
EDUCAÇÃO FÍSICA

PRISCILA MATIAS FORMAGGIO

**ANÁLISE CINEMÁTICA DA MARCHA LIVRE E ADAPTATIVA DE
PACIENTES COM DOENÇA DE PARKINSON E IDOSOS SADIOS:
EFEITO DA DICA AUDITIVA**

PRISCILA MATIAS FORMAGGIO

**ANÁLISE CINEMÁTICA DA MARCHA LIVRE E ADAPTATIVA DE PACIENTES
COM DOENÇA DE PARKINSON E IDOSOS SADIOS:
EFEITO DA DICA AUDITIVA**

Orientadora: Profa. Dra. Lilian Teresa
Bucken Gobbi.

Co-orientadora: Ms. Natalia Madalena
Rinaldi.

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto de Biociências da
Universidade Estadual Paulista “Júlio de
Mesquita Filho”, campus de Rio Claro, como
requisito para obtenção do grau de Bacharel
em Educação Física.

796.19 Formaggio, Priscila
F723a Análise cinemática da marcha livre e adaptativa de pacientes com
doença de Parkinson e idosos saudáveis: efeito de dica auditiva / Priscila
Formaggio. - Rio Claro : [s.n.], 2012
39 f. : il., gráfs., tabs.

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Educação Física) -
Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro
Orientador: Lilian Teresa Bucken Gobbi
Co-Orientador: Natalia Madalena Rinaldi

1. Educação física adaptada. 2. Doença de Parkinson. 3. Locomoção.
4. Ultrapassagem de obstáculos. 5. Estimulação rítmica. I. Título.

Dedico este trabalho aos meus pais e irmã, como forma de gratidão pelo apoio sempre presente em todos os momentos da minha vida. Amo vocês absurdamente!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao meu Deus, por me amar de forma INCONDICIONAL, por me sustentar com sua maravilhosa graça todos os dias e por se fazer presente em cada detalhe da minha vida. Você é TUDO pra mim e eu serei eternamente grata ao Senhor.

Agradeço também aos meus pais, Eliézer e Elizier, pelo imenso amor, carinho e pela constante dedicação e empenho em me proporcionarem o melhor. Obrigada pelo abraço sempre disponível, pelas conversas, conselhos e por todo direcionamento. Agradeço também à minha querida irmã, Patrícia, pelo carinho, apoio e amizade. Sua competência (acadêmica e profissional) é, para mim, uma grande inspiração!

Muito obrigada, à minha orientadora Profa. Dra. Lilian Gobbi, pela oportunidade e privilégio de ter trabalhado com você durante esses anos de graduação. O conhecimento e a experiência acadêmica transmitidos por você foram essenciais à minha formação!!

Agradeço imensamente, à minha co-orientadora e amiga, Natalia. Obrigada por toda paciência e dedicação que você sempre teve comigo. Obrigada por ter permitido com que eu fizesse parte desse projeto tão rico e que me proporcionou tanto aprendizado! Muito do que eu sou hoje, academicamente, eu devo a você! Suas contribuições, conselhos e ensinamentos foram e continuam sendo fundamentais! Por fim, muito obrigada pela amizade preciosa que pude encontrar em você ao longo desse caminho.

Ainda, gostaria de dizer muito obrigada, à minha querida amiga Rosângela! Serei eternamente grata a você, por toda atenção, carinho, preocupação, cuidado e ajuda a mim dedicados desde a primeira semana de aula de 2009. Foi um privilégio te conhecer, caminhar ao seu lado e aprender com você durante esses anos!

Agradeço aos meus colegas e companheiros do LEPLO (Ellen, Rodrigo, PC, Jet, Luquinha, Fabinho, Paulo, Marcelo, Claudinha, Luana e André), pelas contribuições feitas ao trabalho, ajuda na coleta de dados, troca de experiências, companhia e muitas risadas nos congressos pelo Brasil e Canadá a fora.

Ainda, muito obrigada aos meus amigos de turma e às minhas queridas parceiras de Cia Éxciton, pela caminhada dia a dia, companhia, conversas e por tudo que aprendi com cada um de vocês! Vocês foram fundamentais pra que esses anos fossem os melhores da minha vida!

Agradeço também ao meu namorado, amigo e amor da minha vida, Carlos Eduardo. Muito obrigada por todo apoio e incentivo para que esse trabalho fosse aprovado pela

FAPESP, e também por toda paciência nos momentos de estresse e cansaço, com as inúmeras planilhas e relatórios. Seu suporte foi, é, e será sempre essencial para mim!

Agradeço aos idosos e pacientes com doença de Parkinson, pela participação neste estudo e pela paciência na coleta de dados! Especialmente, aos pacientes com doença de Parkinson, a convivência com vocês foi um aprendizado!

Por fim, agradeço à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo financiamento desse projeto de iniciação científica.

MUITO OBRIGADA A TODOS!

RESUMO

As alterações nos parâmetros espaço-temporais da marcha de pacientes com DP podem levar a perdas na mobilidade e na independência. Desta forma, dicas auditivas têm sido utilizadas como terapia não farmacológica a fim de amenizar o comprometimento locomotor desses indivíduos. Entretanto, estes estudos foram realizados em terrenos regulares e pouco se sabe sobre o efeito da dica auditiva em terrenos irregulares, que poderia ser mais desafiador para estes pacientes. Ainda, poucos estudos encontrados na literatura, comparam os pacientes com idosos saudáveis na utilização de dica auditiva durante a marcha livre e com obstáculos. O objetivo desse estudo é comparar o efeito da dica auditiva na marcha livre e adaptativa de pacientes com DP e idosos saudáveis. Participaram desse estudo 30 indivíduos distribuídos em dois grupos (Grupo 1: 15 pacientes com DP e Grupo 2: 15 idosos saudáveis). Após consentir em participar do estudo, avaliações clínicas do comprometimento e o estágio de evolução da doença foram realizadas por um neuropsiquiatra. Para investigar o padrão locomotor, foi realizada uma análise cinemática. Assim, a tarefa experimental foi percorrer uma passarela de 8m de comprimento, cumprindo um total de 18 tentativas (6 em marcha livre e 12 em marcha adaptativa), sendo que duas alturas de obstáculos foram utilizadas e padronizadas como segue: alto (OA) e baixo (OB). A fim de verificar possíveis diferenças entre os grupos e as condições experimentais, testes de multivariância foram utilizados, com um nível de significância de $p \leq 0,05$. MANOVA revelou efeito de condição e tarefa, assim na condição com DA, foi observado aumento na cadência e redução no suporte simples e duração da passada. Quando as tarefas foram comparadas, foi observado que na tarefa OB, os sujeitos apresentaram menor comprimento e velocidade da passada. Ainda, durante a ultrapassagem na condição com DA, verificou-se que os sujeitos elevaram mais o membro de suporte e, na fase de aterrissagem, posicionaram o membro de suporte mais próximo do obstáculo. Estes resultados indicam que os pacientes com DP e idosos realizaram ajustes locomotores na presença de obstáculo, uma vez que esta tarefa foi mais desafiadora. Em relação à DA, esta provocou melhoras nos parâmetros locomotores, sendo também eficaz em ambientes irregulares.

Palavras-chave: doença de Parkinson, Dica auditiva, Locomoção adaptativa.

ABSTRACT

Disorders in gait are identified in Parkinson's disease patients. As a result, the capacity of walking independently and the interaction with the environment can be impairment. So, the auditory cues have been utilized as a non-pharmacological **treatment** to improve the locomotor impairment of the PD patients. However, these effects were observed in the regular lands and it's not known the effects of auditory cues in gait during avoidance obstacles that could be more threaten for these patients. Yet, few studies in the literature compare the Parkinson's disease patients with the older adults during the locomotor tasks and obstacle avoidance in association with the effects of auditory cues. The aim of the study is to compare the effects of the auditory cues in the gait and during obstacle avoidance in PD patients and older adults. 30 subjects distributed in two groups (Group 1 - 15, Parkinson's disease patients; Group 2 - 15, healthy older adults) are going to participate of this study. After the participation approval, the assessment of clinical condition will be done by a physician. So, to investigate the locomotor pattern, it will be done a kinematic analysis. The experimental task is to walk on 8 m pathway and 18 trials will be done (6 for the free gait and 12 for adaptive gait). For the adaptive gait, two different obstacle heights will be manipulated: high obstacle (HO) and low obstacle (LO). In order to verify possible differences between the groups and the experimental condition, multivariate tests will be used with a significance level of 0.05. MANOVA revealed effect of condition and task. Thus, with DA, we observed an increase in cadence and reduced single support and stride length. When the tasks were compared, it was observed that the LO task, subjects had lower velocity and stride length. Further, during obstacle avoidance provided with DA, we found that subjects increased over the support member and, at the landing, the support member positioned closer to the obstacle. These results indicate that PD patients and elderly performed locomotor adjustments in the presence of an obstacle, because this task has been more challenging to them. These results confirm the hypothesis about the external cues therapy that promote improvements in the locomotor pattern of PD patients, even in complex tasks.

Key-words: Parkinson's disease. Auditory cues. Adaptive locomotion.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	OBJETIVO	12
3	MATERIAIS E MÉTODO	13
	3.1 Participantes	13
	3.2 Procedimentos Experimentais.....	13
	3.3 Tarefa Experimental	14
	3.4 Equipamentos.....	15
	3.5 Tratamento dos dados	15
	3.6 Variáveis dependentes	15
	3.7 Análise Estatística.....	16
4	RESULTADOS	17
	4.1 Análise dos parâmetros espaço-temporais na marcha livre e na fase de aproximação do obstáculo	19
	4.2 Fase de Ultrapassagem.....	21
	4.3 Fase de Aterrissagem	22
5	DISCUSSÃO	23
6	CONCLUSÃO	26
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
	ANEXO A - Parecer do comitê de ética.	31
	APÊNDICE A - Termo de consentimento livre e esclarecido (pacientes com doença de Parkinson).....	32
	APÊNDICE B - Termo de consentimento livre e esclarecido (idosos).....	34
	APÊNDICE C - Médias e desvios padrão das variáveis cinemáticas das tarefas ML, OB, OA para o grupo de pacientes com DP nas condições com e sem DA.	36
	APÊNDICE D - Médias e desvios padrão das variáveis cinemáticas das tarefas ML, OB, OA para o grupo de idosos nas condições com e sem DA.....	37

1 INTRODUÇÃO

A doença de Parkinson (DP) é uma doença neurodegenerativa progressiva que está relacionada principalmente à perda dos neurônios dopaminérgicos localizados nos núcleos da base (NB). Estes neurônios dopaminérgicos têm como principal função o controle de todos os circuitos dos NB (JURI et al., 2009). Assim, essa degeneração compromete o fluxo de informações aferentes da substância negra ao estriado (BEAR et al., 2002) e, portanto, ocorre redução da atividade neural na via direta (facilitadora do movimento) e aumento de disparos na via indireta (inibidora do movimento) (DELONG; WICHMANN, 2009). Conseqüentemente, a redução de dopamina na circuitaria dessas estruturas resulta no aparecimento de sintomas clínicos, tais como: tremor de repouso, rigidez, bradicinesia (lentidão do movimento), hipocinesia (diminuição na amplitude de movimento), acinesia (dificuldade em iniciar movimentos), além de instabilidade postural e disfunção na marcha (MORRIS et al., 2000).

As alterações na locomoção dos pacientes com DP têm sido extensivamente bem documentadas na literatura e se caracterizam principalmente pela redução do comprimento da passada e da velocidade (SOFUWA et al., 2005), aumento na duração da fase de suporte (FERRARIN et al., 2002; VIEREGGE et al., 1997), antecipação na fase de duplo suporte e atraso na fase de balanço (MIREK et al., 2007), restrição na amplitude de movimento das articulações dos membros inferiores (FERRARIN et al., 2005; MITOMA et al., 2000; MORRIS et al., 2001; MORRIS et al., 2005), flexão do tronco para frente (MORRIS et al., 2001; FERRARIN et al., 2004) e diminuição dos movimentos dos braços durante a marcha (MORRIS et al., 2001; BLIN et al., 1990) quando comparados com idosos saudáveis. Ainda, Morris e colaboradores (1994) também verificaram aumento da cadência, que pode ser explicado como uma possível adaptação à redução no comprimento da passada.

Recentemente, Yang e colaboradores (2008), encontraram menores valores para velocidade da marcha, comprimento da passada e velocidade de movimento para frente nos pacientes com DP em relação aos idosos saudáveis. Esse estudo revelou também que a velocidade da marcha e o comprimento da passada correlacionam significativamente com o controle do deslocamento do centro de gravidade para frente durante a manutenção da postura ereta. Nesse sentido, devido às limitações decorrentes da DP, os pacientes demonstram ser mais dependentes do controle do equilíbrio dinâmico durante a locomoção, uma vez que os idosos saudáveis possuem maior variedade de estratégias para compensar suas limitações e manter a marcha dentro de um padrão normal.

Além disso, alterações no padrão locomotor de pacientes com DP quando comparados com idosos saudáveis também podem ser identificadas em ambientes complexos, como por exemplo, o estudo de Vitório e colaboradores (2010) que investigaram o padrão locomotor de pacientes com DP e idosos saudáveis durante a ultrapassagem de obstáculos. Assim, os autores encontraram que durante a fase de aproximação, os pacientes com DP apresentaram menor comprimento e maior duração da passada do que os idosos saudáveis e, também, aumentaram a duração da fase de suporte para ambas as condições de obstáculo. Porém, na condição de obstáculo alto, os pacientes com DP elevaram mais a perna, indicando um aumento da margem de segurança. Dessa forma, os pacientes com DP foram mais desestabilizados na condição de maior demanda ambiental e necessitam de mais tempo para ajustar o padrão locomotor com base nas informações sensoriais. Esses achados concordam com o estudo de Galna e colaboradores (2010), em que foi verificado que os pacientes com DP aproximaram e transpuseram o obstáculo mais devagar e com passos menores, tornando-se assim mais suscetíveis a pisar no obstáculo pelo fato de não posicionarem seus pés suficientemente próximos da frente do mesmo antes da ultrapassagem. Os autores encontraram também que enquanto ultrapassavam o obstáculo com o membro de abordagem, os pacientes aumentaram a largura do passo, à medida que, os indivíduos controle mantiveram uma amplitude reduzida. Assim, esse mecanismo é, possivelmente, uma estratégia de compensação utilizada pelos pacientes para superar a instabilidade postural durante a tarefa de transposição do obstáculo.

Esta habilidade de lidar com obstáculos existentes no ambiente é imprescindível para uma vida funcionalmente independente. No entanto, na DP, o planejamento motor pode ficar comprometido, com alterações funcionais na área motora suplementar e no córtex pré-motor, resultando em um declínio no ritmo interno (HAUSDORFF et al., 2007). Desta forma, torna-se necessário aumentar a disponibilidade de informações sensoriais para que haja melhora principalmente no controle locomotor.

Os principais paradigmas de dicas externas adotados para promover mudanças benéficas nos parâmetros da marcha (velocidade do andar, cadência e comprimento do passo) em pacientes com DP são: dicas verbais (BEHRMAN et al., 1998), dicas visuais (AZULAY et al., 1999) e dicas rítmicas (THAUT et al., 1996; DEL OLMO; CUDEIRO, 2003; ROCHESTER et al., 2005). Porém, estes estudos investigaram a utilização de dicas externas apenas na marcha livre, em relação à marcha em ambientes complexos, estes efeitos ainda não foram investigados. Assim, é de extrema importância, também verificar o efeito da DA em ambientes complexos, pois este tipo de paradigma pode auxiliar os pacientes com DP à

realizar as atividades diárias mais desafiadoras, como por exemplo, ultrapassar obstáculos com maior segurança.

O paradigma de dica auditiva (DA) foi empregado nesta pesquisa, por ser considerada mais eficaz que outras dicas sensoriais externas (NIEUWBOER et al., 2009, ROCHESTER et al., 2007) devido à melhora de aspectos que podem estar associados ao risco de quedas, como velocidade e ritmicidade (VANIERSSEL et al., 2008; HAUSDORFF, 2009) da marcha. Além disso, por sua aplicabilidade na reabilitação de pacientes com DP, visto que, a utilização dessa dica não se restringe a um ambiente controlado. A DA é fornecida por meio de toques sonoros de uma música ou de um metrônomo e os sujeitos são instruídos a sincronizar cada toque do pé no solo com o toque do metrônomo, sendo que a frequência do estímulo é manipulada. Entretanto, ainda não há consenso na literatura em relação à manipulação da frequência da DA.

McIntosh e colaboradores (1997) manipularam a DA com uma frequência de 10% acima da preferida e os resultados indicaram aumento no comprimento, na velocidade e na cadência da passada dos pacientes com DP e dos idosos saudáveis. Recentemente, Picelli e colaboradores (2010) investigaram o efeito da DA com diferentes frequências de apresentação do estímulo (90% e 110% da frequência preferida do andar), nas variáveis espaço-temporais, cinemáticas e cinéticas da marcha de pacientes com DP. Na frequência de 110%, foram verificadas maiores mudanças nas variáveis cinemáticas, tais como, o comprimento, a cadência, a velocidade e a duração do duplo suporte da passada. Além disso, os pacientes com DP apresentaram maior amplitude de movimento na articulação do tornozelo. Em relação às variáveis cinéticas, foram encontrados maiores valores na fase de propulsão. Portanto, estes achados indicam que pacientes com DP adotam um padrão locomotor mais estável frente à estimulação rítmica.

Esses resultados são compatíveis com estudos prévios sobre a facilitação rítmica auditiva na marcha de pacientes com DP e sugerem que a estimulação auditiva é, provavelmente, um instrumento novo e acessível para a melhora da marcha e conseqüentemente para tratamento dos pacientes. (LIM et al., 2010; NIEUWBOER et al., 2009; LEDGER et al., 2008; HAUSDORFF et al., 2007). Além disso, Hausdorff e colaboradores (2007) encontraram que após as tentativas com DA, os pacientes com DP permaneceram com o mesmo padrão locomotor, apontando um efeito duradouro dessa dica. Recentemente, Kadivar e colaboradores (2011) investigaram o efeito da estimulação rítmica auditiva no desempenho funcional de pacientes com DP e encontraram que os pacientes treinados com DA não apenas progrediram, mas mantiveram várias melhoras motoras

relacionadas à marcha e ao equilíbrio em até, pelo menos, oito semanas após o fim do treinamento. Esses resultados suportam outros estudos que evidenciaram a eficácia de programas de treinamento com estimulação rítmica auditiva na obtenção e manutenção de ganhos funcionais na marcha e no equilíbrio de pacientes com DP.

Nesse sentido, a DA pode atuar como um gerador rítmico externo que auxilia os pacientes com DP a modular e ajustar os parâmetros locomotores, que estão alterados em função dos danos nos circuitos dos NB. Embora a DA seja bastante investigada nestas tarefas de marcha livre, outros estudos também têm verificado seu efeito em tarefas mais complexas, como giros e tarefas duplas que exigem alto nível atencional (BAKER et al., 2007; WILLEMS et al., 2007; NIEUWBOER et al., 2009). Além disso, a ultrapassagem de obstáculos também é uma tarefa complexa que desafia o controle do equilíbrio dinâmico dos pacientes com DP e que conseqüentemente aumenta o risco de tropeços e quedas (STOLZE et al., 2004; GALNA et al., 2010). Recentemente, Stegemoller e colaboradores (2012) verificaram que pacientes com DP modificaram o comportamento locomotor e aumentaram a estabilidade dinâmica para ultrapassar o obstáculo. Conforme o que foi apresentado, existe uma lacuna na compreensão do efeito de DA na marcha de pacientes com DP em ambientes complexos.

Assim, surgem alguns questionamentos em relação ao padrão locomotor (marcha livre e adaptativa [com obstáculos]) e DA: Existe diferença na utilização da DA entre terrenos regulares e irregulares? Estes pacientes adotariam o mesmo padrão que idosos saudáveis? Será que a dica auditiva também auxiliaria os pacientes com DP a ultrapassar o obstáculo com maior segurança? Será que este efeito é dependente da tarefa, sob diferentes alturas de obstáculos?

Diante desse contexto, o objetivo deste estudo é comparar o efeito da dica auditiva na marcha livre e adaptativa de pacientes com DP e idosos saudáveis através da análise cinemática. Desta forma, supõe-se que frente à estimulação rítmica, os pacientes com DP apresentem melhoras nos parâmetros da marcha e, assim, adotem um padrão locomotor semelhante aos idosos saudáveis. Quanto à ultrapassagem de obstáculos, espera-se que a dica auditiva auxilie os pacientes com DP a ultrapassarem o obstáculo de maneira mais eficiente e com maior segurança. Entretanto, acredita-se que este efeito é dependente da tarefa, podendo auxiliá-los nas três tarefas experimentais (marcha livre, obstáculo baixo e obstáculo alto). A tarefa de obstáculo alto poderá ser mais desafiadora para os pacientes com DP, que poderão ter dificuldades em sincronizar seus movimentos com o toque do metrônomo durante a ultrapassagem.

2 OBJETIVO

O objetivo geral do presente estudo é:

Investigar o efeito da dica auditiva na marcha livre e adaptativa de pacientes com DP e idosos saudáveis através da análise cinemática.

Os objetivos específicos são:

- Comparar a marcha de pacientes com DP e idosos saudáveis entre as condições com e sem DA nas tarefas locomotoras (marcha livre, OB, OA);
- Comparar a marcha de pacientes com DP e idosos saudáveis entre as tarefas locomotoras (marcha livre, OB, OA), nas condições com e sem DA;
- Comparar o desempenho locomotor entre pacientes com DP e idosos saudáveis nas tarefas locomotoras (marcha livre, OB, OA) e nas condições com e sem DA.

3 MATERIAIS E MÉTODO

3.1 Participantes

Participaram deste estudo 30 indivíduos que foram distribuídos em dois grupos: Grupo 1 (pacientes com doença de Parkinson idiopática) e Grupo 2 (idosos sadios). Foram selecionados pacientes com DP com o diagnóstico feito por um médico neurologista experiente.

Foram incluídos na amostra, apenas pacientes em terapia regular com levodopa que estejam entre os Estágios 1 e 3 da escala de Hoehn e Yahr (GOETZ et al., 2004). Para a formação do grupo controle, foram incluídos na amostra idosos acima de 60 anos sem doenças neurológicas e pareados aos pacientes com DP com relação a idade, gênero, estatura e massa corporal. Ainda, os pacientes com DP e os indivíduos sadios deveriam apresentar marcha independente sem utilização de bengala ou andador, funções cognitivas preservadas para compreensão da tarefa, ausência de sintomas depressivos, de comprometimento auditivo e vestibular e de doenças osteomusculares que impediriam os participantes de realizarem a tarefa.

3.2 Procedimentos Experimentais

Este estudo foi realizado nas dependências do Laboratório de Estudos da Postura e Locomoção (LEPLO) no Departamento de Educação Física – Instituto de Biociências (UNESP/RC). Inicialmente, os pacientes com DP foram clinicamente avaliados por um psiquiatra geriatra no estado *on* do medicamento. Duas escalas clínicas que avaliam o comprometimento e o estágio de evolução da doença foram aplicadas, respectivamente: a Unified Parkinson's Disease Rating Scale e a escala de Hoehn & Yahr. Depois, foi aplicado o Miniexame do Estado Mental - Mini-Mental validado para a população brasileira (BRUCKI et al., 2003), que é um instrumento com a finalidade de avaliar condições cognitivas.

Uma anamnese foi empregada em todos os participantes para verificar os critérios de inclusão/exclusão. Na sequência, foram registradas as medidas antropométricas (massa corporal e estatura) dos participantes. Antes do início das tentativas válidas, foram realizadas algumas tentativas de marcha, sem registro cinemático, para registro da frequência da passada de cada sujeito. Esta variável foi utilizada para padronizar a frequência da dica auditiva, sendo que a frequência padronizada será 10% acima da preferida de cada sujeito (WILLEMS et al., 2006). Nas tentativas com dica auditiva, os participantes deveriam sincronizar cada toque do pé no chão com cada toque sonoro de um metrônomo.

O registro dos dados cinemáticos foi realizado no lado direito de cada participante. Assim, no membro inferior direito, dois emissores de raios infravermelhos do sistema de análise de movimento OPTOTRAK Certus (Northern Digital Inc., Canadá) foram posicionados nos seguintes pontos articulares: quinto metatarso e face lateral do calcâneo. No membro inferior esquerdo, dois emissores de raios infravermelhos foram posicionados no primeiro metatarso e na face medial do calcâneo.

3.3 Tarefa Experimental

Durante as tarefas de andar livre e adaptativo os participantes foram convidados a percorrer uma passarela, de 8 m de comprimento e 1,4 m de largura. Os pacientes com DP e os idosos cumpriram um total de 18 tentativas.

Para análise da marcha livre foram realizadas 3 tentativas e mais 3 adicionais para cada condição de dica auditiva. As tentativas com dica auditiva foram realizadas após as tentativas sem dica, para evitar possíveis alterações na marcha em função dos efeitos duradouros da DA na marcha (HAUSDORFF et al., 2007).

Para a marcha adaptativa, os participantes foram convidados a andar e ultrapassar um obstáculo posicionado no centro da passarela. Foram utilizadas duas alturas de obstáculo, personalizadas de acordo com os seguintes critérios: obstáculo baixo, correspondente à altura do tornozelo; e obstáculo alto, correspondente à metade da altura do joelho. Estruturalmente, os obstáculos eram compostos por uma haste com 0,6 m de comprimento e 0,003 m de profundidade que era suportado por duas hastes verticais e um emissor infravermelho foi afixado em sua base, próximo ao solo.

O ponto de partida foi padronizado para que os sujeitos modulassem o padrão locomotor para ultrapassar o obstáculo com o membro inferior direito, denominado como membro de ultrapassagem. Para cada condição de obstáculo (alto e baixo), foram realizadas 3 tentativas com e sem dica auditiva, totalizando 12 tentativas. Para cada condição de dica, a altura dos obstáculos foi randomizada.

3.4 Equipamentos

Um sistema de análise de movimento (OPTOTRAK Certus) foi posicionado no plano sagital para que todos os marcadores sejam visualizados e para registros tridimensionais da marcha com uma frequência de coleta de 100 Hz.

Em relação à DA, um computador (software Metronome Plus) foi utilizado para realizar os toques sonoros. A frequência do toque sonoro foi padronizada para cada participante de acordo com a frequência do andar obtida nas tentativas de prática.

3.5 Tratamento dos dados

Os dados cinemáticos foram filtrados por meio de um filtro Butterworth de segunda ordem com uma frequência de corte de 6 Hz. Para determinação do ciclo a ser analisado, foi utilizada a velocidade horizontal do calcâneo (contato do calcâneo no solo) e velocidade vertical do primeiro/quinto metatarso (retirada do pé do solo).

3.6 Variáveis dependentes

Para o cálculo das variáveis dependentes, foi analisada uma passada completa anterior ao obstáculo, correspondente à passada central da marcha livre (ML) para possíveis comparações entre as tarefas. Desta forma, as variáveis calculadas foram:

- **Parâmetros espaço temporais na marcha livre e na fase de aproximação do obstáculo:** variáveis espaciais (comprimento da passada, largura do passo) e temporais (cadência, duração da passada, duração da fase de duplo suporte [DDS] e duração da fase de suporte simples [DSS]). Ainda, para as tarefas com obstáculo alto e baixo, foi calculada a distância horizontal pé-obstáculo antes da ultrapassagem (DHPO: distância entre a marca do quinto metatarso no momento da perda do contato com o solo e o obstáculo).

- **Fase de ultrapassagem:** distância vertical pé-obstáculo (DVPO: distância entre a marca do quinto metatarso e o obstáculo, no momento em que o pé está sobre o mesmo).

- **Fase de Aterrissagem:** do momento em que a marca do quinto metatarso encontra-se sobre o obstáculo até o momento em que ela toca o solo depois do obstáculo. Assim, foram calculadas: distância horizontal obstáculo-pé (DHOP: distância entre o obstáculo e a marca do quinto metatarso ao entrar em contato com o solo após a ultrapassagem).

As variáveis relacionadas às fases de abordagem, ultrapassagem e aterrissagem do obstáculo foram calculadas para as tarefas com obstáculo alto (OA) e obstáculo baixo (OB) para os membros de suporte (MS) e de ultrapassagem (MU).

3.7 Análise Estatística

Para verificar a normalidade e homogeneidade dos dados foram empregados respectivamente, o teste de Shapiro Wilk e o teste de Levene. Os dados de caracterização dos sujeitos não apresentaram normalidade e homogeneidade. Assim, foi aplicado teste não-paramétrico (Teste de Mann-Whitney) para análise destes dados.

Entretanto, para a análise cinemática, os dados apresentaram normalidade e homogeneidade e foram realizados testes paramétricos. Assim, a primeira MANOVA incluiu os parâmetros espaço-temporais da marcha, realizada com três fatores (2 grupos [idosos e pacientes com DP], 2 condições [com e sem DA] e 3 tarefas [ML, OA, OB]), sendo os dois últimos tratados como medidas repetidas. A segunda MANOVA, incluiu as variáveis DHPOMS, DHPOMU, DVPOMS, DVPOMU, DHOPMS e DHOPMU também realizada com três fatores (2 grupos [idosos e pacientes com DP], 2 condições [com e sem DA] e 2 tarefas [OA, OB]), sendo os dois últimos tratados como medidas repetidas.

O nível de significância de todas as análises foi mantido em 0,05. As análises serão realizadas utilizando o programa SPSS (SPSS for Windows – versão 15.0).

4 RESULTADOS

As Tabelas 1 e 2 apresentam dados referentes à caracterização dos pacientes com DP e dos idosos sadios, respectivamente. Testes de Mann-Whitney não revelaram diferença significativa entre os grupos (pacientes com DP e idosos) para as variáveis idade ($U=102,5$, $p=0,67$), estatura ($U=111,5$, $p=0,67$), massa corporal ($U=99$, $p=0,57$) e Minimental ($U=95$, $p=0,45$). Ambos os grupos apresentaram funções cognitivas preservadas de acordo com a pontuação da escolaridade (BRUCKI *et al.*, 2003) para realização da tarefa experimental. Os pacientes com DP foram classificados entre os estágios leve e moderado da doença, apontando para um acometimento geral leve de acordo com as escalas de HY e UPDRS.

Tabela 1. Características gerais dos pacientes com DP (UPDRS= Unified Parkinson's Disease Rating Scale; H&Y= escala de Hohen e Yahr; Mini Mental= Mini Exame do Estado Mental).

Participantes	Gênero	Idade (anos)	Estatura (cm)	Massa (kg)	UPDRS (pontos)	H&Y (estágio)	Mini Mental (pontos)
1	M	78	178,5	76,4	35	1,0	27
2	M	73	173,8	66,4	32	1,5	29
3	M	68	157,5	66	27	1,5	29
4	F	64	147,5	64,5	39	1,5	26
5	F	62	142	59,2	32	1,5	26
6	F	76	153,2	46,6	35	2,0	26
7	M	73	170	68	38	1,5	28
8	M	72	161	64,6	30	1,0	29
9	F	67	152	66	24	1,5	26
10	F	64	162	63	39	1,0	29
11	M	70	166	76,5	42	1,5	30
12	M	72	163,5	72	25	1,0	30
13	M	64	169	73	99	4,0	26
14	F	84	155	66,5	27	1,5	26
15	F	68	167,5	88,5	46	2,0	28
Média	-	70,03	161,2	67,1	38	1,6	27,7
Desvio Padrão	-	6,03	10,08	9,85	18,06	0,74	1,59

Tabela 2. Características gerais dos idosos sadios (Mini Mental: Mini Exame do Estado Mental).

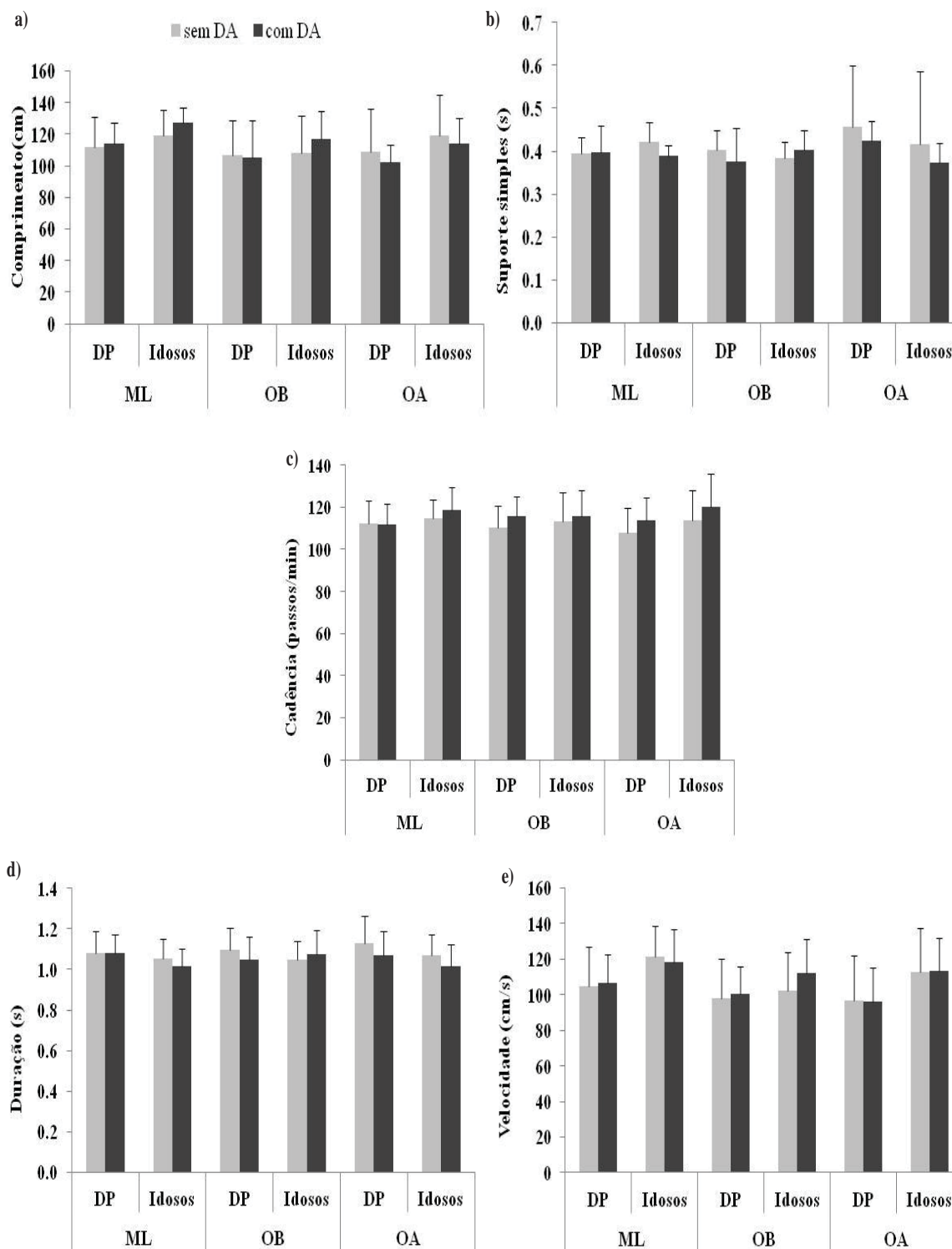
Participantes	Gênero	Idade (anos)	Estatura (cm)	Massa (kg)	Mini Mental (pontos)
1	M	65	174	96	25
2	M	76	165	63	24
3	M	65	159	60,5	30
4	F	64	154	58,3	30
5	F	64	148	63	26
6	F	74	155	69,5	28
7	M	72	170	75	27
8	M	77	168	77	30
9	M	71	158	69,5	30
10	M	68	165,5	75	30
11	F	65	165,7	75	30
12	F	64	155	71,5	25
13	M	67	174	78	28
14	F	82	146,5	48,6	27
15	F	65	156,5	48,3	30
Média	-	69,27	160,95	68,55	28
Desvio Padrão	-	5,75	8,70	12,22	2,20

Esta seção de Resultados será apresentada em três tópicos: 1) Variáveis cinemáticas na marcha livre e na fase de aproximação do obstáculo (comparação dos parâmetros espaço-temporais entre as três tarefas [ML,OB,OA]), 2) Fase de ultrapassagem (comparação entre duas tarefas [OB,OA]) e 3) Fase de aterrissagem (comparação entre duas tarefas [OB,OA]). Todos os dados cinemáticos estão apresentados nos apêndices C e D.

4.1 Análise dos parâmetros espaço-temporais na marcha livre e na fase de aproximação do obstáculo

MANOVA revelou efeito de Condição (Wilks'Lambda= 0,32, $F_{(7,17)}=4,99$, $p=0,003$) e Tarefa (Wilks'Lambda= 0,63, $F_{(10,14)}=10,57$, $p=0,001$). Análises univariadas apontaram diferenças na Condição para cadência ($F_{(1,23)}=32,39$, $p=0,001$), DSS ($F_{(1,23)}=11,42$, $p=0,003$) e duração da passada ($F_{(1,23)}=6,91$, $p=0,001$) e na Tarefa para comprimento ($F_{(2,46)}=11,35$, $p=0,001$) e velocidade ($F_{(2,46)}=15,60$, $p=0,001$) da passada. Assim, na condição com DA, foi observado aumento na cadência e redução na DSS e duração da passada. Quando as tarefas foram comparadas, foi observado que na tarefa OB, os sujeitos apresentaram menor comprimento e velocidade da passada. A Figura 1 apresenta os valores das variáveis cinemáticas para os grupos (pacientes com DP e idosos) nas condições (com e sem DA).

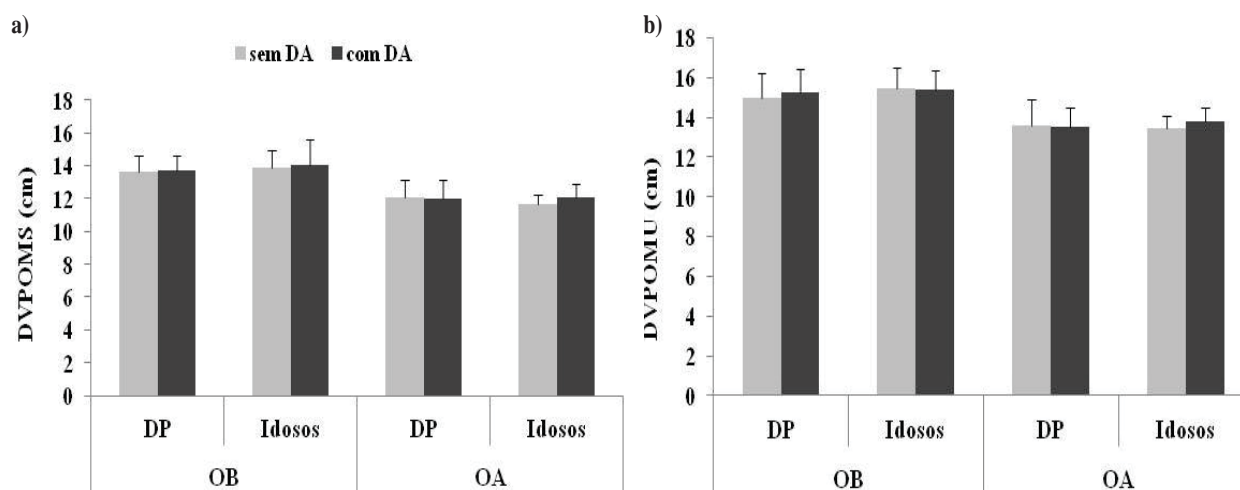
Figura 1. Médias e desvios padrão das variáveis cinemáticas das tarefas ML, OB, OA: (a) comprimento da passada, (b) suporte simples (c) cadência, (d) duração da passada e (e) velocidade, para os grupos (pacientes com DP e idosos) nas condições com e sem DA.



4.2 Fase de Ultrapassagem

MANOVA revelou efeito de Condição (Wilks' Lambda=0,49, $F_{(2,23)}=97,69$, $p=0,001$) e Tarefa (Wilks' Lambda=0,89, $F_{(2,23)}=11,73$, $p=0,001$). Análises univariadas apontaram diferenças na Condição para DVPOMS ($F_{(1,24)}=23,42$, $p=0,001$) e na Tarefa para DVPOMS ($F_{(1,24)}=46,74$, $p=0,001$) e DVPOMU ($F_{(1,24)}=172,70$, $p=0,001$). Assim, na condição com DA, foi observado aumento na DVPOMS para ambas as tarefas e quando estas foram comparadas, maiores valores de DVPOMS e DVPOMU foram constatados para a tarefa de OB. A Figura 2 apresenta os valores das variáveis DVPO para os grupos (pacientes com DP e idosos) nas condições (com e sem DA).

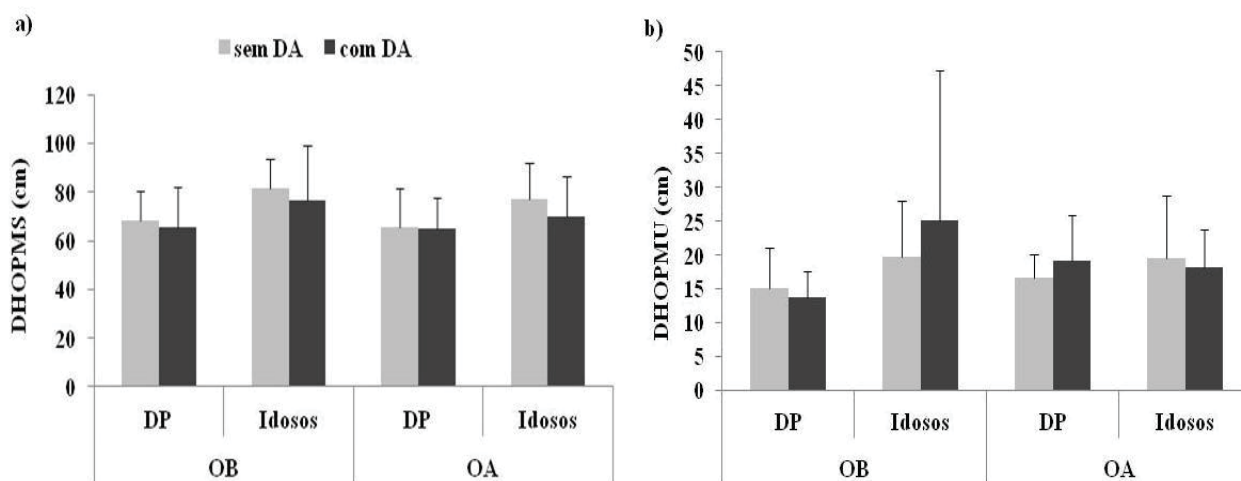
Figura 2. Médias e desvios padrão das variáveis relacionadas à ultrapassagem de obstáculo nas tarefas OB e OA: (a) DVPOMS (b) DVPOMU para os grupos (pacientes com DP e idosos) nas condições com e sem DA.



4.3 Fase de Aterrissagem

MANOVA revelou efeito de Condição (Wilks' Lambda=0,33, $F_{(2,24)}=6,12$, $p=0,007$) e Tarefa (Wilks' Lambda=0,21, $F_{(2,24)}=3,23$, $p=0,05$). Análises univariadas apontaram diferenças na Condição para DHOPMS ($F_{(1,25)}=6,81$, $p=0,015$) e também na Tarefa para DHOPMS ($F_{(1,24)}=4,01$, $p=0,05$). Na condição com DA, foi observado menor valor de DHOPMS, desta forma, os sujeitos posicionaram o pé de suporte mais próximo do obstáculo. Quando as tarefas foram comparadas, foi observado que na tarefa OB, os sujeitos posicionaram o pé mais distante do obstáculo, após a ultrapassagem. A Figura 3 apresenta os valores das variáveis DHOP para os grupos (pacientes com DP e idosos) nas condições (com e sem DA).

Figura 3. Médias e desvios padrão das variáveis relacionadas à fase de aterrissagem nas tarefas OB e OA: (a) DHOPMS (b) DHOPMU para os grupos (pacientes com DP e idosos) nas condições com e sem DA.



5 DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo comparar o efeito da DA na marcha livre e adaptativa de pacientes com DP e idosos saudáveis. Especialmente, verificar se frente à estimulação rítmica os pacientes com DP apresentariam melhora nos parâmetros espaço temporais na marcha livre e na ultrapassagem de obstáculo.

Em relação à comparação entre os grupos, os resultados mostraram que os pacientes com DP adotaram um padrão locomotor similar aos idosos saudáveis independente da condição e da tarefa experimental. Os resultados do presente estudo podem ser explicados pelo fato dos pacientes com DP se encontrarem em estágios iniciais da doença. De acordo com Ferrarin e colaboradores (2006), pacientes em estágios iniciais da DP, durante o andar ao longo de uma trajetória reta, não revelam comprometimento significativo dos parâmetros cinemáticos, como os pacientes em estágios severos. Ainda, no presente estudo, os pacientes com DP foram avaliados no estado *on* do medicamento e a literatura mostra que o tratamento farmacológico com levodopa, pode ocasionar melhoras no padrão locomotor de pacientes com DP, como aumento no comprimento, na velocidade, na cadência e na fase de duplo suporte (MORRIS et al., 2000; MOORE et al., 2008). Quanto à fase de ultrapassagem do obstáculo, também não foram verificadas diferenças entre os grupos. Assim, pode-se inferir que essas variáveis não foram influenciadas pela DP, uma vez que, a estratégia adotada pelos pacientes foi eficaz em garantir os ajustes necessários à tarefa, de forma similar aos idosos. Entretanto, o grupo controle também apresenta comprometimentos na marcha decorrente do processo de envelhecimento (MURRAY et al., 1969; WINTER et al., 1990,1991; MENZ et al., 2003), sendo uma outra explicação para o padrão locomotor similar. Assim, este processo também afeta a capacidade de fazer ajustes locomotores em ambientes irregulares em função dos déficits no sistema visual proprioceptivo, atencional e no controle postural (KOVACS, 2005; VAN DIEEN et al., 2005).

Em relação à dica auditiva, foram evidenciadas melhoras nos parâmetros cinemáticos na marcha de pacientes com DP e de idosos. Desta forma, verificou-se aumento na cadência, redução no suporte simples e na duração da passada. Esses achados estão de acordo com o estudo de McIntosh e colaboradores (1997), em que a DA foi manipulada com uma frequência de 10% acima da preferida, o qual revelou também aumento da cadência para ambos os grupos. Assim, a DA fez com que ocorresse um aumento na demanda atencional para a realização das tarefas locomotoras em função do desvio dos comandos motores da circuitaria comprometida dos núcleos da base. Desta forma, a DA exerceu um efeito positivo

na estabilidade dinâmica dos sujeitos e pode ser utilizada como uma terapia não-farmacológica para reduzir o risco de quedas nesta população. Dentro deste contexto, algumas evidências têm apontado melhoras no comprimento e velocidade da passada na presença de DA (HOWE et al., 2003; WILLEMS et al., 2006; ROCHESTER et al., 2007; HAUSDORFF et al., 2007). Porém, no presente estudo a melhora dessas variáveis não foi evidenciada, assim como nos achados de Lohnes e Earhart (2011). Desta forma, os resultados contraditórios entre a literatura os dados obtidos, podem ser explicados pela diferença metodológica entre a frequência de DA empregada por cada autor.

Outra evidência importante, este é o primeiro estudo a mostrar que a estimulação rítmica também é eficiente na realização de tarefas complexas. Este efeito positivo foi evidenciado nas tarefas, em que o índice de complexidade foi aumentado, como por exemplo, obstáculo alto e baixo. Assim, os resultados revelaram um aumento da DVPOMS na presença de DA para ambas as tarefas, ou seja, os pacientes conseguiram elevar mais a perna de suporte para ultrapassar o obstáculo, o que pode ser entendido como uma estratégia adaptativa para evitar o risco de tropeços e quedas. Esse resultado confirma uma das hipóteses do estudo, que sob o efeito da DA, os pacientes com DP e idosos conseguiriam ultrapassar o obstáculo com mais segurança. Ainda, foi verificada diminuição na distância do posicionamento do membro de suporte após o obstáculo, o que pode ter ocorrido como uma adaptação dos pacientes com DP e idosos em colocar o pé no chão o mais rápido possível em função da sincronização com DA. Esta tarefa de sincronização e ultrapassar o obstáculo poderiam ser considerados uma tarefa dupla. Desta forma, a literatura tem mostrado que o paradigma da tarefa dupla provoca alterações nos parâmetros locomotores dos pacientes com DP (Rochester et al., 2007). Entretanto, este efeito não foi evidenciado, pois a DA provocou melhoras em todas as fases da ultrapassagem do obstáculo. Desta forma, a DA facilitou os recursos atencionais em função das vias pré-motoras (Debaere et al., 2003), sendo um importante fator para a reabilitação.

Quando as tarefas foram comparadas, foram identificados menores valores de comprimento e velocidade da passada para as tarefas de obstáculo (alto e baixo) em relação à marcha livre. Nesse sentido, a presença de um obstáculo no caminho pode ser responsável pela redução nas variáveis cinemáticas espaciais e na velocidade da passada. McKenzie e Brown (2004) observaram que o medo de cair influenciou as características cinemáticas da ultrapassagem de obstáculo, de maneira que, os participantes diminuíram o comprimento e a velocidade da passada, possivelmente como uma estratégia conservadora para a manutenção da estabilidade em tarefas de maior demanda ambiental. No que se refere à comparação

apenas entre as alturas de obstáculo, menores valores de DHOPMS foram encontrados para obstáculo baixo, o que pode ter ocorrido, provavelmente, pelo fato de não haver necessidade de elevar muito a perna, devido à altura reduzida do obstáculo, de maneira que os pacientes com DP e idosos conseguiram posicionar o pé mais distante do obstáculo após a ultrapassagem. Além disso, os valores de comprimento e velocidade da passada foram menores para obstáculo baixo. Em relação às variáveis de ultrapassagem, o presente estudo evidenciou maiores valores de DVPOMS e DVPOMU para obstáculo baixo. Desta forma, acredita-se que os pacientes com DP em função dos problemas de integração sensorial não conseguem estimar corretamente os parâmetros para ultrapassar o obstáculo, assim, qualquer perturbação no ambiente, independente da altura, pode provocar alterações nos parâmetros locomotores.

Finalmente, uma limitação deste estudo, é a falta do controle da sincronização com o toque do pé no solo durante todo o percurso, a fim de explicar quais são as estratégias e adaptações no padrão locomotor adotado pelos pacientes com DP e idosos. Desta forma, sugere-se a realização de novos estudos que abordem esta análise e o uso da DA.

6 CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir os pacientes com DP adotaram o mesmo padrão locomotor que idosos sadios independente da tarefa e da condição experimental. Ainda, quando as tarefas foram comparadas, pode-se observar alterações nos parâmetros locomotores frente à tarefas mais desafiadoras, como por exemplo, a presença do obstáculo. Este efeito também foi diferente entre as alturas do obstáculo, sendo o obstáculo baixo mais perturbador para os sujeitos, este resultado pode ser explicado em funções dos problemas na integração sensorial em estimar as propriedades dos parâmetros da tarefa. Finalmente, a estimulação rítmica foi eficiente em provocar melhoras nos parâmetros locomotores de pacientes com DP e idosos em ambientes complexos da mesma forma que na marcha livre. Assim, a DA fez com que ocorressem melhoras no foco atencional e atuou como um gerador rítmico externo, sendo uma ferramenta valiosa na reabilitação motora destes pacientes para prevenção de quedas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZULAY, J. P.; MESURE, S.; AMBLARD, B.; BLIN, O.; SANGLA, I.; POUGET, J. Visual control of locomotion in Parkinson's disease. **Brain**, London, v.122, p. 111-120, 1999.
- BAKER, K.; ROCHESTER, L.; NIEUWBOER, A. The immediate effect of attentional, auditory, and a combined cue strategy on gait during single and dual tasks in Parkinson's Disease. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, Chicago, v.88, p.1593-1600, 2007.
- BEAR, M. F.; CONNORS, B. W.; PARADISO, M. A. Neurociências: desvendando o sistema nervoso. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.
- BEHRMAN, A.; TEITELBAUM, P.; CAURAUGH, J. H. Verbal instructional sets to normalize the temporal and spatial gait variables in Parkinson's disease. **Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry**. London, v.65, p. 580-582, 1998.
- BLIN, O.; FERRANDEZ, A. M.; SERRATRICE, G. Quantitative analysis of gait in Parkinson's patients: increased variability in stride length. **Journal of Neurological Sciences**, v.98, p.91-97, 1990.
- BRUCKI, S. M. D.; NITRINI, R.; CARAMELLI, P.; BERTOLUCCI, P. H. F.; OKAMOTO, I. H. Suggestions for utilization of the mini-mental state examination in Brazil. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**, São Paulo, v. 61, n. 3-B, p. 777-781, 2003.
- DEBAERE, F.; WENDEROTH, N.; SUNAERT, S.; VAN HECKE, P.; SWINNEN, S.P. Internal vs external generation of movements: differential neural pathways involved in bimanual coordination performed in the presence or absence of augmented visual feedback. **Neuroimage**, v.19, n.3, p. 764-776, 2003.
- DEL OLMO, M. F.; CUDEIRO, J. A simple procedure using auditory stimuli to improve movement in Parkinson's disease: a pilot study. **Neurology and Clinical Neurophysiology**, Cambridge, v.2, p.1-6, 2003.
- DELONG, M.; WICHMANN, T. Update on models of basal ganglia function and dysfunction. **Parkinsonism & Related Disorders**, Kidlington, v.15, p. 237-240, 2009.
- FERRARIN, M.; LOPIANO, L.; RIZZONE, M.; LANOTTE, M.; BERGAMASCO, B.; RECALCATI, M.; PEDOTTI, A. Quantitative analysis of gait in Parkinson's disease: A pilot study on the effects of bilateral sub-thalamic stimulation, **Gait & Posture**, Oxford, v. 16, n. 2, p. 135-148, 2002.
- FERRARIN, M.; RIZZONE, M.; BERGAMASCO, B.; LANOTTE, M.; RECALCATI, M.; PEDOTTI, A.; LOPIANO, L. Effects of bilateral subthalamic stimulation on gait kinematics and kinetics in Parkinson's disease. **Experimental Brain Research**, Berlin, v. 160, n. 4, p. 517-527, 2005.
- FERRARIN, M.; RIZZONE, M.; LOPIANO, L.; RECALCATI, M.; PEDOTTI, A. Effects of subthalamic nucleus stimulation and L-dopa in trunk kinematics of patients with Parkinson's disease. **Gait & Posture**, Oxford, v. 19, n. 2, p. 164-171, 2004.
- GALNA, B.; MURPHY, A.T.; MORRIS, M.E. Obstacle crossing in people with Parkinson's disease: foot clearance and spatiotemporal deficits. **Human Movement Science**, v.29, v.5, p.843-852, 2010.

- GOETZ, C. G.; POEWE, W.; RASCOL, O.; SAMPAIO, C.; STEBBINS, G. T.; COUNSELL, C.; GILADI, N.; HOLLOWAY, R. G.; MOORE, C. G.; WENNING, G. K.; YAHR, M. D.; SEIDL, L. Movement Disorder Society Task Force Report on the Hoehn and Yahr Staging Scale: Status and Recommendations. **Movement Disorders**, New York, v.19, n.9, p.1020-28, 2004.
- HAUSDORFF, J.M. Gait dynamics in Parkinson's disease: Common and distinct behavior among stride length, gait variability, and fractal-like scaling. **Chaos**, Melville, v.19, p.1-14, 2009.
- HAUSDORFF, J. M.; LOWENTHAL, J.; HERMAN, T.; GRUENDLINGER, L.; PERETZ, C.; GILADI, N. Rhythmic auditory stimulation modulates gait variability in Parkinson's disease. **European Journal of Neuroscience**, Oxford, v.26, p. 2369–2375, 2007.
- JURI, C.; RODRIGUEZ-OROZ, M. C.; OBESO, J. A. The pathophysiological basis of sensory disturbances in Parkinson's disease. **Journal of Neurological Sciences**, Amsterdam, v. 289, p. 60- 65, 2010.
- KADIVAR, Z., CORCOS, D. M., FOTO, J., HONDZINSKI, J. M. Effect of Step Training and Rhythmic Auditory Stimulation on Functional Performance in Parkinson Patients. **Neurorehabilitation and Neural Repair**, New York, v. 25, n. 7, p. 626-635, 2011.
- LEDGER, S.; GALVIN, R.; LYNCH, D.; STOKES, E. K. A randomized controlled trial evaluating the effect of an individual auditory cueing device on freezing and gait speed in people with Parkinson's disease. **BMC Neurology**, London, v.8, n.46, p.1-6, 2008.
- LIM, I.; VAN WEGEN, E.; JONES, D.; ROCHESTER, L.; NIEUWBOER, A.; WILLEMS, A. M.; BAKER, K.; HETHERINGTON, V.; KWAKKEL, G. Does Cueing Training improve physical activity in patients with Parkinson's disease? **Neurorehabilitation & Neural Repair**, New York, v. 24, n. 5, p. 469–477, 2010.
- MCINTOSH, G. C.; BROWN, S. H.; RICE, R. R., THAUT. M. H. Rhythmic auditory-motor facilitation of gait patterns in patients with Parkinson's disease. **Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry**, London, v.62, p.22-6, 1997.
- MIREK, E.; RUDZINSKA, M.; SZCZUDLIK, A. The assessment of gait disorders in patients with Parkinson's disease using the three-dimensional motion analysis system Vicon. **Neurologia i neurochirurgia polska**, v.41, n.2, p.128-133, 2007.
- MITOMA, H.; HAYASHI, R.; YANAGISAWA, N.; TSUKAGOSHI, H. Characteristics of parkinsonian and ataxic gaits: a study using surface electromyograms, angular displacements and floor reaction forces. **Journal of Neurological Sciences**, Amsterdam, v. 174, n. 1, p. 22–39, 2000.
- MORRIS, M. E.; HUXHAM, F.; MCGINLEY, J.; DODD, K.; IANSEK, R. The biomechanics and motor control of gait in Parkinson disease. **Clinical Biomechanics**, Oxford, v. 16, n. 6, p. 459–470, 2001.
- MORRIS, M. E.; IANSEK, R.; MCGINLEY, J.; MATYAS, T.; HUXHAM, F. Three dimensional gait biomechanics in Parkinson's disease: Evidence for a centrally mediated amplitude regulation disorder. **Movement Disorders**, New York, v. 20, n. 1, p. 40–50, 2005.
- MORRIS, M.; IANSEK, R.; SMITHSON, F., HUXHAM, F. Postural instability in Parkinson's disease: a comparison with and without a concurrent task. **Gait & Posture**, Oxford, v.12, p.205-216, 2000.

- MORRIS, M. E.; MATIAS, T. A.; IANSEK, R.; SUMMERS, J. J. Ability to modulate walking cadence remains intact in Parkinson's disease. **Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry**, London, v.57, p.1532-34, 1994.
- NIEUWBOER, A.; BAKER, K.; WILLEMS, A. M.; JONES, D.; SPILDOOREN, J.; LIM, I.; KWAKKEL, G.; VAN WEGEN, E.; ROCHESTER, L. The short-term effects of different cueing modalities on turn speed in people with Parkinson's disease. **Neurorehabilitation & Neural Repair**, New York, v.23, n.8, p.831-836, 2009.
- PICELLI, A.; CAMIN, M.; TINAZZI, M.; VANGELISTA, A.; COSENTINO, A.; FIASCHI, A.; SMANIA, N. Three-dimensional motion analysis of the effects of auditory cueing on gait pattern in patients with Parkinson's disease: a preliminary investigation. **Neurological Sciences**, Milano, 2010 (no prelo).
- ROCHESTER, L.; HETHERINGTON, V.; JONES, R.; NIEUWBOER, A.; WILLEMS, A. M.; KWAKKEL, G.; VAN WEGEN, E. The effect of external rhythmic cues (auditory and visual) on walking during a functional task in homes of people with Parkinson's disease. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, Chicago, v.86, p. 999-1006, 2005.
- ROCHESTER, L.; NIEUWBOER, A.; BAKER, K.; HETHERINGTON, V.; WILLEMS, A. M.; CHAVRET, F.; KWAKKEL, G.; VANWEGEN, E.; LIM, I.; JONES, D. The attentional cost fo external rhythmical cues and their impact on gait in Parkinson's disease: effect of cue modality and task complexity. **Journal of neural transmission**, v.114, p.1243-1248, 2007.
- SOFUWA, O.; NIEUWBOER, A.; DESLOOVERE, K.; WILLEMS, A. M.; CHAVRET, F., JONKERS, I. Quantitative gait analysis in Parkinson's disease: Comparison with a healthy control group. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, Chicago, v.86, p. 1007-13, 2005.
- STEGEMOLLER, E.L.; BUCKLEV, T.A.; PITSIKOULIS, C.; BARTHELEMY, E.; ROEMMICH, R.; HASS, C.J. Postural instability and gait impairment during obstacle crossing in Parkinson's disease. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v.93, p.703-709, 2012.
- STOLZE, H.; KLEBE, S.; ZECHLIN, C.; BAECKER, C.; FRIEGE, L.; DEUSCHL, G. Falls in frequent neurological diseases. Prevalence, risk factors and etiology. **Journal of Neurology**, v. 251, p. 79-84, 2004.
- THAUT, M. T.; MCINTOSH, G. C.; RICE, R. R.; MILLER, R. A.; RATHBUN, J.; BRAULT, J. M. Rhythmic Auditory Stimulation in Gait Training for Parkinson's Disease Patients. **Movement Disorders**, New York, v.11, n.2, p. 193-200, 1996.
- VAN IERSEL, M. B.; MUNNEKE, M.; ESSELINK, R. A. J.; BENRAAD, C. E. M.; RIKKERT, M. G. M. O. Gait velocity and the timed-up-and-go test were sensitive to changes in mobility in frail elderly patients. **Journal of Clinical Epidemiology**, Oxford, v.61, n.2, p.186-191, 2008.
- VIEREGGE, P.; STOLZE, H.; KLEIN, C.; HEBERLEIN, I. Gait quantitation in Parkinson's disease - Locomotor disability and correlation to clinical rating scales. **Journal of Neural Transmission**, Wien, v. 104, n. 2-3, p. 237-248, 1997.
- VITORIO, R.; PIERUCCINI-FARIA, F.; STELLA, F.; GOBBI, S.; GOBBI, L. T. B. Effects of obstacle height on obstacle crossing in mild Parkinson's disease. **Gait & Posture**, Oxford, v.31, n.1, p.143-6, 2010.
- WILLEMS, A. M.; NIEUWBOER, A.; CHAVRET, F.; DESLOOVERE, K.; DOM, R.; ROCHESTER, L.; JONES, D.; KWAKKEL, G.; VAN WEGEN, E. The use of rhythmic

auditory cues to influence gait in patients with Parkinson's disease, the differential effect for freezers and non-freezers, an explorative study. **Disability and Rehabilitation**, London, v.28, n.11, p.721-728, 2006.

YANG, Y.R.; LEE, Y.Y.; CHENG, S.J.; LIN, P.Y.; WANG, R.Y. Relationship between gait and dynamic balance in early Parkinson's disease. **Gait & Posture**, Amsterdam, v.27, p.611-615, 2008.

ANEXO A - Parecer do comitê de ética.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Rio Claro

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
CEP-IB-UNESP- RIO CLARO

DECISÃO CEP Nº 036/2009

Instituição: UNESP – IB – CRC	Departamento: Educação Física
Protocolo nº: 2635	Data: 08.04.2009
Projeto de Pesquisa: "Efeito de dica auditiva na marcha livre e adaptativa em pacientes com Doença de Parkinson"	

Pesquisa Individual	Pesquisador Responsável:
---------------------	--------------------------

Pesquisa Alunos de Graduação	Pesquisador Responsável: -.-
	Orientando(a): -.-

Pesquisa Alunos de Pós-Graduação	Pesquisador Responsável: Natalia Madalena Rinaldi
	Orientador(a): Profa. Dra. Lilian Teresa Bucken Gobbi

Objetivo Acadêmico:	<input type="checkbox"/> TCC
	<input checked="" type="checkbox"/> Mestrado
	<input type="checkbox"/> Doutorado
	<input type="checkbox"/> Outros (especificar)

O Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Biociências da UNESP – Campus de Rio Claro, em sua 34ª reunião ordinária, realizada em 05/06/2009,	
<input checked="" type="checkbox"/>	Aprovou o Projeto de Pesquisa acima citado, ratificando o parecer emitido pelo relator.
<input type="checkbox"/>	Referendou o Projeto de Pesquisa acima citado, ratificando o parecer emitido pelo relator.
<input type="checkbox"/>	Aprovou retornar ao interessado para atendimento das pendências encontradas (prazo máximo de 60 dias):
<input type="checkbox"/>	Não Aprovou.
<input type="checkbox"/>	Retirou , devido à permanência das pendências.
<input type="checkbox"/>	Aprovou o Projeto de Pesquisa acima citado e o encaminha , com o devido parecer, para apreciação da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa- CONEP/MS , por se tratar de um dos casos previstos no capítulo VIII, item 4.c.

“Formulário para Acompanhamento dos Protocolos de Pesquisa Aprovados”
Data de Entrega: Junho de 2011

Rio Claro, 08 de junho de 2009.
<i>Ana Maria Pellegrini</i>
Profa. Dra. Ana Maria Pellegrini Vice-Coordenadora do CEP em exercício

APÊNDICE A - Termo de consentimento livre e esclarecido (pacientes com doença de Parkinson).



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Biociências

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(Conselho Nacional de Saúde, Resolução 196/96)

Convido o senhor (a) a participar de um estudo que objetiva investigar o efeito de dica auditiva nos parâmetros cinemáticos, cinéticos e eletromiográficos da marcha livre e adaptativa. Inicialmente serão coletadas algumas medidas de sua perna e pé, bem como peso e estatura. Você fará essas tarefas em duas fases: na primeira fase sem efeito da medicação antiparkinsoniana e na segunda fase com efeito da medicação antiparkinsoniana. Você será convidado a andar numa linha reta com ou sem a presença de um obstáculo colocado na passarela com e sem dica auditiva. Este obstáculo, que deverá ser ultrapassado, é feito de espuma e um possui a altura do tornozelo e o outro a metade da perna. Será utilizado um obstáculo de cada vez nas tentativas.

Para a realização dos testes, marcadores passivos (1,5cm de diâmetro) envolvidos com papel refletivo e eletrodos de superfície serão posicionados em alguns pontos articulares e músculos, respectivamente. Sua participação não deverá exceder 240 minutos. Esta tarefa apresenta um pequeno risco de tontura e queda, contudo, um examinador estará constantemente ao seu lado se eventualmente uma ajuda for necessária.

Por favor, sinta-se à vontade para realizar qualquer pergunta, a qualquer momento, pois teremos o prazer de respondê-las. Você possui plena liberdade para recusar a participação no estudo ou abandoná-lo a qualquer momento sem nenhum prejuízo pessoal. Você receberá um código, o que assegurará que a sua identidade seja mantida confidencial.

Caso você concorde em participar desse estudo, os dados registrados na filmagem e algumas informações pessoais serão utilizados, única e exclusivamente, para ensino e pesquisa. Ainda, os resultados obtidos poderão ser empregados por médicos e terapeutas em relação ao tratamento da doença.

Se você estiver devidamente esclarecido (a) pelo pesquisador a respeito dos procedimentos a serem adotados e consentir em participar do projeto de pesquisa em questão, por favor, assine no local correspondente. Uma cópia do presente Termo lhe será entregue, após assinado.

Rio Claro, _____ de 2009.

Assinatura do indivíduo ou responsável legal

Assinatura do pesquisador responsável

Orientadora: Profa. Dra. Lilian Teresa Bucken Gobbi

DADOS DA PESQUISA

Título do projeto: *Efeito de dica auditiva na marcha livre e adaptativa em pacientes com doença de Parkinson.*

Pesquisador responsável: Natalia Madalena Rinaldi.

Instituição: LEPLO/Depto de Educação Física – Instituto de Biociências/UNESP/RC

Endereço: Av. 24-A, nº 1515, Bela Vista, Rio Claro, CEP: 13.506-900

Fone: (19) 3526-4320 Fax: (19) 3534-6436

DADOS DO PARTICIPANTE

Nome: _____

RG: _____ **Sexo:** F () M ()

Data de Nascimento: ____/____/____

Endereço: _____

Bairro: _____ **Cidade:** _____

CEP: _____ **Fone:** (____) _____

APÊNDICE B- Termo de consentimento livre e esclarecido (idosos).



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Biociências

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(Conselho Nacional de Saúde, Resolução 196/96)

Convido o senhor (a) a participar de um estudo que objetiva investigar o efeito de dica auditiva nos parâmetros cinemáticos, cinéticos e eletromiográficos da marcha livre e adaptativa. Inicialmente serão coletadas algumas medidas de sua perna e pé, bem como peso e estatura. Você fará essas tarefas em duas fases: na primeira fase dos testes, sem dica auditiva; na segunda fase, com dica auditiva. Você será convidado a andar numa linha reta com ou sem a presença de um obstáculo colocado na passarela. Este obstáculo, que deverá ser ultrapassado, é feito de espuma e um possui a altura do tornozelo e o outro a metade da perna. Será utilizado um obstáculo de cada vez nas tentativas.

Para a realização dos testes, marcadores passivos (1,5cm de diâmetro) envolvidos com papel refletivo e eletrodos de superfície serão posicionados em alguns pontos articulares e músculos, respectivamente. Sua participação não deverá exceder 180 minutos. Esta tarefa apresenta um pequeno risco de tontura e queda, contudo, um examinador estará constantemente ao seu lado se eventualmente uma ajuda for necessária.

Por favor, sinta-se à vontade para realizar qualquer pergunta, a qualquer momento, pois teremos o prazer de respondê-las. Você possui plena liberdade para recusar a participação no estudo ou abandoná-lo a qualquer momento sem nenhum prejuízo pessoal. Você receberá um código, o que assegurará que a sua identidade seja mantida confidencial.

Caso você concorde em participar desse estudo, os dados registrados na filmagem e algumas informações pessoais serão utilizados, única e exclusivamente, para ensino e pesquisa. Ainda, os resultados obtidos poderão ser empregados por médicos e terapeutas em relação ao tratamento da doença.

Se você estiver devidamente esclarecido (a) pelo pesquisador a respeito dos procedimentos a serem adotados e consentir em participar do projeto de pesquisa em questão, por favor, assine no local correspondente. Uma cópia do presente Termo lhe será entregue, após assinado.

Rio Claro, _____ de 2009.

Assinatura do indivíduo ou responsável legal

Assinatura do pesquisador responsável

Orientadora: Profa. Dra. Lilian Teresa Bucken Gobbi

DADOS DA PESQUISA

Título do projeto: *Efeito de dica auditiva na marcha livre e adaptativa em pacientes com doença de Parkinson.*

Pesquisador responsável: Natalia Madalena Rinaldi.

Instituição: LEPLO/Depto de Educação Física – Instituto de Biociências/UNESP/RC

Endereço: Av. 24-A, nº 1515, Bela Vista, Rio Claro, CEP: 13.506-900

Fone: (19) 3526-4320 Fax: (19) 3534-6436

DADOS DO PARTICIPANTE

Nome: _____

RG: _____ **Sexo:** F () M ()

Data de Nascimento: ____/____/____

Endereço: _____

Bairro: _____ **Cidade:** _____

CEP: _____ **Fone:** (____) _____

APÊNDICE C - Médias e desvios padrão das variáveis cinemáticas das tarefas ML, OB, AO para o grupo de pacientes com DP nas condições com e sem DA.

Variáveis	Marcha livre		Obstáculo baixo		Obstáculo alto	
	s/DA	c/DA	s/DA	c/DA	s/DA	c/DA
Comprimento (cm)	111,88±19,07	114,11±12,99	107,02±21,76	105,24±23,78	108,82±27,53	102,16±11,52
Velocidade (cm/s)	104,94±21,90	106,38±16,39	98,14±22,21	100,49±15,58	96,66±25,22	95,96±19,25
Largura (cm)	22,07±8,26	23,00± 9,84	22,22±9,28	22,20±9,08	23,55±9,41	23,71±9,00
Cadência (passos/min)	112,23±10,9	111,95±9,9	110,32±10,4	115,57±9,7	107,76±11,7	113,58±10,9
Suporte simples (s)	0,40±0,04	0,40±0,06	0,40±0,04	0,38±0,08	0,46±0,14	0,42±0,05
Duplo suporte (s)	0,13±0,03	0,12±0,03	0,12±0,03	0,13±0,04	0,18±0,20	0,13±0,04
Duração (s)	1,08±0,11	1,08±0,09	1,10±0,11	1,05±0,11	1,13±0,13	1,07±0,12
DHPO MS	-	-	21,80±6,83	20,58±9,10	24,67±9,55	21,51±9,55
DHPO MU	-	-	76,40±16,30	78,04±17,22	84,75±26,09	71,59±19,81
DVPO MS	-	-	13,65±0,93	13,71±0,90	12,04±1,07	11,97±1,16
DHOP MS	-	-	68,55±12,02	65,77±16,37	65,68±15,98	64,78±13,06
DHOP MU	-	-	15,06±6,11	13,70±3,89	16,63±3,54	19,06±6,81

s/DA: sem dica auditiva; c/DA: com dica auditiva; cm: centímetro; cm/s: centímetro por segundo; passos/min: passos por minuto; s: segundos; DHPO: distância horizontal pé obstáculo; MS: membro de suporte; MU: membro de ultrapassagem; DVPO: distância vertical pé obstáculo; DHOP: distância horizontal obstáculo pé.

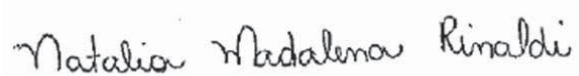
APÊNDICE D - Médias e desvios padrão das variáveis cinemáticas das tarefas ML, OB, AO para o grupo de idosos nas condições com e sem DA.

Variáveis	Marcha livre		Obstáculo baixo		Obstáculo alto	
	s/DA	c/DA	s/DA	c/DA	s/DA	c/DA
Comprimento (cm)	119,31±16,40	127,13±9,41	108,10±23,46	116,64±17,67	119,11±25,69	114,19±16,1
Velocidade (cm/s)	121,59±17,15	118,13±18,71	102,26±21,77	112,12±19,06	112,82±24,38	113,25±18,31
Largura(cm)	18,91±5,53	19,59±6,80	19,68±6,80	18,00±5,08	15,90±4,61	18,69±6,70
Cadência (passos/min)	114,50±9,3	118,71±10,6	113,27±13,9	115,81±12,4	113,96±14,0	119,96±15,8
Suporte simples (s)	0,42±0,05	0,39±0,03	0,38±0,04	0,40±0,05	0,42±0,17	0,37±0,05
Duplo suporte (s)	0,11±0,03	0,10±0,03	0,11±0,02	0,11±0,03	0,10±0,03	0,11±0,03
Duração (s)	1,06±0,09	1,02±0,08	1,05±0,09	1,07±0,12	1,07±0,10	1,02±0,11
DHPO MS	-	-	22,64±8,57	22,59±5,77	19,91±5,88	20,52±6,93
DHPO MU	-	-	77,43±18,80	66,63±18,91	75,15±9,44	76,61±14,64
DVPO MS	-	-	13,87±1,07	14,03±1,55	11,65±0,62	12,08±0,84
DHOP MS	-	-	81,28±12,46	76,76±22,46	77,00±15,07	70,01±16,58
DHOP MU	-	-	19,82±8,12	25,21±22,06	19,49±9,27	18,12±5,66

s/DA: sem dica auditiva; c/DA: com dica auditiva; cm: centímetro; cm/s: centímetro por segundo; passos/min: passos por minuto; s: segundos; DHPO: distância horizontal pé obstáculo; MS: membro de suporte; MU: membro de ultrapassagem; DVPO: distância vertical pé obstáculo; DHOP: distância horizontal obstáculo pé



Profª Drª. Lilian Teresa Bucken Gobbi



Ms. Natalia Madalena Rinaldi



Aluna: Priscila Matias Formaggio

