessment in community-dwelling older adults. *Geriatr Nurs*, v. 32, n. 3, p. 188-94, 2011.

Yang Y, Tsai M, Chuang T, Sung W, Wang R. Virtual reality-based training improves community ambulation in individuals with stroke: a randomized controlled trial. *Gait Posture*, v. 28, n. 2, p. 201-6, 2008.

Yogev G, Hausdorff JM, Giladi N, MD. The Role of Executive Function and Attention in Gait. *Mov Disord*, v. 23, n. 3, p. 329-472, 2008.