
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA MOTRICIDADE

**COMPLEXIDADE DO AMBIENTE E ASSIMETRIA NO ANDAR DE IDOSOS COM
DOENÇA DE PARKINSON**

DIEGO ORCIOLI DA SILVA

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências do Câmpus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências da Motricidade.

Dezembro - 2015

DIEGO ORCIOLI DA SILVA

**COMPLEXIDADE DO AMBIENTE E ASSIMETRIA NO ANDAR DE IDOSOS COM
DOENÇA DE PARKINSON**

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências do Câmpus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências da Motricidade.

Orientadora: Profa. Dra. Lilian Teresa Bucken Gobbi

Coorientador: Prof. Dr. Fabio Augusto Barbieri

**Rio Claro
2015**

796.0132 Orcioli-Silva, Diego
O64c Complexidade do ambiente e assimetria no andar de idosos
com doença de Parkinson / Diego Orcioli-Silva. - Rio Claro,
2015
71 f. : il., figs., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Instituto de Biociências de Rio Claro
Orientador: Lilian Teresa Bucken Gobbi
Coorientador: Fabio Augusto Barbieri

1. Capacidade motora. 2. Controle motor. 3. Ambiente
com múltiplos obstáculos. I. Título.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: COMPLEXIDADE DO AMBIENTE E ASSIMETRIA NO ANDAR DE IDOSOS COM DOENÇA DE PARKINSON

AUTOR: DIEGO ORCIOLI DA SILVA

ORIENTADORA: Profa. Dra. LILIAN TERESA BUCKEN GOBBI

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. FABIO AUGUSTO BARBIERI

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM CIENCIAS DA MOTRICIDADE , Área: BIODINAMICA DA MOTRICIDADE HUMANA, pela Comissão Examinadora:



Profa. Dra. LILIAN TERESA BUCKEN GOBBI
Departamento de Educação Física / Instituto de Biociências de Rio Claro



Prof. Dr. RENATO DE MORAES
Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto / Universidade de São Paulo



Profa. Dra. LUCIANE APARECIDA PASCUCCI SANDE DE SOUZA
Universidade Federal do Triângulo Mineiro

Data da realização: 18 de dezembro de 2015.

Dedico este trabalho a Deus, a minha esposa Miriã, aos meus pais Milton e Célia e ao meu irmão Danilo.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por mais uma realização em minha vida, principalmente, por ter me guiado durante toda a minha vida acadêmica. “*Feliz o homem que acha sabedoria, e o homem que adquire conhecimento*”. Provérbios 8.13.

À minha esposa, amiga, companheira e conselheira Miriã, por todo apoio, conselhos e orações, principalmente durante os momentos e escolhas difíceis. Nesses 11 anos, crescemos e amadurecemos juntos, realizamos vários sonhos, criamos novos e, tenho certeza que, juntos, conquistaremos diversos outros sonhos. Obrigado pela companhia, carinho, amor e paciência nesses anos. Te amo muito linda!!!

Aos meus pais, Milton e Célia, por todo apoio, carinho e amor durante toda minha vida. Vocês são os maiores exemplos para mim, me orgulho muito de tê-los como pais. Agradeço pelos ensinamentos e conselhos. Agradeço também ao meu irmão Danilo pela amizade, pelos momentos de descontração, por me aguentar principalmente quando estou estressado, e pelas nossas lutas em casa (de brincadeira, é claro... rs!!!). Amo muito vocês!!!!

À toda minha família, em especial aos meus avós Zélia, Pedro (*in memoriam*), Nair e Milton, e a todos os tios, tias e primos.

Aos meus sogros, Miquéias e Raquel, por todo apoio, carinho e por me acolherem como parte da família, além disso, pelos almoços, cafés da tarde e jantares... rs! Também agradeço aos meus cunhados Vasti e Juninho, pelo carinho e amizade.

À minha orientadora Lilian Gobbi, pelas oportunidades que me ofereceu e pelos ensinamentos durante esses 6 anos de convivência no laboratório, por ser exemplo de professora dedicada e competente. Obrigado por me aceitar como membro de um dos maiores laboratórios de controle motor e estudo da doença de Parkinson do Brasil, o qual foi construído com muita dedicação, trabalho e profissionalismo. Também não poderia deixar de me desculpar pelas brincadeiras e pelos diversos pedidos de dinheiro (rs).

Ao meu coorientador e amigo Fabio Barbieri, pelos ensinamentos, pela paciência, pela disposição em me ajudar, pelas noites perdidas me ajudando nos projetos, pelas oportunidades de escrever artigos juntos e, principalmente, pela amizade. Não poderia esquecer de agradecer as broncas que recebi, mas que contribuíram, e muito, para o meu aprendizado e crescimento acadêmico. Você é um exemplo de pessoa competente e dedicada. Agradeço por ter confiado em meu potencial.

Ao meu irmãozinho de coração e amigo Luquinha, pela grande amizade e por estar junto comigo desde o início da caminhada na graduação, laboratório e mestrado. Obrigado pelas

experiências compartilhadas que, certamente, contribuíram para nosso crescimento profissional e pessoal. Em especial, gostaria de agradecer ao casal querido, Luquinha e Mayarinha, por aceitarem ser meus padrinhos de casamento. Torço muito por vocês.

Aos meus companheiros do Laboratório de Estudos da Postura e Locomoção (LEPLO). Obrigado pela companhia nesses 6 anos. Em especial, agradeço aos meus amigos e padrinhos Rodrigo e Ellen por toda força, ajuda, conselhos, companheirismo e por aceitarem fazer parte de um momento especial em minha vida – meu casamento. Também agradeço ao grande Paulo Cezar (PC) pela enorme amizade, pelas risadas e pela disposição em me ajudar a qualquer hora, um grande exemplo para mim dentro do laboratório. Agradeço ao Vitinho (Pexe) pela grande amizade, pela ajuda nas coletas de dados, pelas risadas e conversas. A Claudinha (“a mãezona do laboratório”) por todo carinho, atenção e disposição em me auxiliar. À Pri e Fran por sempre estarem dispostas a me ajudar, principalmente nas coletas e análises de dados deste projeto. À Stephannie, Nubia, Julia, André, Paiasso, Paulinho, Marcelo, Mayara, Diego e Aleja, Gui, Thainá e Juliana, obrigado pela amizade e ajuda durante esses anos.

Um agradecimento especial aos meus amigos PC, Rodrigo, Luquinha e Vitinho pelos momentos de descontrações, pelos cafezinhos com chocolate, vôlei, sinuca, zoações, enfim, pela grande amizade que construímos nesses anos.

Aos amigos e padrinhos Kavaco, Felipe (Ferpo) e Laís, aos amigos “crossfiteiros”, Tiago, Débora, Gabriel, Micheli e Rafinha, ao meu amigo corintiano Diego Milani e sua esposa Dri pela grande amizade de vocês.

À melhor turma da UNESP de Rio Claro - BLEF 2008. Em especial um muito obrigado ao Kavaco, Vitinho, Testô, Birula, Otávio, Batatais, Cléber, Luizão, Edsão, Vinão, Cansas, dentre outros, que fizeram essa turma ser, indiscutivelmente, a melhor. Obrigado à todos vocês!!!

Ao PROPARKI e PROFIT por oferecer a oportunidade da realização deste estudo com a participação dos idosos destes programas.

À CAPES, pelo apoio financeiro, na forma de bolsa de estudos, durante os primeiros meses de realização desta dissertação.

À FAPESP, pelo apoio financeiro, na forma de bolsas de estudos, para a realização desta dissertação (2013/27032-0) e de estágio de pesquisa no exterior (2014/16503-4).

Ao professor Mark Carpenter, por me receber e me orientar no meu estágio de pesquisa no exterior no *Neural Control of Posture and Movement Laboratory* na *University of British Columbia*, Vancouver, Canadá, que me ajudou no crescimento acadêmico e pessoal, onde tive grandes experiências.

RESUMO

Introdução: A presente dissertação de mestrado é composta por dois estudos. O Estudo 1 analisou e comparou a influência do aumento da complexidade do ambiente nos parâmetros cinemáticos e cinéticos do andar de idosos com doença de Parkinson (DP) e idosos neurologicamente saudáveis. O Estudo 2 analisou e comparou a assimetria do andar de idosos com DP e idosos neurologicamente saudáveis em ambientes com múltiplos obstáculos. **Materiais e método:** A amostra do estudo foi composta por 38 idosos, sendo 19 idosos com DP e 19 idosos saudáveis. A tarefa experimental consistiu em andar em velocidade preferida nas seguintes condições: sem ultrapassagem de obstáculo; com ultrapassagem de um obstáculo; com ultrapassagem de dois obstáculos a 108cm de distância entre eles (Estudo 1), ainda, no Estudo 2 foi acrescentada a condição com ultrapassagem de dois obstáculos a 50cm de distância entre eles. No Estudo 1, a ultrapassagem foi realizada com o membro inferior direito e, no Estudo 2, com ambos os membros inferiores. Para o andar sem obstáculo, foi analisada a passada central. Nas condições com obstáculo(s) foram analisadas as fases de aproximação e ultrapassagem, sendo que, na condição com dois obstáculos, a análise foi realizada apenas para o primeiro obstáculo. No Estudo 1 foram analisados os parâmetros cinemáticos e cinéticos do andar e no Estudo 2 foi calculado o Índice de Assimetria para cada variável do andar. **Resultados:** Estudo 1: os idosos diminuíram o comprimento da passada nas condições com 1 e 2 obstáculos e, na condição com 2 obstáculos, aumentaram a duração da passada. Ainda, os idosos com DP diminuíram a porcentagem em suporte simples e aumentou o duplo suporte em ambas as condições com obstáculos. Na fase de ultrapassagem, a presença de 2 obstáculos no andar exigiu ajustes cinemáticos e cinéticos (menor comprimento e velocidade do passo, menor distância horizontal e vertical entre o pé e o obstáculo e menor impulso horizontal de frenagem) mais acentuados comparado às outras condições. Estudo 2: os idosos com DP aumentaram a assimetria na fase de aproximação, especialmente nas variáveis temporais do passo (duração e fase de balanço do passo), nas condições com múltiplos obstáculos. Na fase de ultrapassagem, os idosos com DP apresentaram maior assimetria na distância vertical do pé para o obstáculo. **Conclusão:** Os idosos realizam ajustes nos parâmetros do andar em ambientes com obstáculos. Devido à maior exigência motora, atencional e sensorial do ambiente com múltiplos obstáculos, os idosos aumentaram a duração da passada na fase de aproximação, demonstrando a necessidade de mais tempo para processar as informações do ambiente. Contudo, devido aos déficits na integração sensório-motora e comprometimentos motores dos idosos com DP, o andar em ambientes mais complexos é mais prejudicial para essa população, exacerbando a bradicinesia e a hipometria. Por fim, os idosos com DP apresentam maior assimetria no andar quando comparados a idosos saudáveis em ambiente com múltiplos obstáculos, principalmente na fase de aproximação.

Palavras-chave: Andar. Doença de Parkinson. Ambiente com múltiplos obstáculos. Assimetria

ABSTRACT

Introduction: This dissertation consists of two studies. Study 1 investigated the influence of environmental complexity on kinematic and kinetic parameters of gait in people with Parkinson's disease (PD) and healthy older adults. Study 2 compared gait asymmetry between people with (PD) and healthy older adults while walking on an environment with multiple obstacles. **Materials and method:** Thirty-eight older adults (19 patients with PD and 19 healthy individuals) participated in the study. The experimental task required participants to walk at preferred speed under the following conditions: free (regular) walking, avoiding one obstacle, avoiding two obstacles placed 108cm apart (Study 1); in the Study 2, another experimental condition was added: avoiding two obstacles placed 50cm apart. In the Study 1, obstacle avoidance was performed with the right limb as the leading limb, while both limbs were used as the leading limb for the Study 2. For free walking condition, the stride cycle performed in the central area of the pathway was considered for analysis. For conditions with two obstacles, outcome measures included calculations related to the first obstacle only, considering both approach and crossing phases. In the Study 1, we calculated kinematic and kinetic parameters of walking; in the Study 2, we calculated the asymmetry index for each outcome measure. **Results:** Study 1: both people with PD and healthy individuals decreased the stride length while approaching obstacles (one or two) and increased stride duration while approaching two obstacles. Also, people with PD decreased the percentage of time spent in single support and increased the time spent in double support in both condition with one and two obstacles. For the crossing phase, the presence of 2 obstacles in the pathway required more evident kinematic and kinetic adjustments (decreases were observed for step length, step velocity, horizontal and vertical distances from the feet to the obstacle, and horizontal braking impulse) in comparison to the other experimental conditions. Study 2: people with PD increased asymmetry of walking in the approach phase, especially for temporal outcomes (step duration and swing phase) in the conditions with multiple obstacles. For the crossing phase, people with PD demonstrated higher asymmetry values than healthy older adults for toe clearance. **Conclusion:** both people with PD and healthy individuals were able to adapt walking behavior when faced with environmental constraints induced by obstacles. Due to increased attentional and sensorimotor requirements to succeed while walking in environments with multiple obstacles, both people with PD and healthy participants increased stride duration in the approach phase, suggesting that additional time is necessary to process information from the environment in this situation. However, due to deficits in sensorimotor integration and motor impairments of PD, walking in more complex environments is more harmful to patients with PD, exacerbating bradykinesia and hypometria. Lastly, people with PD demonstrated higher asymmetry of walking than healthy individuals in environment with multiple obstacles, especially in the approach phase.

Keywords: Gait. Parkinson's disease. Environment with multiple obstacles. Asymmetry.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Desenho das condições experimentais..... | 21 |
| Figura 2. Variáveis dependentes da fase de ultrapassagem para ambos os membros inferiores..... | 22 |
| Figura 3. Média e desvios padrão da interação grupo*condição para o comprimento, porcentagem do suporte simples e duplo suporte da passada na fase de aproximação. | 25 |
| Figura 4. Interação grupo*condição do comprimento e velocidade do passo de abordagem na fase de ultrapassagem. | 27 |
| Figura 5. Interação grupo*condição do comprimento, fase de balanço e velocidade do passo de suporte na fase de ultrapassagem..... | 28 |
| Figura 6. Interação grupo*condição da distância horizontal do pé para o obstáculo do membro de suporte (DHOPMS) após a ultrapassagem. | 31 |
| Figura 7. Desenho das condições experimentais..... | 40 |
| Figura 8. Exemplificação dos passos considerados para análise nas tentativas com obstáculo: passo de ultrapassagem (N), do último (N-1) e do penúltimo (N-2) passos antes do primeiro obstáculo..... | 41 |
| Figura 9. Interação grupo*condição para os índices de assimetria da duração do passo e da fase de balanço do último passo antes do obstáculo (N-1).. | 43 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1. Características dos idosos com DP (GP) e dos idosos neurologicamente sadios (GC). | 24 |
| Tabela 2. Médias e desvios padrão dos parâmetros da passada da fase de aproximação por grupo e condição..... | 26 |
| Tabela 3. Médias e desvios padrão dos parâmetros da fase de ultrapassagem dos passos de abordagem e suporte por grupo e condição..... | 29 |
| Tabela 4. Médias e desvios padrão das variáveis cinéticas do andar com um e dois obstáculos. | 30 |
| Tabela 5. Médias e desvios padrão das distâncias horizontais entre o pé e o obstáculo nas condições com um e dois obstáculos dos idosos com DP (GP) e sadios (GC). | 32 |
| Tabela 6. Somatória e assimetria na pontuação dos itens 20 a 26 da UPDRS III. | 42 |
| Tabela 7. Médias e erros padrão do Índice de Assimetria (I_A - %) dos parâmetros dos dois últimos passos (N-1 e N-2) na fase de aproximação para cada grupo e condição experimental | 45 |
| Tabela 8. Médias e erros padrão do Índice de Assimetria (I_A - %) dos parâmetros espaciais e temporais do passo de ultrapassagem para cada grupo e condição experimental | 46 |
| Tabela 9. Médias e erros padrão do Índice de Assimetria (I_A - %) das variáveis cinéticas dos idosos com DP e sadios em cada condição experimental..... | 47 |
| Tabela 10. Médias e erros padrão do Índice de Assimetria (I_A - %) das distâncias horizontais e verticais dos membros de abordagem e suporte dos idosos com DP e sadios em cada condição experimental. | 47 |

Sumário

| | |
|---|----|
| 1. CAPÍTULO 1 - Introdução geral..... | 11 |
| 1.1. Características da doença de Parkinson | 12 |
| 1.2. Assimetria na DP | 13 |
| 1.3. Caracterização da marcha na doença de Parkinson: ambientes com obstáculo..... | 14 |
| 1.4. Implicações do aumento da complexidade do ambiente | 15 |
| 1.5. Objetivos e delineamento..... | 16 |
| 2. CAPÍTULO 2 - Comportamento do andar em ambiente com múltiplos obstáculos de idosos com doença de Parkinson | 17 |
| 2.1. Introdução | 17 |
| 2.2. Materiais e método..... | 18 |
| 2.2.1. Participantes | 18 |
| 2.2.2. Delineamento Experimental..... | 19 |
| 2.2.3. Análise estatística | 23 |
| 2.3. Resultados | 23 |
| 2.3.1. Fase de aproximação | 24 |
| 2.3.2. Fase de ultrapassagem..... | 26 |
| 2.3.3. Distância horizontal entre pé e obstáculo..... | 30 |
| 2.3.4. Distância vertical entre o pé e o obstáculo..... | 31 |
| 2.4. Discussão | 33 |
| 2.5. Conclusão..... | 36 |
| 3. CAPÍTULO 3 - Ambientes com múltiplos obstáculos aumentam a assimetria do andar de idosos com doença de Parkinson | 37 |
| 3.1. Introdução | 37 |
| 3.2. Materiais e método..... | 38 |
| 3.2.1. Análise estatística..... | 41 |
| 3.3. Resultados | 42 |
| 3.3.1. Fase de aproximação | 43 |
| 3.3.2. Fase de ultrapassagem..... | 46 |
| 3.4. Discussão | 48 |
| 3.5. Conclusão..... | 49 |
| 4. CAPÍTULO 4 - Considerações finais..... | 50 |
| 5. CAPÍTULO 5 - Referências | 52 |
| 6. APÊNDICE 1 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido..... | 63 |

| | |
|--|----|
| 7. ANEXOS | 66 |
| 7.1. Anexo 1 – Parecer consubstanciado do Comitê de Ética..... | 66 |
| 7.2. Anexo 2 - Unified Parkinson's Disease Rating Scale | 69 |
| 7.3. Anexo 3 – Mini-Exame do Estado Mental | 71 |

1. CAPÍTULO 1

Introdução geral

Comprometimentos locomotores influenciam negativamente a qualidade de vida dos idosos com doença de Parkinson (DP) (MORRIS et al., 2001). Esta população apresenta prejuízos no andar em ambientes regulares (ambientes que não apresentam quaisquer irregularidades), principalmente reduções no comprimento do passo e na velocidade do andar (MORRIS et al., 2001, 2005; DEL OLMO & CUDEIRO, 2005; YANG et al., 2008; VITÓRIO et al., 2014a), e dificuldades para lidar com ambientes complexos, como ambientes que apresentam obstáculos (GALNA et al., 2010; VITÓRIO et al., 2010; STEGMÖLLER et al., 2012; PIERUCCINI-FARIA et al., 2013; VITÓRIO et al., 2013; 2014b). A ultrapassagem ou desvio de obstáculos durante o andar é considerado um dos principais motivos de quedas em idosos com DP (GRIMBERGEM et al., 2004; STOLZE et al., 2004). Durante a ultrapassagem do obstáculo, os membros inferiores são utilizados em funções específicas (VITÓRIO et al., 2010, 2014b; PIERUCCINI-FARIA et al., 2013), ou seja, enquanto um membro executa a ultrapassagem do obstáculo (membro de abordagem), o outro é utilizado como a base de apoio para realização da ultrapassagem (membro de suporte), e isso, somado aos comprometimentos da DP, sobretudo de maneira unilateral, poderia exacerbar a assimetria entre os lados. O foco dos estudos com o paradigma de ultrapassagem de obstáculo tem sido desenvolvido com a presença de apenas um obstáculo, especialmente nos estudos que envolvem idosos com DP. Entretanto, costumeiramente durante a locomoção, o indivíduo se depara com mais de um obstáculo (aumento da complexidade), o que aumenta a demanda sensorial, atencional e motora para a realização efetiva da tarefa. O estudo do paradigma de ultrapassagem de dois ou mais obstáculos é importante para idosos com DP que apresentam, de modo geral, déficits na integração sensório-motora (JACOBS & HORAK, 2006; MARTENS & ALMEIDA, 2012), para compreender o controle do andar e as implicações que esse tipo de ambiente gera no padrão locomotor dos idosos. Dessa forma, o principal objetivo deste estudo é investigar a influência da complexidade do ambiente no controle do andar e na assimetria de idosos com DP.

Nesta introdução geral, primeiramente são apresentados dados epidemiológicos, características fisiopatológicas e os principais sinais motores da DP. Na sequência são apresentados os aspectos da unilateralidade e a assimetria presente na DP, sobretudo as informações relacionadas aos padrões locomotores. Após isso, é discutido o paradigma de ultrapassagem de obstáculo para os idosos com DP e as implicações da complexidade deste

paradigma para a locomoção. Por fim, são detalhados o delineamento e os objetivos desta dissertação.

1.1. Características da doença de Parkinson

Nos últimos anos, dados têm revelado grande aumento da população idosa no mundo (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2015). O aumento da expectativa de vida faz com que cuidados mais elaborados sejam necessários para esta população, uma vez que complicações inerentes ao envelhecimento, como por exemplo, doenças neurodegenerativas, apresentam aumento na sua incidência. Uma das doenças neurodegenerativas mais prevalentes em idosos é a DP, que afeta de 0,5 a 1% da população com idade entre 65 e 69 anos de idade e de 1 a 3% da população com mais de 80 anos de idade (de LAU & BRETELER, 2006). No Brasil, a DP atinge 3,3% dos idosos acima dos 64 anos de idade (BARBOSA et al., 2006).

A DP é uma enfermidade crônica, neurodegenerativa e progressiva, caracterizada pela degeneração dos neurônios dopaminérgicos da substância negra parte compacta, situada nos núcleos da base (NB) (WICHMANN & DELONG, 2014). O início do processo patológico já ocorre cerca de 20 anos antes do aparecimento dos sinais motores clássicos da DP, quando cerca de 50-70% dos neurônios dopaminérgicos já foram degenerados (BRAAK et al., 2004).

Desordens do movimento na DP são causadas pela degeneração dos neurônios dopaminérgicos. Estes neurônios localizados na substância negra parte compacta são responsáveis pelo controle de todos os circuitos do NB (WICHMANN & DELONG, 2014). Eles fornecem aferências excitatórias (via direta - facilitadora do movimento) ao globo pálido interno e à substância negra parte reticulada e aferências inibitórias (via indireta - inibidora do movimento) ao globo pálido externo. Estas projeções dopaminérgicas são responsáveis por aumentar a atividade na via direta e diminuir a atividade na via indireta e, conseqüentemente, diminuir o efeito da aferência inibitória dos NB (DELONG & WICHMANN, 2007), aumentando a atividade do globo pálido interno e da substância negra parte reticulada (DELONG & WICHMANN, 2007). Desta forma, o efeito inibitório da saída dos NB fica anormalmente alto, acarretando inibição excessiva da via tálamo-cortical e a ativação dos neurônios motores superiores no córtex fica reduzida (HIRSCH et al., 2000). Por consequência desse desequilíbrio, alguns dos sinais da DP podem ser evidenciados, como a rigidez muscular, o tremor de repouso, a dificuldade para iniciar um movimento (acinesia), a diminuição da velocidade (bradicinesia) e da amplitude dos movimentos (hipometria), e comprometimentos na postura e locomoção (WICHMANN & DELONG, 2014).

1.2. Assimetria na DP

Os efeitos da perda da dopamina não são uniformes dos dois lados do cérebro, sendo a DP caracterizada como uma doença com sinais unilaterais (DJALDETTI et al., 2006; FRAZZITTA et al., 2013). A unilateralidade dos sinais acomete pacientes em estágios iniciais da doença, sendo importante fator para diagnosticar idosos com DP (UITTI et al., 2005; DJALDETTI et al., 2006). Esta unilateralidade dos sinais gera uma assimetria motora nas pessoas que apresentam a DP. Esta assimetria está associada com a degeneração assimétrica dos neurônios dopaminérgicos da substância negra e com a transmissão assimétrica dos sinais desses neurônios para o corpo estriado (KNABLE et al., 1995; TATSCH et al., 1997). Conseqüentemente, as aferências dos núcleos da base para as partes superiores do cérebro ocorrem de forma assimétrica, resultando em respostas diferentes entre os lados do corpo (FRAZZITTA et al., 2013).

A assimetria parece persistir por todo período de progressão da doença, 20 a 30 anos, podendo estar presente em pacientes em estágios mais avançados (DJALDETTI et al., 2006). Entretanto, não existe uma causa óbvia para o lado de início da doença. Aspectos estruturais, genéticos, ambientais, tóxicos e metabólicos são utilizados para explicar a assimetria na DP (DJALDETTI et al., 2006). Contudo, Djaldetti e colaboradores (2006) apresentam duas possíveis explicações sobre a unilateralidade nos sinais. A primeira refere-se à variação no número de neurônios dopaminérgicos, sendo que o número de neurônios de um lado é menor que do outro lado já no nascimento. Assim, a DP afetaria os dois lados igualmente, mas com início precoce dos sinais da DP do lado com menor número de neurônios. A segunda explicação é que o processo degenerativo é iniciado, por motivos estruturais ou ambientais, antecipadamente em um dos lados, desenvolvendo a assimetria entre os lados.

A assimetria na DP afeta o andar de idosos com DP. Estudos anteriores têm reportado que idosos com DP apresentam assimetria no balanço dos braços (LEWEK et al., 2010; HUANG et al., 2012; ROGGENDORF et al., 2012; KWON et al. 2014), no comprimento da passada (ROEMMICH et al., 2014), na fase de balanço das pernas (PLOTNIK et al., 2005, 2008; BALTADJIEVA et al., 2006; YOGEV et al., 2007) e na duração da passada (NANHOE-MAHABIER et al., 2013). A assimetria no andar tem sido relacionada à ativação assimétrica da área motora suplementar, que está envolvida no controle da coordenação do andar pelos NB (FUKUYAMA et al., 1997; YAZAWA et al., 1997). Ainda, a assimetria tem sido considerada preditora de episódios de congelamento durante o andar (PLOTNIK et al., 2005, 2008;

FRAZZITTA et al., 2013). Entretanto, esses estudos anteriores têm analisado o andar em ambiente regular, sem presença de obstáculos.

1.3. Caracterização da marcha na doença de Parkinson: ambientes com obstáculo

O andar da pessoa com DP é caracterizado pelo arrastar dos pés e inclinação do tronco à frente (WICHMANN & DELONG, 2014). Especificamente, os idosos com DP apresentam diminuição na velocidade da marcha, no comprimento da passada e no impulso de frenagem e propulsão, aumento da fase de duplo suporte (NIEUWBOER et al., 1999) e da variabilidade no comprimento do passo e passada (MORRIS et al., 1994, 1996, 2001; HAUSDORFF, 2009; GOBBI et al., 2009), e assimetria nos parâmetros temporais (PLOTNIK et al., 2005; BALTADJIEVA et al., 2006; YOGEV et al., 2007; PLOTNIK & HAUSDORFF, 2008; PLOTNIK et al., 2009; FRAZZITTA et al., 2013). Esses comprometimentos são agravados com o paradigma de ultrapassagem de obstáculo (VITÓRIO et al., 2010; GALNA et al., 2010; STEGEMÖLLER et al., 2012), podendo ser ainda pior na presença de mais de um obstáculo durante o andar.

A presença de obstáculos é comum durante o andar no dia-a-dia das pessoas, sendo que o contato com os obstáculos é considerado um dos principais motivos de quedas em idosos com DP (GRIMBERGEM et al., 2004; STOLZE et al., 2004). Ambientes com obstáculos aumentam a demanda do processamento e integração das informações sensoriais para modular o sistema efetor para ultrapassar e evitar contatos com os obstáculos (BROWN et al., 2006; LOWREY et al., 2007). Portanto, devido aos déficits na integração sensorial, como por exemplo, déficits proprioceptivos de julgamento de altura e posicionamentos dos pés (JACOBS & HORAK, 2006; MARTENS & ALMEIDA, 2012), somado com os comprometimentos motores, sobretudo a bradicinesia e a hipometria (VITÓRIO et al., 2010, 2014a; PIERUCCINI-FARIA et al., 2013), a locomoção em ambientes com obstáculos (ambientes complexos) torna-se desafiadora para os idosos com DP. Desta forma, idosos com DP modulam os parâmetros do andar durante a ultrapassagem de um obstáculo quando comparados a idosos saudáveis, reduzindo a duração da fase de suporte, o comprimento e a velocidade do passo de ultrapassagem e a distância horizontal entre o pé e o obstáculo antes e após a ultrapassagem do obstáculo (GALNA et al., 2010, VITÓRIO et al., 2010, 2014b). As modulações apresentadas por esta população podem gerar maior instabilidade durante a ultrapassagem do obstáculo, aumentando o risco de contato com o obstáculo e, conseqüentemente, o risco de tropeços e quedas (VITÓRIO et al., 2014b). Entretanto, após extensa busca na literatura, até o momento, não foi

encontrado nenhum estudo que analisou o andar de idosos com DP durante a ultrapassagem de mais de um obstáculo. A proposta deste paradigma é importante para entender as adaptações que os idosos com DP utilizam frente a uma perturbação ambiental mais desafiadora.

1.4. Implicações do aumento da complexidade do ambiente

A presença de mais de um obstáculo requer diferentes modulações no padrão locomotor quando comparada ao andar com apenas um obstáculo (LOWREY et al., 2007), principalmente para idosos. Em adultos, os resultados envolvendo a ultrapassagem de múltiplos obstáculos são contraditórios. Krell e Patla (2002) observaram que adultos jovens não alteram o padrão locomotor na presença de dois obstáculos. Entretanto, Berard e Vallis (2006) verificaram que os adultos jovens diminuem a distância vertical entre o pé e o obstáculo antes da ultrapassagem do segundo obstáculo quando comparada com a ultrapassagem do primeiro obstáculo, podendo aumentar a possibilidade de tropeços. Já idosos saudáveis utilizam outra estratégia de modulação do padrão locomotor, diminuindo a velocidade de ultrapassagem e a distância horizontal entre o pé e o obstáculo depois da ultrapassagem do obstáculo, que gera uma estratégia mais arriscada para a ultrapassagem do obstáculo, podendo aumentar o risco de quedas (LOWREY et al., 2007). Além disso, idosos diminuem a base de suporte (largura do passo) na presença de dois obstáculos, que pode gerar maior desequilíbrio durante o andar (LOWREY et al., 2007). Desta forma, devido às suas restrições sensoriais e motoras e aos déficits no planejamento de movimentos sequenciais, a ultrapassagem de dois obstáculos pode ser mais arriscada para idosos com DP (JACOBS & HORAK, 2006; MARTENS & ALMEIDA, 2012).

A distância entre os obstáculos é um fator importante no paradigma de obstáculos duplos. Distâncias maiores entre os obstáculos, como por exemplo de uma passada, obrigam o indivíduo a utilizar o mesmo membro para a função de abordagem (primeiro membro inferior a ultrapassar o obstáculo) nos dois obstáculos. Quando o membro de abordagem, por imposição experimental, é o mais afetado pela doença, a redução tanto da margem de segurança sobre o segundo obstáculo, como observado em adultos jovens (KRELL & PATLA, 2002), e/ou da base de suporte, como em idosos saudáveis (LOWREY et al., 2007), poderão comprometer o controle do equilíbrio e, conseqüentemente, reduzir a estabilidade na execução da tarefa. Por outro lado, quando a distância entre os obstáculos é reduzida, como por exemplo a distância de um passo, obrigando-os a ultrapassar os obstáculos em sequência, o membro mais afetado pela doença realizará o papel de suporte (estabilização para a realização da ação do membro de abordagem) em um obstáculo e de abordagem no outro. Esta alteração de papéis entre os

membros inferiores com a manipulação da distância entre obstáculos múltiplos requer do sistema de controle o uso de recursos tanto perceptivos e atencionais como cognitivos e motores para o sucesso na tarefa.

Neste caso, o aumento nas demandas cognitivas (planejamento de ações sequenciais, atenção e funções executivas) poderá comprometer ainda mais a execução da tarefa. Desta forma, o paradigma com obstáculos duplos e com variação da distância entre eles apresenta-se como uma forma eficiente de analisar o comportamento locomotor assimétrico de idosos com DP. Ainda mais, considerando a justificativa que ambientes mais complexos podem aumentar a assimetria no andar e, com isso, se um membro não realiza a ação de forma adequada, o risco de tropeços e quedas se torna evidente.

1.5. Objetivos e delineamento

Neste contexto, o objetivo geral desta dissertação foi investigar a influência da complexidade do ambiente no controle do andar e na assimetria de idosos com DP. Para responder a este objetivo, dois estudos foram desenvolvidos. Os próximos capítulos apresentam estes estudos que englobam os seguintes tópicos: (i) o capítulo 2 investigou o controle locomotor de idosos com DP e sadios frente a um ambiente complexo, ou seja, as estratégias adaptativas e as suas implicações quando os idosos se deparam com múltiplos obstáculos durante seu trajeto; (ii) o capítulo 3 analisou a diferença entre os membros inferiores (índice de assimetria) quando eles executam funções semelhantes durante o andar com obstáculos (suporte ou abordagem) e o papel da DP nesta diferença entre os membros inferiores, visto o caráter unilateral da doença; (iii) o capítulo 4 encerra esta dissertação apresentando as considerações finais.

2. CAPÍTULO 2

Comportamento do andar em ambiente com múltiplos obstáculos de idosos com doença de Parkinson

2.1. Introdução

A presença de obstáculos é comum durante o andar no dia-a-dia das pessoas, sendo que o contato com o obstáculo é considerado um dos principais motivos de quedas em idosos com DP (GRIMBERGEM et al., 2004; STOLZE et al., 2004, VITÓRIO, 2015). Déficits na integração sensório-motora podem prejudicar a realização da ultrapassagem de obstáculos em idosos com DP (ALMEIDA et al., 2005). A ultrapassagem de obstáculos requer ajustes no padrão locomotor de acordo com as demandas do ambiente, com a finalidade de garantir o sucesso da ação motora (KRELL & PATLA, 2002). Contudo, o planejamento e controle dos movimentos, a aquisição de informações visuais e somatossensoriais durante a tarefa, além do processamento proprioceptivo, estão comprometidos nos idosos com DP (KONCZAK et al., 2009; JANSEN et al., 2011; PIERUCCINI-FARIA et al., 2013). Como consequência destes comprometimentos, os idosos com DP diminuem a automaticidade da marcha (O'SHEA et al., 2002; PIERUCCINI-FARIA et al., 2014), apresentam dificuldades para ajustar a posição dos membros, para identificar com precisão as características do ambiente e para planejar a tarefa de forma adequada na presença de obstáculo (JACOBS & HORAK, 2006; MARTENS & ALMEIDA, 2012). Desta forma, estudos anteriores indicaram que na presença de um obstáculo durante o andar, idosos com DP aumentam a largura do passo, reduzem a velocidade e a distância horizontal entre o pé e o obstáculo antes e após a ultrapassagem (GALNA et al., 2010; STEGEMÖLLER et al., 2012; PIERUCCINI-FARIA et al., 2013; VITÓRIO et al., 2010, 2014b, indicando que esta população é mais instável (GALNA et al., 2010) e apresenta hipometria (redução na amplitude do movimento) (VITÓRIO et al., 2010, 2014b) durante a ultrapassagem de obstáculo. Entretanto, a presença de um segundo obstáculo pode alterar os ajustes que os idosos com DP realizam durante o andar para ultrapassar o primeiro obstáculo.

A presença de um segundo obstáculo pode ser um distrator para o desempenho da ultrapassagem do obstáculo, evidenciando ajustes motores nesta tarefa mais complexa, principalmente para idosos. Na presença de dois obstáculos, idosos neurologicamente saudáveis diminuem a velocidade de ultrapassagem, estratégia considerada cautelosa para a ultrapassagem dos obstáculos, mas também diminuem a distância horizontal entre pé e obstáculo depois da ultrapassagem obstáculo que representa uma estratégia mais arriscada para

a ultrapassagem do obstáculo, a qual pode aumentar o risco de tropeços e quedas (LOWREY et al., 2007). Em estudos com dois alvos posicionados no chão durante o trajeto do participante, cujo objetivo era pisar no centro do alvo, a presença do segundo alvo perturbou o planejamento e a estratégia dos idosos caidores (CHAPMAN & HOLLANDS, 2006, 2007) e idosos com DP (VITÓRIO et al., 2015), aumentando o erro de posicionamento no primeiro alvo, pois os idosos parecem desviar o foco de atenção prematuramente para o segundo alvo. Desse modo, supõe-se que isso também pode ocorrer na presença de dois obstáculos durante o andar de idosos com DP. Os déficits na integração sensório-motora presente em idosos com DP (ALMEIDA et al., 2005) podem piorar o desempenho locomotor em tarefas de locomoção em ambientes com maior complexidade, como na presença de dois obstáculos. Este prejuízo no desempenho para o caso do obstáculo seria mais perigoso, uma vez que o contato com o obstáculo pode levar a quedas.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi analisar e comparar a influência do aumento da complexidade do ambiente (andar sem ultrapassagem de obstáculo, andar com ultrapassagem de um obstáculo e andar com ultrapassagem de dois obstáculos) nos parâmetros cinemáticos e cinéticos do andar de idosos com DP e idosos neurologicamente saudáveis. A primeira hipótese deste estudo é que, em ambientes com dois obstáculos, os idosos com DP necessitam de mais tempo para captar as informações do ambiente e programar sua ação quando comparados aos idosos neurologicamente saudáveis, necessitando aumentar a duração e diminuir a velocidade da passada. A segunda hipótese do estudo é que múltiplos obstáculos exacerbam os sinais da DP, como a bradicinesia pela redução da velocidade do passo e a hipometria pela diminuição do comprimento do passo.

2.2. Materiais e método

Todos os procedimentos experimentais descritos a seguir foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Biociências da UNESP campus Rio Claro (Anexo 1) e foram realizados nas dependências do Laboratório de Estudos da Postura e da Locomoção (LEPLO), junto ao Departamento de Educação Física (UNESP campus Rio Claro).

2.2.1. Participantes

Participaram do estudo 40 idosos, sendo 20 idosos com DP (GP) e 20 idosos neurologicamente saudáveis (GC), pareados em gênero e idade. Os idosos com DP foram selecionados no banco de dados do Programa de Atividade Física para Idosos com Doença de

Parkinson (PROPARKI – UNESP Rio Claro). Os idosos sadios foram selecionados na comunidade local. Para participar do estudo, os idosos com DP deveriam ter o diagnóstico de um neurologista particular que indicasse a presença de DP de acordo com os critérios determinados pelo Banco de Cérebro de Londres (HUGHES et al., 1992).

Foram estabelecidos os seguintes critérios de exclusão: declínio cognitivo, histórico de problemas ortopédicos e de visão que impossibilitassem a realização do protocolo experimental. Ainda, os critérios de inclusão para os idosos com DP foram: estar sob tratamento medicamentoso e apresentar estágio da DP entre 1 a 3 na escala de Hoehn & Yahr (H&Y - HOEHN, YAHR, 1967; Versão adaptada por SCHENKMAN et al., 2001)

Após assinarem o termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice 1), os participantes foram convidados a participar das avaliações descritas abaixo. A avaliação clínica e do andar dos idosos com DP foram realizadas em estado “ON” da medicação – aproximadamente uma hora após a ingestão do medicamento (ESPAY et al., 2012; PIERUCCINI-FARIA et al., 2013).

2.2.2. Delineamento Experimental

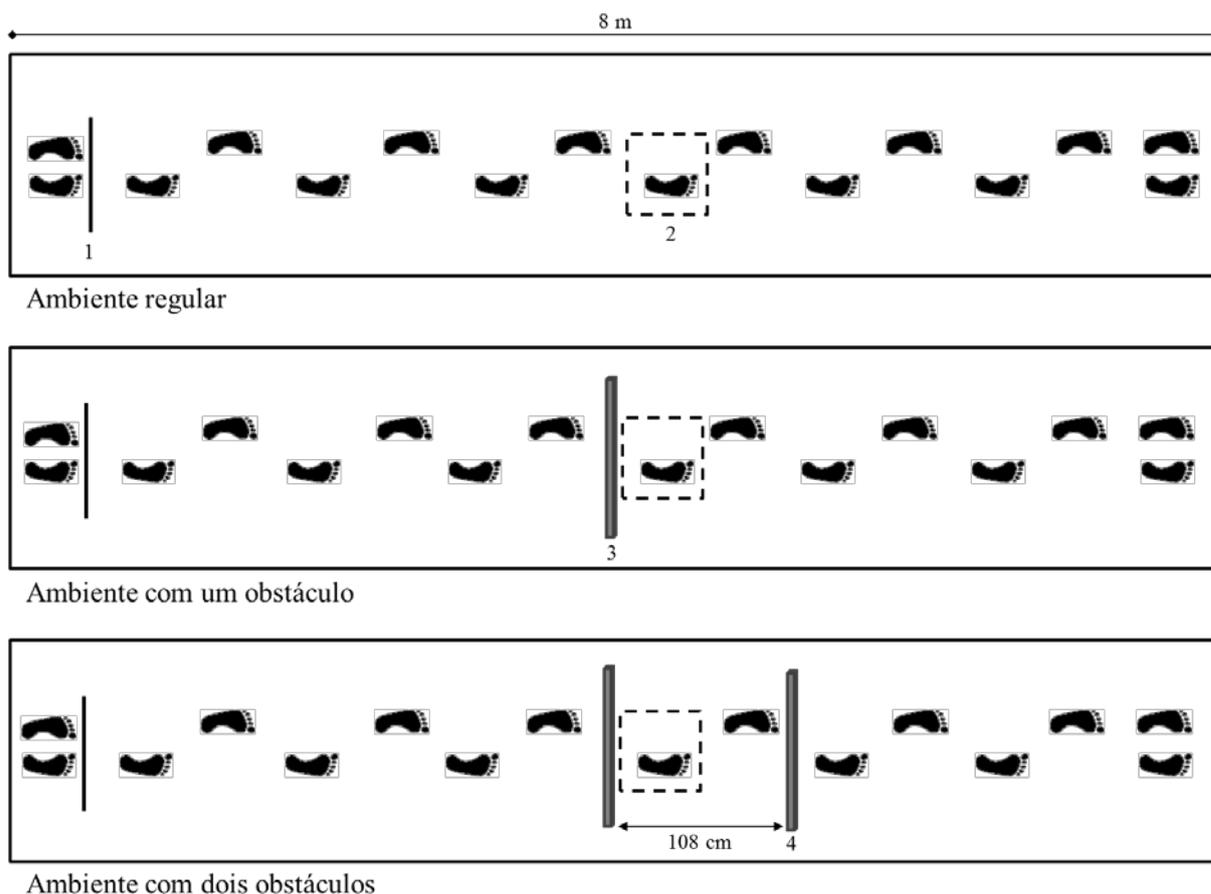
Primeiramente, os idosos com DP foram avaliados por um especialista em distúrbios do movimento, por meio de uma anamnese, com o intuito de coletar dados de caracterização (histórico clínico, cognitivo e medicamentoso) e, por meio de escalas consideradas padrão ouro, para avaliação clínica da DP. O grau de acometimento motor da DP foi avaliado por meio da *Unified Parkinson's Disease Rating Scale* subescala motora (UPDRS III; FAHN & ELTON, 1987; UITTI et al., 2005) (Anexo 2). Também, para avaliar os episódios de congelamento na marcha, foi avaliado o item 14 da UPDRS subescala funcional, cuja pontuação é obtida por auto relato do paciente. A pontuação para cada item da UPDRS varia entre 0 (normal) e 4 (severo/grave), ou seja, quanto maior é a pontuação obtida, mais acometido se encontra o paciente (UPDRS III – máximo: 108 pontos). A escala de H&Y foi utilizada para identificar o estágio evolutivo da doença, a existência da unilateralidade/bilateralidade e o nível de resposta dos reflexos posturais. Os estágios da H&Y são classificados entre 0 (sem sinais da doença) e 5 (paciente em cadeira de rodas). Por meio da identificação das restrições funcionais para as atividades motoras, foi conhecido o estágio da doença em que cada paciente se encontrava.

O Mini-Exame do Estado Mental (MEEM; BRUCKI et al., 2003) foi aplicado em todos os participantes (Anexo 3). O MEEM tem finalidade de rastrear o funcionamento cognitivo. O exame é composto por sete categoriais: orientação para tempo, orientação para local, registro

de três palavras, atenção e cálculo, recordação das três palavras, linguagem e praxia visuo-construtiva. O escore do MEEM varia de 0 a 30 pontos, sendo que valores mais baixos apontam para possível déficit cognitivo.

A dose equivalente de levodopa diária foi calculada com base nas recomendações de Tomlinson e colaboradores (2010): 100 mg de levodopa (excluindo qualquer dose de inibidor da dopa-descarboxilase) = 133 mg de inibidor da dopadescarboxilase (carbidopa ou benserazida) = 75 mg de levodopa com entacapona = 5 mg de ropinirol = 1 mg de pramipexol = 1 mg de rasagilina = 10 mg de selegilina = 100 mg de amantadina.

Primeiramente, dados antropométricos foram coletados (massa corporal e estatura) para caracterizar a amostra. Na realização da tarefa do andar, o idoso percorreu andando uma distância retilínea de 8 m sobre uma passarela de carpete com 0,79 m de largura nas seguintes condições: sem ultrapassagem de obstáculo; com ultrapassagem de um obstáculo; com ultrapassagem de dois obstáculos. A instrução dada aos idosos foi de realizar a tarefa de andar na sua velocidade preferida até o final da passarela. Ainda, no caso das tentativas com obstáculo, o idoso foi instruído a ultrapassar o obstáculo, evitando o contato, e continuar andando até o final da passarela. O obstáculo era de espuma (3 cm de comprimento e 60 cm de largura) com altura de 15 cm (corresponde à altura do meio-fio - ABNT - NBRISO16039). Ainda, o obstáculo era altamente contrastante com o carpete, para facilitar sua identificação sobre a passarela. O fato de o obstáculo ser de espuma reduz o risco de acidentes durante a realização da tarefa. Na tarefa com um único obstáculo, o obstáculo foi posicionado no centro da passarela. Na tarefa com dois obstáculos, o segundo obstáculo foi posicionado a 108 cm do primeiro (aproximadamente o comprimento de uma passada de idosos com DP; PIERUCCINI-FARIA et al., 2013), fazendo com que o participante ultrapasse os dois obstáculos com o membro inferior direito (Figura 1). O ponto de início da tarefa foi ajustado pelo experimentador de forma a garantir a ultrapassagem dos obstáculos confortavelmente com o membro inferior direito. A escolha do membro inferior direito foi utilizada para padronizar a tarefa entre todos os participantes. Cada participante realizou um total de 9 tentativas, sendo 3 tentativas por condição em bloco. A ordem de apresentação dos blocos foi randomizada entre os participantes. Ainda, para efeito de segurança, um avaliador acompanhou o participante durante a execução da tarefa em todas as tentativas.

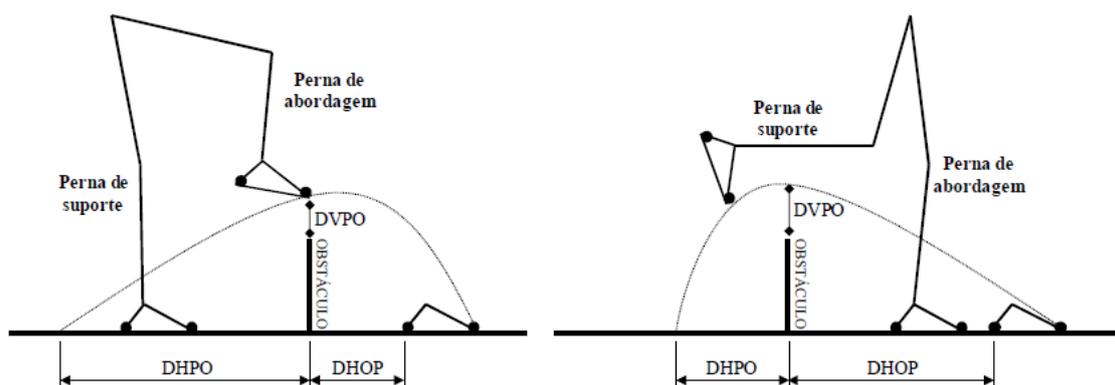
Figura 1: Desenho das condições experimentais.

1 – Ponto de início; 2 – Plataforma de força; 3 – Primeiro obstáculo; 4 – Segundo obstáculo.

Os parâmetros espaço-temporais do andar foram coletados por meio do GAITRite® (CIR System, Clifton, NJ, USA) e um sistema optoeletrônico (Optotrak Northern Digital Inc., Waterloo, Ont., Canada), com frequência de 200 e 100 Hz, respectivamente. Para o andar sem obstáculo, foi analisada a passada central. Os parâmetros espaço-temporais de interesse da passada foram: comprimento (cm), largura (cm), duração da passada (s), porcentagem da duração do balanço (%), suporte simples (%) e duplo suporte (%) e velocidade do andar (cm/s). Nas tentativas de andar com obstáculo(s), foram analisados: a) fase de aproximação: passada anterior à ultrapassagem do obstáculo; b) fase de ultrapassagem: passo de abordagem (primeiro membro que executa a ultrapassagem) e de suporte do obstáculo (membro de apoio para a ultrapassagem do passo de abordagem – o segundo membro inferior a executar a ultrapassagem). Na condição com dois obstáculos, a análise foi realizada apenas para o primeiro obstáculo. Na fase de aproximação, foram analisados os mesmos parâmetros espaciais e temporais descritos para o andar sem ultrapassagem de obstáculo. Na fase de ultrapassagem, foram analisados o comprimento (cm), largura (cm), duração da passada (s), porcentagem da

duração do balanço e velocidade do passo (cm/s). Além disso, na fase de ultrapassagem, foi calculada a distância horizontal (cm) do pé para o obstáculo antes e depois da ultrapassagem do obstáculo (calculado a partir das posições dos pés e do obstáculo) e a distância vertical (cm) entre o pé e o obstáculo (calculado a partir da distância de um emissor infravermelho posicionado no 5º metatarso direito e 1º metatarso esquerdo e um emissor infravermelho posicionado no obstáculo) para as pernas de abordagem e de suporte (VITÓRIO et al., 2010) (Figura 2). Os parâmetros espaço-temporais do andar na fase de aproximação podem ser comparados com os realizados no andar sem ultrapassagem de obstáculo no sentido de verificar a ocorrência de ajustes que revelem estratégias adaptativas entre as condições e entre os grupos. Estudos recentes têm mostrado que estas variáveis dependentes são importantes ferramentas para a análise do andar (da SILVA, BARBIERI & GOBBI, 2011; BARBIERI et al., 2012), especialmente em idosos com DP (VITÓRIO et al., 2010).

Figura 2. Variáveis dependentes da fase de ultrapassagem para ambos os membros inferiores.



DHPO: distância horizontal pé obstáculo; DVPO: distância vertical pé obstáculo; DHOP: distância horizontal obstáculo pé.

Os parâmetros cinéticos foram adquiridos através de uma plataforma de força (AccuGait, Advanced Mechanical Technologies, Boston, MA) de 50 x 50 cm, com frequência de aquisição de 200 Hz. A plataforma de força foi posicionada transversalmente na passarela como apresentado na Figura 1. Os sinais analógicos de força foram digitalizados por um conversor analógico-digital, incluindo as forças em três direções (vertical, anteroposterior e médio-lateral) e os momentos sobre os três eixos principais. Os sinais foram filtrados com filtro Butterworth de 4º ordem, passa baixa de 16 Hz. A magnitude da força de reação do solo foi normalizada pelo peso corporal a partir da aquisição em posição ortostática de cada participante. Em seguida, os dados das componentes de força vertical e horizontal (anteroposterior) foram

normalizados pelo tempo de apoio (de 0 a 100%, com intervalos de 1%). O tratamento dos dados e o cálculo das variáveis cinéticas foram realizados através de rotina específica escrita em linguagem Matlab (Versão 7.0 – Math Works, Inc.). As seguintes variáveis dependentes foram extraídas a partir das curvas força-tempo normalizadas: impulso de frenagem e de propulsão para as componentes de força vertical e horizontal. O corte entre frenagem e propulsão foi definido como o momento em que a força horizontal cruza o zero (MORAES et al., 2007). O impulso de frenagem foi obtido a partir do cálculo da área sob a curva entre o ponto de contato do calcanhar e o cruzamento do zero; o impulso de propulsão correspondeu à área sob a curva entre o cruzamento do zero e a retirada do pé do solo. Os impulsos de frenagem e de propulsão foram calculados para o membro de abordagem e expressos em porcentagem do peso corporal segundo (%PC.s).

2.2.3. Análise estatística

A análise estatística foi realizada no software SPSS 18.0 for Windows®. O nível de significância nas análises foi mantido em 0,05. Os testes de Shapiro-Wilk e de Levene foram empregados para verificação da normalidade na distribuição dos dados e da homogeneidade das variâncias, respectivamente. Os dados de caracterização dos grupos (idade, peso e estatura) foram comparados através do teste t de Student. A comparação do MEEM entre os grupos foi realizada por meio do teste U de Mann-Whitney. As variáveis dependentes relativas aos parâmetros espaciais e temporais da fase de aproximação foram comparadas por meio de ANOVAs *two-way* com fator para grupo (GC x GP) e condição (andar sem ultrapassagem de obstáculo x andar com ultrapassagem de um obstáculo x andar com ultrapassagem de dois obstáculos), com medidas repetidas para o último fator. Para a fase de ultrapassagem, os parâmetros cinemáticos e cinéticos foram analisados por meio de ANOVAs *two-way* com fator para grupo e condição (andar com ultrapassagem de um obstáculo x andar com ultrapassagem de dois obstáculos), com medidas repetidas para o último fator. Testes *post hoc* de Bonferroni foram utilizados para verificar as diferenças entre os fatores quando o efeito de interação foi indicado na análise.

2.3. Resultados

As características dos idosos que participaram do estudo estão descritas na Tabela 1. Um idoso com DP não conseguiu realizar a tarefa de ultrapassagem do obstáculo, assim ele e seu par (idoso do grupo controle) foram excluídos da amostra final. Os grupos não apresentaram

diferenças significativas nas variáveis de caracterização da amostra. Cinco idosos com DP relataram ter leves episódios de congelamento na marcha, porém, durante o estudo nenhum idoso apresentou esses episódios.

Tabela 1. Características dos idosos com DP (GP) e dos idosos neurologicamente sadios (GC).

| Grupo | GP | GC | Valor de p |
|--|---------------|-------------|------------|
| | H=10; M=9 | H=10; M=9 | |
| Idade (anos) | 71,53±6,39 | 70,37±6,25 | 0,576 |
| Estatura (cm) | 161,72±±8,13 | 161,04±7,12 | 0,784 |
| Massa corporal (Kg) | 67,38±9,44 | 72,82±14,86 | 0,187 |
| MEEM (pontos) | 27,50±1,70 | 28,35±1,30 | 0,111 |
| Hoehn & Yahr (estágio) | 2,13±0,40 | ----- | ----- |
| UPDRS III (pontos) | 27,05±7,60 | ----- | ----- |
| UPDRS II – item 14 (pontos) | 0,37±0,67 | ----- | ----- |
| Dose equivalente de levodopa (mg/dia) | 585,23±389,56 | ----- | ----- |

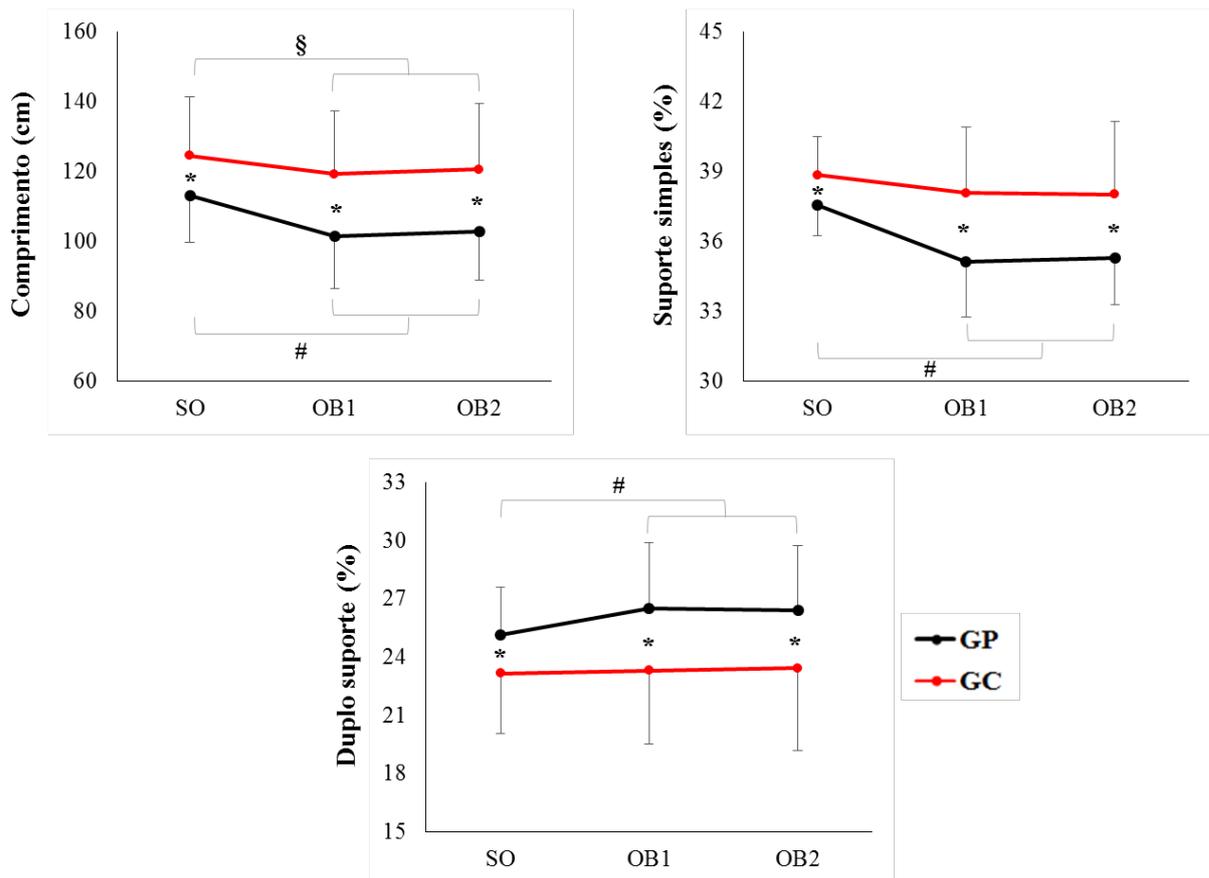
MEEM: Mini-Exame do Estado Mental; UPDRS: Unified Parkinson's Disease Rating Scale; UPDRS – item 14: congelamento na marcha; H: homens; M: mulheres.

2.3.1. Fase de aproximação

A análise univariada indicou interação grupo*condição para o comprimento da passada ($F_{2,72} = 5,89$; $p=0,004$), porcentagem de suporte simples ($F_{2,72} = 4,51$; $p=0,014$) e duplo suporte ($F_{2,72} = 3,03$; $p=0,05$) (Figura 3). O teste de *post hoc* indicou que o GP, em todos os ambientes, apresentou menor comprimento (condição sem ultrapassagem de obstáculo: $p=0,028$; condição com ultrapassagem de 1 obstáculo: $p=0,002$; condição com ultrapassagem de 2 obstáculos: $p=0,002$) e porcentagem de suporte simples (condição sem ultrapassagem de obstáculo: $p=0,013$; condição com ultrapassagem de 1 obstáculo: $p=0,001$; condição com ultrapassagem de 2 obstáculos: $p=0,003$), e maior porcentagem de duplo suporte (condição sem ultrapassagem de obstáculo: $p=0,035$; condição com ultrapassagem de 1 obstáculo: $p=0,009$; condição com ultrapassagem de 2 obstáculos: $p=0,02$) em relação ao GC. Ainda, ambos os grupos diminuíram o comprimento da passada nas condições com obstáculos em relação à condição sem obstáculo (GP: condição com ultrapassagem de 1 obstáculo: $p<0,001$; condição com ultrapassagem de 2 obstáculos: $p<0,001$; GC: condição com ultrapassagem de 1 obstáculo: $p=0,005$; condição com ultrapassagem de 2 obstáculos: $p=0,018$), sendo que o GP apresentou uma redução média de 9,76%, enquanto a média da redução do GC foi de 3,64%. Por fim, o GP diminuiu a porcentagem de suporte simples e aumentou a porcentagem de duplo suporte na condição com

ultrapassagem de 1 obstáculo ($p<0,001$; $p=0,002$; respectivamente) e na condição com ultrapassagem de 2 obstáculos ($p<0,001$; $p=0,005$; respectivamente) quando comparada à condição sem ultrapassagem de obstáculo, enquanto o GC não alterou essas variáveis.

Figura 3. Média e desvios padrão da interação grupo*condição para o comprimento, porcentagem do suporte simples e duplo suporte da passada na fase de aproximação.



*: diferença entre grupos; #: diferença entre condições dos idosos com DP; §: diferença entre condições dos idosos saudáveis; SO: ambiente sem obstáculo; OB1: ambiente com um obstáculo; OB2: ambiente com 2 obstáculos; GP: grupo Parkinson; GC: grupo controle.

A análise univariada indicou efeito principal de grupo para velocidade da passada ($F_{1,36} = 7,23$ $p=0,011$) e efeito principal de condição para duração ($F_{2,72} = 5,44$; $p=0,006$), velocidade ($F_{2,72} = 58,51$; $p<0,001$) e porcentagem da fase de balanço da passada ($F_{2,72} = 8,63$; $p<0,001$) (Tabela 2). Para o fator grupo, o GP, em relação ao GC, apresentou menor velocidade da passada. Para o fator condição, nas condições com ultrapassagem de 1 e 2 obstáculos, os participantes apresentaram menor velocidade ($p<0,001$, $p<0,001$, respectivamente) e maior porcentagem de balanço ($p=0,002$, $p<0,006$, respectivamente) quando comparados à condição sem ultrapassagem de obstáculo. Ainda, na condição com ultrapassagem de 2 obstáculos, os

participantes aumentaram a duração da passada em relação à condição sem ultrapassagem de obstáculo ($p=0,019$) e à condição com ultrapassagem de 1 obstáculo ($p=0,034$).

Tabela 2. Médias e desvios padrão dos parâmetros da passada da fase de aproximação por grupo e condição.

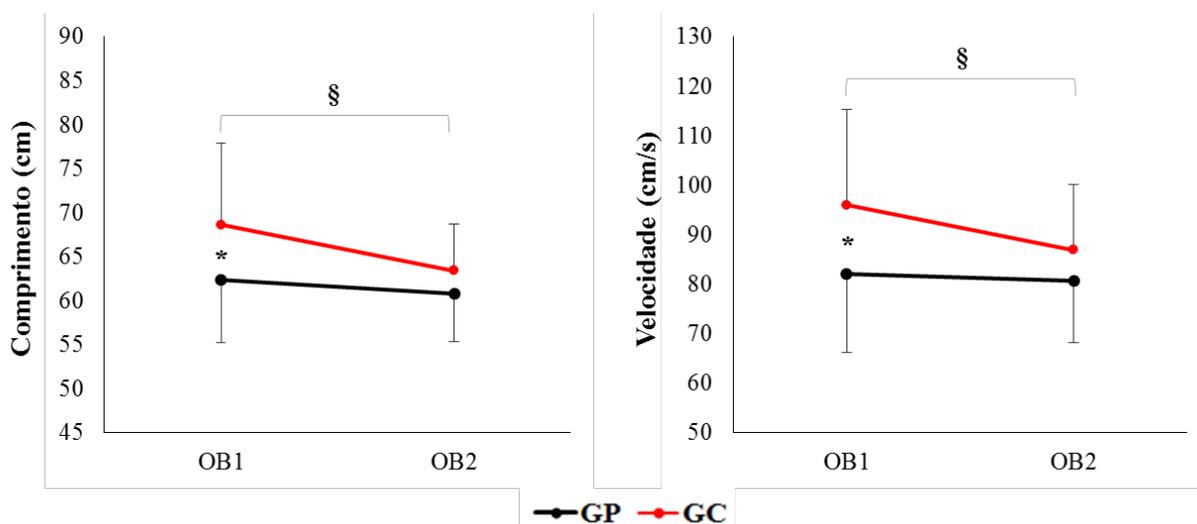
| Variáveis | Grupo | Sem obstáculo | Um obstáculo | Dois obstáculos | Efeito principal de grupo | Efeito principal de condição |
|-------------------------------------|-----------|---------------|--------------|-----------------|---------------------------|----------------------------------|
| Largura da passada (cm) | GP | 12,25±2,71 | 11,77±2,56 | 12,56±2,66 | p=0,068 | p=0,33 |
| | GC | 10,90±2,33 | 10,53±3,11 | 10,73±2,93 | | |
| Duração da passada (s) | GP | 1,10±0,09 | 1,10±0,09 | 1,12±0,08 | p=0,888 | p=0,006 B, C |
| | GC | 1,07±0,10 | 1,10±0,12 | 1,13±0,11 | | |
| Fase de balanço (%) | GP | 37,29±1,52 | 38,32±2,00 | 38,29±2,23 | p=0,434 | p<0,001 A, B |
| | GC | 38,00±1,58 | 38,60±1,65 | 38,56±1,72 | | |
| Velocidade da passada (cm/s) | GP | 103,77±16,31 | 93,11±15,59 | 92,24±14,91 | p=0,011 | p<0,001 A, B |
| | GC | 114,64±17,73 | 108,19±18,39 | 107,06±17,17 | | |

A: diferença entre sem obstáculo x um obstáculo; B: diferença entre sem obstáculo x dois obstáculos; C: diferença entre um obstáculo x dois obstáculos; DP: idosos com Parkinson; GC: grupo controle.

2.3.2. Fase de ultrapassagem

A análise univariada indicou interação grupo*condição para comprimento ($F_{1,36} = 5,50$; $p=0,025$) e velocidade do passo de abordagem ($F_{1,36} = 6,06$; $p=0,019$) (Figura 4). O teste *post hoc* revelou que o GP, na condição com ultrapassagem de 1 obstáculo, apresentou menor comprimento ($p=0,028$) e velocidade do passo de abordagem ($p=0,02$) quando comparado ao GC. Na condição com ultrapassagem de 2 obstáculos, o GC diminuiu o comprimento ($p<0,001$) e velocidade do passo ($p<0,001$) em relação à condição com ultrapassagem de 1 obstáculo.

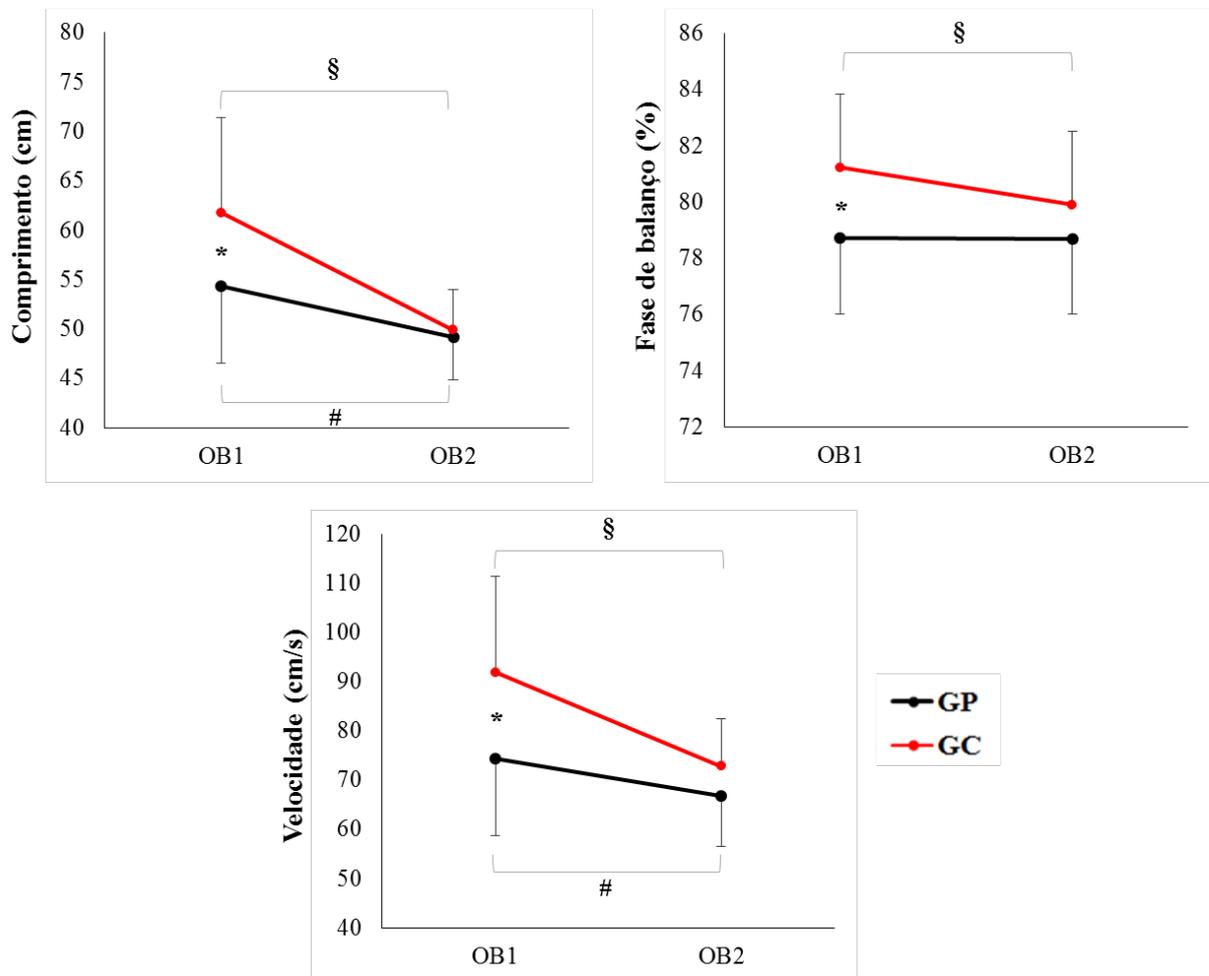
Figura 4. Interação grupo*condição do comprimento e velocidade do passo de abordagem na fase de ultrapassagem.



*: diferença entre grupos; §: diferença entre condições dos idosos saudáveis; OB1: ambiente com 1 obstáculo; OB2: ambiente com 2 obstáculos; GP: grupo Parkinson; GC: grupo controle.

Em relação ao passo de suporte na fase de ultrapassagem, a análise univariada indicou interação grupo*condição para comprimento ($F_{1,36} = 4,33$; $p=0,045$), porcentagem da fase de balanço ($F_{1,36} = 6,86$; $p=0,013$) e velocidade do passo ($F_{1,36} = 6,09$; $p=0,018$) (Figura 5). O teste *post hoc* revelou que o GP, na condição com ultrapassagem de 1 obstáculo, apresentou menor comprimento ($p=0,013$), balanço ($p=0,006$) e velocidade do passo ($p=0,004$) quando comparado ao GC. Na condição com ultrapassagem de 2 obstáculos, GP e GC diminuíram o comprimento ($p=0,032$; $p<0,001$; respectivamente) e a velocidade do passo ($p=0,023$; $p<0,001$; respectivamente) em relação à condição com ultrapassagem de um obstáculo. Além disso, o GC, na condição com ultrapassagem de 2 obstáculos, também diminuiu a fase de balanço comparado à condição com um obstáculo ($p=0,001$). Ainda, a análise univariada revelou efeito principal de grupo para duração do passo de suporte na fase de ultrapassagem ($F_{1,36} = 4,89$; $p=0,033$) (Tabela 3). O GP apresentou maior duração do passo em relação ao GC.

Figura 5. Interação grupo*condição do comprimento, fase de balanço e velocidade do passo de suporte na fase de ultrapassagem.



*: diferença entre grupos; #: diferença entre condições dos idosos com DP; §: diferença entre condições dos idosos saudáveis; OB1: ambiente com 1 obstáculo; OB2: ambiente com 2 obstáculos; GP: grupo Parkinson; GC: grupo controle.

Tabela 3. Médias e desvios padrão dos parâmetros da fase de ultrapassagem dos passos de abordagem e suporte por grupo e condição.

| Variáveis | Grupo | Um obstáculo | Dois obstáculos | Efeito principal de grupo | Efeito principal de condição |
|------------------------------|-----------|--------------|-----------------|---------------------------|------------------------------|
| PASSO DE ABORDAGEM | | | | | |
| Largura do passo (cm) | GP | 11,52±4,02 | 12,78±3,75 | p=0,109 | p=0,517 |
| | GC | 10,65±3,97 | 10,09±3,03 | | |
| Duração do passo (s) | GP | 0,78±0,12 | 0,77±0,09 | p=0,190 | p=0,772 |
| | GC | 0,73±0,08 | 0,74±0,08 | | |
| Fase de balanço (%) | GP | 83,28±2,02 | 83,21±2,07 | p=0,246 | p=0,273 |
| | GC | 84,23±2,17 | 83,85±2,38 | | |
| PASSO DE SUPORTE | | | | | |
| Largura do passo (cm) | GP | 13,42±4,41 | 13,09±4,24 | p=0,082 | p=0,58 |
| | GC | 11,33±3,58 | 11,09±3,09 | | |
| Duração do passo (s) | GP | 0,74±0,08 | 0,75±0,11 | p=0,033 | p=0,265 |
| | GC | 0,68±0,08 | 0,69±0,08 | | |

GP: idosos com Parkinson; GC: grupo controle.

Em relação às variáveis cinéticas, a análise univariada indicou efeito principal de grupo para o impulso vertical ($F_{1,36} = 5,17$; $p=0,029$) e horizontal de frenagem ($F_{1,36} = 7,49$; $p=0,01$), e efeito principal de condição para o impulso horizontal de frenagem ($F_{1,36} = 22,10$; $p<0,001$), (Tabela 4). Para o fator grupo, o GP apresentou menor impulso vertical e horizontal de frenagem em relação ao GC. Para o fator condição, os idosos apresentaram maior impulso horizontal de frenagem na condição com ultrapassagem de 1 obstáculo em relação à condição com ultrapassagem de 2 obstáculos.

Tabela 4. Médias e desvios padrão das variáveis cinéticas do andar com um e dois obstáculos.

| Variáveis | Grupo | Um obstáculo | 2 obstáculos | Efeito principal de grupo | Efeito principal de condição |
|---|-------|--------------|--------------|---------------------------|------------------------------|
| Impulso vertical de frenagem (%PC.s) | GP | 0,39±0,07 | 0,42±0,05 | p=0,029 | p=0,153 |
| | GC | 0,45±0,07 | 0,45±0,09 | | |
| Impulso vertical de propulsão (%PC.s) | GP | 0,26±0,06 | 0,25±0,07 | p=0,903 | p=0,356 |
| | GC | 0,26±0,08 | 0,26±0,09 | | |
| Impulso horizontal de frenagem (%PC.s) | GP | -0,014±0,005 | -0,009±0,004 | p=0,010 | p<0,001 |
| | GC | -0,017±0,006 | -0,012±0,004 | | |
| Impulso horizontal de propulsão (%PC.s) | GP | 0,021±0,007 | 0,02±0,007 | p=0,761 | p=0,814 |
| | GC | 0,022±0,01 | 0,022±0,009 | | |

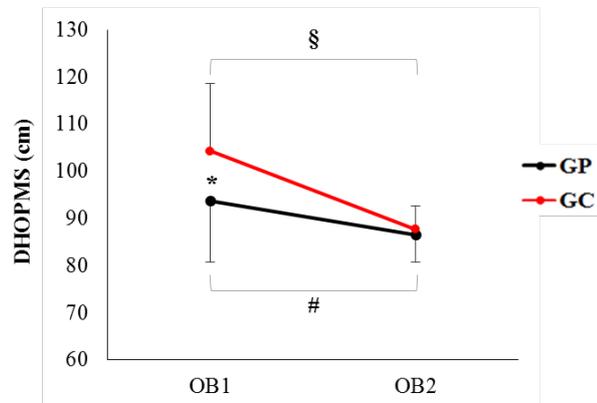
GP: idosos com Parkinson; GC: grupo controle.

2.3.3. Distância horizontal entre pé e obstáculo

A análise univariada apontou interação grupo*condição para a distância horizontal do pé para o obstáculo do membro de suporte após a ultrapassagem ($F_{1,36} = 4,89$; $p=0,033$) (Figura 6). O teste *post hoc* indicou que GP e GC diminuíram a distância horizontal do pé para o obstáculo do membro de suporte após a ultrapassagem na condição com ultrapassagem de 2 obstáculos em relação à condição com ultrapassagem de 1 obstáculo ($p=0,013$; $p<0,001$; respectivamente). Além disso, o GP, na condição com ultrapassagem de um obstáculo, apresentou menor distância quando comparado ao GC ($p=0,024$).

Ainda, a análise univariada indicou efeito principal de grupo na distância horizontal do pé para o obstáculo do membro de abordagem antes da ultrapassagem ($F_{1,36} = 7,60$; $p=0,009$), e efeito principal de condição para a distância horizontal do pé para o obstáculo do membro de abordagem após a ultrapassagem ($F_{1,36} = 21,81$; $p<0,001$) (Tabela 5). Para o fator grupo, o GP apresentou menor distância horizontal do pé para o obstáculo do membro de abordagem antes da ultrapassagem em comparação ao GC. Por fim, para o fator condição, os idosos reduziram a distância horizontal do pé para o obstáculo do membro de abordagem após a ultrapassagem na condição com ultrapassagem de 2 obstáculos quando comparado à condição com ultrapassagem de 1 obstáculo ($p<0,001$).

Figura 6. Interação grupo*condição da distância horizontal do pé para o obstáculo do membro de suporte (DHOPMS) após a ultrapassagem.



*: diferença entre grupos; #: diferença entre condições dos idosos com DP; §: diferença entre condições dos idosos saudáveis; OB1: ambiente com 1 obstáculo; OB2: ambiente com 2 obstáculos; GP: grupo Parkinson; GC: grupo controle.

2.3.4. Distância vertical entre o pé e o obstáculo

A análise univariada apontou apenas efeito principal de condição para a distância vertical do pé para o obstáculo do membro de suporte ($F_{1,36} = 15,841$; $p < 0,001$) (Tabela 5). A distância na condição com ultrapassagem de 2 obstáculos foi menor em relação à condição com ultrapassagem de 1 obstáculo.

Tabela 5. Médias e desvios padrão das distâncias horizontais entre o pé e o obstáculo nas condições com um e dois obstáculos dos idosos com DP (GP) e sadios (GC).

| Variáveis | Grupo | Um obstáculo | Dois obstáculos | Efeito principal de grupo | Efeito principal de condição |
|---|-----------|--------------|-----------------|---------------------------|------------------------------|
| DISTÂNCIA HORIZONTAL | | | | | |
| Distância horizontal do pé para o obstáculo do membro de abordagem antes da ultrapassagem (cm) | GP | 74.75±8.91 | 75.39±9.75 | p=0,009 | p=0,733 |
| | GC | 86.11±16.9 | 84.70±11.89 | | |
| Distância horizontal do pé para o obstáculo do membro de suporte antes da ultrapassagem (cm) | GP | 23.44±4.53 | 23.65±4.62 | p=0,184 | p=0,582 |
| | GC | 26.24±7.72 | 25.26±4.25 | | |
| Distância horizontal do pé para o obstáculo do membro de abordagem após a ultrapassagem (cm) | GP | 23.28±6.46 | 21.49±3.98 | p=0,292 | p<0.001 |
| | GC | 26.15±5.94 | 21.98±4.07 | | |
| DISTÂNCIA VERTICAL | | | | | |
| Distância vertical do pé para o obstáculo do membro de abordagem (cm) | GP | 15,46±3,95 | 14,47±3,32 | p=0,077 | p=0,26 |
| | GC | 16,55±2,13 | 16,56±2,21 | | |
| Distância vertical do pé para o obstáculo do membro de suporte (cm) | GP | 23,84±6,40 | 21,06±4,92 | p=0,47 | p<0,001 |
| | GC | 24,83±5,51 | 22,33±3,40 | | |

2.4. Discussão

O objetivo do presente estudo foi analisar e comparar a influência do aumento da complexidade do ambiente nos parâmetros cinemáticos e cinéticos do andar de idosos com DP com idosos neurologicamente saudáveis. Este é o primeiro estudo que analisou o efeito da presença de dois obstáculos durante o andar no padrão locomotor de idosos com DP. Como esperado, de modo geral, os idosos com DP apresentaram ajustes no andar, tanto nos parâmetros da fase de aproximação quanto da fase de ultrapassagem, que os tornam mais instáveis (por exemplo: menor comprimento da passada/passos, menor velocidade do passo e menor impulso vertical e horizontal de frenagem) e menos seguros (por exemplo: aproximação da distância horizontal entre o pé e o obstáculo) que idosos neurologicamente saudáveis, independente da condição do andar (andar sem ultrapassagem de obstáculo, andar com ultrapassagem de um obstáculo e andar com ultrapassagem de dois obstáculos). Entretanto, nas condições de andar com presença de obstáculo, os idosos com DP buscaram compensar esta instabilidade aumentando o tempo em duplo suporte durante a fase de aproximação, que é uma base de suporte mais estável, e diminuindo o tempo em suporte simples.

Os principais achados do estudo foram que a presença de obstáculos no andar de idosos com DP e saudáveis exigiu ajustes cinemáticos e cinéticos (por exemplo: menor comprimento e velocidade do passo, menor distância horizontal e vertical entre o pé e o obstáculo e menor impulso horizontal de frenagem) mais acentuados comparados à condição sem obstáculo. Especialmente na presença de dois obstáculos, os idosos aumentaram a duração da passada na fase de aproximação comparada às demais condições. Em relação à comparação entre os grupos na fase de aproximação, os idosos, de maneira geral, apresentaram modulações similares nas variáveis espaciais nas condições com obstáculos quando comparado à condição sem obstáculo (diminuição do comprimento da passada), entretanto, os idosos com DP apresentaram maiores modulações nas variáveis temporais na presença de obstáculos em relação à condição sem obstáculo (diminuição do tempo em suporte simples e aumento do tempo em duplo suporte). Desta forma, os achados do estudo corroboram em parte com nossas hipóteses. A primeira hipótese asseverou que os idosos com DP aumentam a duração da passada na condição com ultrapassagem de dois obstáculos, entretanto, os idosos saudáveis também aumentam a duração nesta condição, demonstrando que, independente da doença, os idosos necessitam de mais tempo para processar as informações do ambiente em tarefas mais complexas. Ainda, os grupos apresentaram estratégias cinemáticas e cinéticas semelhantes na presença de dois obstáculos durante o andar, o que contraria nossa primeira hipótese. Por outro lado, nossa segunda hipótese

foi confirmada: os ambientes mais complexos exacerbaram a bradicinesia e a hipometria do idoso com DP.

Baseado nos nossos resultados, os próximos parágrafos discutem argumentos para o efeito de um e dois obstáculos nos parâmetros do andar, especialmente para os idosos com DP, que podem ter mais prejuízos na locomoção nesta condição.

A presença de obstáculos durante o andar de idosos, independentemente do número, requer ajustes nos parâmetros do andar para realizar a ultrapassagem com segurança, principalmente modulando o comprimento e velocidade do andar. No ambiente com dois obstáculos os ajustes no andar são mais acentuados, tanto nos parâmetros cinemáticos (redução do comprimento e velocidade), quanto nos parâmetros cinéticos (diminuição do impulso horizontal de frenagem), o que representa um aumento na demanda de atenção para a tarefa (CHAPMAN & HOLLANDS, 2006, 2007). Ainda, a presença do segundo obstáculo durante o andar influenciou os ajustes necessários para ultrapassar o primeiro obstáculo com sucesso, ou seja, por meio do *feedback* do membro de abordagem após a ultrapassagem do obstáculo, somado a informação visual do segundo obstáculo (informação exproprioceptiva), os idosos modularam a distância vertical do membro de suporte para ultrapassar o primeiro obstáculo com segurança.

Devido à maior exigência motora, atencional e sensorial do ambiente com mais de um obstáculo, os idosos aumentaram a duração da passada na fase de aproximação, demonstrando a necessidade de mais tempo para processar as informações do ambiente. Os ajustes planejados e executados na fase de aproximação são necessários para garantir uma estratégia segura e adequada para ultrapassar o obstáculo (PATLA & VICKERS, 1997; MOHAGHEGHI et al., 2004). Além disso, para lidar com ambientes com obstáculos, os idosos com DP modularam as porcentagens em suporte simples e em duplo suporte. A fase de suporte simples é considerada a mais instável do andar devido ao apoio unipodal; em contrapartida, o duplo suporte é a fase mais estável, pois é a fase em que o idoso permanece em apoio bipodal (CHOU et al., 2003). Desse modo, o aumento do duplo suporte e diminuição do suporte simples revelaram uma estratégia conservadora dos idosos com DP durante a aproximação do obstáculo.

O planejamento para ultrapassar obstáculos exige maior recrutamento das redes frontoparietais (HAEFELI et al., 2011; MARIGOLD & DREW, 2011), que podem ser moduladas pelos núcleos da base (ALEXANDER & CRUTCHER, 1990; ALEXANDER et al., 1990). Devido às disfunções dos núcleos da base em idosos com DP, os recursos cognitivos se tornam sobrecarregados e afetam mais o controle do andar de idosos com DP do que o de idosos saudáveis (DESMURGET et al., 2004). Esta sobrecarga, evidenciada pelo aumento na duração

da passada na condição com 2 obstáculos, pode estar associada também à maior dificuldade na integração sensório-motora para planejar e controlar o andar (PIERUCCINI-FARIA et al., 2013).

Ambientes com obstáculos durante o andar exacerbam os sinais de bradicinesia e hipometria dos idosos com DP. Os achados do presente estudo corroboram com achados anteriores, demonstrando que, em ambientes com obstáculos, os idosos com DP apresentam maior lentidão (bradicinesia) e redução na amplitude (hipometria) do movimento (STEGEMÖLLER et al., 2012; VITÓRIO et al., 2010; 2014b). Estes achados são indicativos de que ambientes complexos diminuem a automaticidade do andar (O'SHEA et al., 2002; PIERUCCINI-FARIA et al., 2014).

Em relação às variáveis cinéticas da ultrapassagem da perna de abordagem, os idosos com DP apresentaram menor impulso horizontal e vertical de frenagem em relação aos idosos saudáveis e, na condição com dois obstáculos, os idosos de maneira geral apresentaram menor impulso horizontal de frenagem quando comparado à condição com um obstáculo. Estes resultados são coerentes com a menor velocidade do passo observado tanto dos idosos com DP nas tentativas com obstáculos, quanto dos idosos em geral na condição com dois obstáculos. Em outras palavras, por estarem andando mais lentamente, os idosos necessitam gerar menos força para frear o movimento (BARELA & DUARTE, 2011) no momento do contato da perna de abordagem com o solo quando expostos a ambientes com um e dois obstáculos.

Os resultados da ultrapassagem do membro de suporte, como o aumento da duração do passo e diminuição do comprimento e velocidade do passo, sugerem que os idosos com DP são dependentes da informação visual do ambiente e da informação exproprioceptiva do membro de abordagem para planejar e controlar os movimentos da perna de suporte (MORAES & GOBBI, 2008; GHILARDI et al., 2000; DESMURGET et al., 2003; VITÓRIO et al., 2013, 2014a). Esta dependência das informações visuais pode ser uma compensação tanto dos déficits proprioceptivos (AZULAY et al., 1999; ADAMOVICH et al., 2001; CONTRERAS-VIDAL & GOLD, 2004; KONCZAK et al., 2009) como da integração sensório-motora (PIERUCCINI-FARIA et al., 2014). Vitória e colaboradores (2015) demonstraram que a informação visual dos membros inferiores ajudou os idosos com DP a melhorar a precisão da colocação do pé em relação a um alvo e que sua ausência aumentou o erro de posicionamento. A maior duração do passo de suporte dos idosos com DP, em relação aos idosos saudáveis, pode indicar que os idosos com DP usam recursos mais cognitivos para superar os déficits sensório-motores quando a informação visual não está totalmente disponível (PIERUCCINI-FARIA et al., 2014).

Por fim, os idosos com DP diminuíram a distância horizontal do pé para o obstáculo do membro de abordagem antes da ultrapassagem na presença de um e de dois obstáculos quando comparados aos idosos saudáveis. Estudos anteriores indicaram que posicionar o pé mais perto do obstáculo aumenta a chance de tropeçar e cair (CHOU & DRAGANICH 1998; VITÓRIO et al., 2010, 2014b). Desta forma, nossos resultados sugerem que na ultrapassagem de um e de dois obstáculos, os idosos com DP apresentam um comportamento mais arriscado. Entretanto, mesmo com este comportamento arriscado, a semelhança entre os idosos com DP e saudáveis na distância vertical do pé para o obstáculo, indica que os idosos com DP conseguem ajustar a distância vertical para garantir a ultrapassagem sem tropeços.

Apesar de resultados consistentes, o presente estudo apresenta algumas limitações. Na condição com dois obstáculos, a distância fixa entre os obstáculos levou os idosos saudáveis a adaptar a ultrapassagem do obstáculo de acordo com as exigências ambientais. Como os idosos com DP possuem menor comprimento e velocidade do passo em relação aos idosos saudáveis, grandes ajustes durante a ultrapassagem não foram necessários e o mesmo padrão espacial de movimento foi realizado, independentemente do número de obstáculos.

2.5. Conclusão

Com base nos resultados observados no presente estudo, pode-se concluir que ambientes com múltiplos obstáculos requerem ajustes nos parâmetros cinemáticos e cinéticos para a realização da tarefa em idosos, o que representa um aumento da demanda de atenção. Os idosos aumentaram a duração da passada na condição com ultrapassagem de dois obstáculos, demonstrando que, independente da doença, os idosos necessitam de mais tempo para processar as informações do ambiente em tarefas mais complexas. Os idosos com DP utilizam uma estratégia conservadora durante a aproximação do obstáculo, representado pelo aumento do duplo suporte e diminuição do suporte simples. Por fim, o andar em ambientes mais complexos é mais prejudicial para essa população, exacerbando a bradicinesia e a hipometria.

3. CAPÍTULO 3

Ambientes com múltiplos obstáculos aumentam a assimetria do andar de idosos com doença de Parkinson

3.1. Introdução

O andar é considerado uma tarefa motora simétrica (YOGEV et al., 2007). Entretanto, Sadeghi e colaboradores (2000) observaram que idosos saudáveis apresentam uma ligeira assimetria no andar. Ainda, estudos anteriores indicam que a assimetria no andar pode ser considerada um indicativo de doenças neurológicas (PLOTNIK et al., 2005). Idosos com DP apresentam um andar assimétrico (PLOTNIK et al., 2005, 2008; DJALDETTI et al., 2006; BALTADJIEVA et al. 2006), especialmente durante a fase de balanço (PLOTNIK et al., 2005, 2008; BALTADJIEVA et al., 2006; YOGEV et al., 2007; FRAZZITTA et al., 2013). Este quadro de assimetria no andar está presente no início da DP (BALTADJIEVA et al., 2006) e é mantido com a progressão da doença (PLOTNIK et al., 2005; DJALDETTI et al., 2006). Episódios de congelamento durante o andar de idosos com DP parecem ser preditos pela assimetria no andar (PLOTNIK et al., 2005, 2008; FRAZZITTA et al., 2013). Entretanto, a assimetria durante o andar em idosos com DP foi evidenciada em tarefas que não apresentam obstáculo durante a locomoção, podendo este quadro ser exacerbado em situações mais complexas, como na presença de um ou dois obstáculos.

A assimetria no andar parece estar relacionada com lesões na região dos núcleos da base, que é a principal área afetada na doença de Parkinson (DP) (KANDEL et al., 2014). Os núcleos da base estão envolvidos no fornecimento de informações para a área motora suplementar que regula tanto o controle da marcha (TAKAKUSAKI et al., 2008), quanto a coordenação intersegmentar (DEBAERE et al., 2001, 2004; OBHI et al., 2002). Quando a área motora suplementar é ativada assimetricamente (TAKAKUSAKI et al., 2008) ou apresenta lesões ou acometimento distintos, como parece ser o caso do idoso com DP (DJALDETTI, 2006), há comprometimentos motores assimétricos dos membros inferiores, o que resulta em um comportamento assimétrico do andar. Estudos anteriores indicam que idosos com DP apresentam acometimento nos núcleos da base diferentes entre os hemisférios cerebrais, com um comprometimento na transmissão de informações dos núcleos da base para a área motora suplementar (TAKAKUSAKI et al., 2008), resultando em assimetria no andar (PLOTNIK et al., 2005; FRAZZITTA et al., 2013).

A assimetria durante a ultrapassagem de obstáculo pode ser dependente do papel do membro inferior na tarefa. No andar com ultrapassagem de obstáculos, um membro executa a

ultrapassagem do obstáculo (membro de abordagem) e o outro é utilizado como a base de apoio para realização da ultrapassagem (membro de suporte) (VITÓRIO et al., 2010, 2014a; PIERUCCINI-FARIA et al., 2013). A utilização dos membros inferiores com funções diferentes e o comprometimento unilateral da DP pode exacerbar a assimetria entre os lados. Contudo, não há evidências na literatura que confirmem a influência da complexidade do ambiente na assimetria entre os lados ao andar. Em estudos envolvendo tarefas manuais, pesquisadores apontam que o grau de assimetria manual no desempenho de idosos com DP é tarefa dependente, sendo influenciado, entre outras variáveis, pela complexidade da tarefa e pelo nível de experiência do executante (ALMEIDA et al., 2002). O Estudo 1 desta dissertação revelou que ambientes com múltiplos obstáculos acentuam os comprometimentos motores da DP e permite sugerir que as funções específicas de cada membro inferior na ultrapassagem de obstáculos e a característica unilateral da DP podem exacerbar a assimetria dos idosos com DP. Uma forma de manipular o papel de cada membro inferior na ultrapassagem de obstáculos é alterar a distância entre os obstáculos. O Estudo 1 desta dissertação empregou uma distância que permitiu ao idoso realizar as ultrapassagens dos dois obstáculos com o mesmo membro, não analisando o papel de cada membro. O presente estudo reduziu a distância entre os obstáculos de forma que o membro de abordagem ao primeiro obstáculo foi membro de suporte na ultrapassagem do segundo obstáculo. Esta alteração de papéis entre os membros inferiores com a manipulação da distância entre obstáculos múltiplos requer do sistema de controle o uso de recursos tanto perceptivos e atencionais como cognitivos e motores para o sucesso na tarefa.

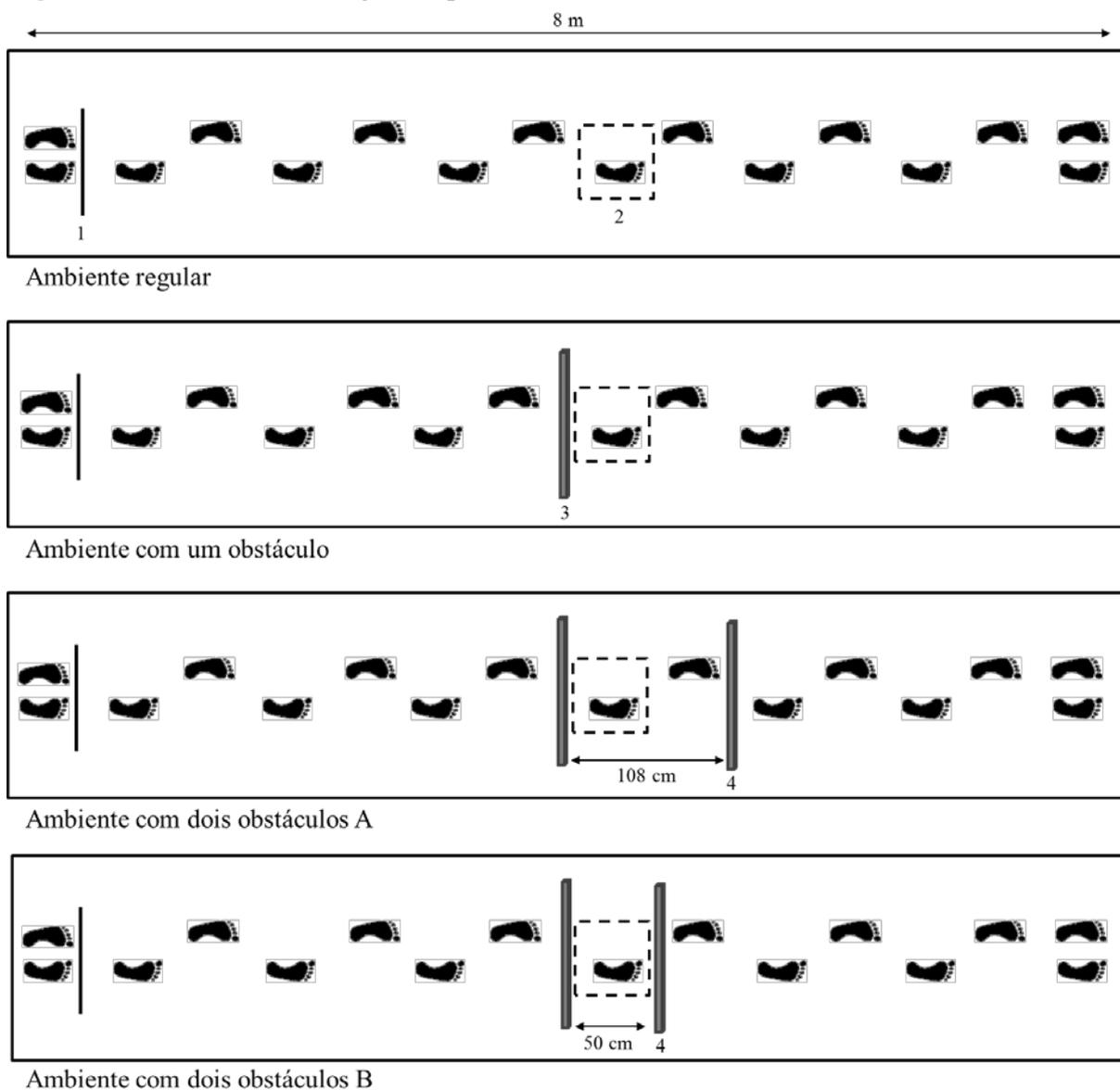
Diante dos pressupostos acima, o objetivo deste estudo foi analisar e comparar a assimetria do andar de idosos com doença de Parkinson e idosos neurologicamente sadios em ambientes com múltiplos obstáculos. A hipótese do estudo é que ambientes com múltiplos obstáculos aumentam o índice de assimetria dos parâmetros cinemáticos e cinéticos do andar na fase de aproximação e de ultrapassagem de idosos com DP.

3.2. Materiais e método

Os participantes e as avaliações clínicas foram as mesmas descritas no Estudo 1. Para determinar o nível clínico de assimetria foi utilizado a UPDRS III. Para cada lado do corpo, foi calculada a somatória da pontuação dos itens 20 a 26 da UPDRS III (estes itens referem-se ao tremor de repouso e de ação, rigidez, toques dos dedos, movimentos das mãos, movimentos alternados e rápidos das mãos e agilidade da perna, respectivamente), cada item possui uma pontuação de 0 a 4 pontos (pontuação máxima: 36 pontos cada lado). A assimetria da UPDRS foi definida através da razão: $(\text{maior valor} - \text{menor valor}) / (\text{maior valor} + \text{menor valor}) \times 100$

(PLOTNIK et al., 2005), onde 0 é considerado simétrico e, quanto maior o valor, mais assimétrico é o idoso. Além disso, informações específicas sobre assimetria dos sinais, tais como forma de início da doença (sinais que primeiramente apareceram no paciente), membro superior e inferior primeiramente afetado pela DP, entre outras, foram adquiridas por meio da anamnese.

Para a avaliação do andar, os idosos, em velocidade preferida, percorreram andando uma passarela de 8 m de comprimento nas seguintes condições: sem ultrapassagem de obstáculo; com ultrapassagem de um obstáculo; com ultrapassagem de dois obstáculos com 108 cm de distância entre os obstáculos; com ultrapassagem de dois obstáculos com 50 cm de distância entre os obstáculos (Figura 7). Na condição sem ultrapassagem de obstáculo foram realizadas três tentativas. Nas condições com ultrapassagem de obstáculo foram realizadas 6 tentativas, sendo 3 tentativas com cada membro exercendo o papel de membro de ultrapassagem. Com isso, cada participante realizou um total de 21 tentativas. O ponto de partida foi ajustado para cada participante para garantir a ultrapassagem com ambos os membros inferiores. Cada condição foi apresentada em bloco e as tentativas dentro do bloco foram randomizadas por membro inferior (exceto na condição sem obstáculo). A ordem de apresentação das condições foi randomizada entre os participantes.

Figura 7: Desenho das condições experimentais.

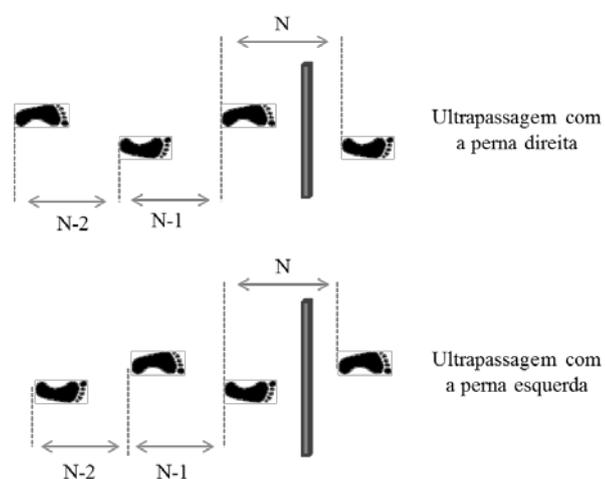
1 – Ponto de início; 2 – Plataforma de força; 3 – Primeiro obstáculo; 4 – Segundo obstáculo.

Em todas as condições, foram coletados os mesmos parâmetros cinemáticos e cinéticos utilizando os mesmos equipamentos do Estudo 1. Na avaliação do andar sem ultrapassagem de obstáculo foram analisados os 2 passos centrais. Nas tentativas com obstáculo, foram analisadas a fase de aproximação e a fase de ultrapassagem. Na fase de aproximação foram analisados os 2 passos antecedentes à ultrapassagem (N-1: último passo antes do obstáculo; N-2: penúltimo passo antes do obstáculo – Figura 8). Nas tentativas com dois obstáculos, a análise foi realizada apenas para o primeiro obstáculo. Os parâmetros espaço-temporais de interesse para cada passo foram comprimento (cm), largura (cm), duração do passo (s), duração do tempo de balanço (s) e velocidade do passo (cm/s). Além disso, na fase de ultrapassagem foi calculada a distância

horizontal do pé para o obstáculo antes da ultrapassagem do obstáculo (cm) e a distância vertical entre o pé e o obstáculo (cm) dos membros de abordagem e suporte. Com a utilização de uma plataforma de força, posicionada conforme a Figura 7, foi realizada a análise cinética do passo de ultrapassagem, sendo mensurados os impulsos de frenagem e de propulsão para as componentes de força vertical e horizontal. Para análise da assimetria entre os membros inferiores, foi utilizado o Índice de Assimetria (I_A) (ROGGENDORF et al., 2012; BERETTA et al., 2015) por tentativa para cada participante. O I_A foi calculado por meio da equação abaixo para cada um dos parâmetros cinemáticos e cinéticos das fases de aproximação e ultrapassagem. Os valores variam entre 0 a 100%, onde 0 é totalmente simétrico e, quanto maior os valores, mais assimétrico são os parâmetros.

$$I_A \text{ da variável } X = \left| \frac{(\text{valor do membro inferior direito} - \text{valor do membro inferior esquerdo})}{(\text{valor do membro inferior direito} + \text{valor do membro inferior esquerdo})} \right| \times 100$$

Figura 8. Exemplificação dos passos considerados para análise nas tentativas com obstáculo: passo de ultrapassagem (N), do último (N-1) e do penúltimo (N-2) passos antes do primeiro obstáculo.



3.2.1. Análise estatística

A análise estatística foi realizada no software SPSS 18.0 for Windows®. O nível de significância nas análises foi mantido em 0,05. Os testes de Shapiro-Wilk e de Levene foram empregados para verificação da normalidade na distribuição dos dados e da homogeneidade das variâncias, respectivamente. O Índice de Assimetria dos parâmetros espaciais e temporais do passo na fase de aproximação foram comparados por meio de ANOVAs *two-way* com fator para grupo (idosos com DP e idosos saudáveis) e condição (sem ultrapassagem de obstáculo x com

ultrapassagem de 1 obstáculo x com ultrapassagem de 2 obstáculos-50cm x com ultrapassagem de 2 obstáculos-108cm), com medidas repetidas para o último fator. O Índice de Assimetria dos parâmetros cinemáticos e cinéticos do passo de ultrapassagem foi analisado por meio de ANOVAs *two-way* com fator para grupo e condição (com ultrapassagem de 1 obstáculo x com ultrapassagem de 2 obstáculos-50cm x com ultrapassagem de 2 obstáculos-108cm), com medidas repetidas para o último fator. Testes *post hoc* de Bonferroni foram utilizados para determinar as diferenças entre os fatores quando efeito de interação foi indicado na análise.

3.3. Resultados

Os idosos que participaram desse estudo foram os mesmo do Estudo 1. A Tabela 6 apresenta a somatória dos itens 20 a 26 da UPDRS III, separadamente para os membros direito e esquerdo, e o índice de assimetria. A somatória dos itens da UPDRS III foi sensível em identificar a assimetria nos idosos com DP.

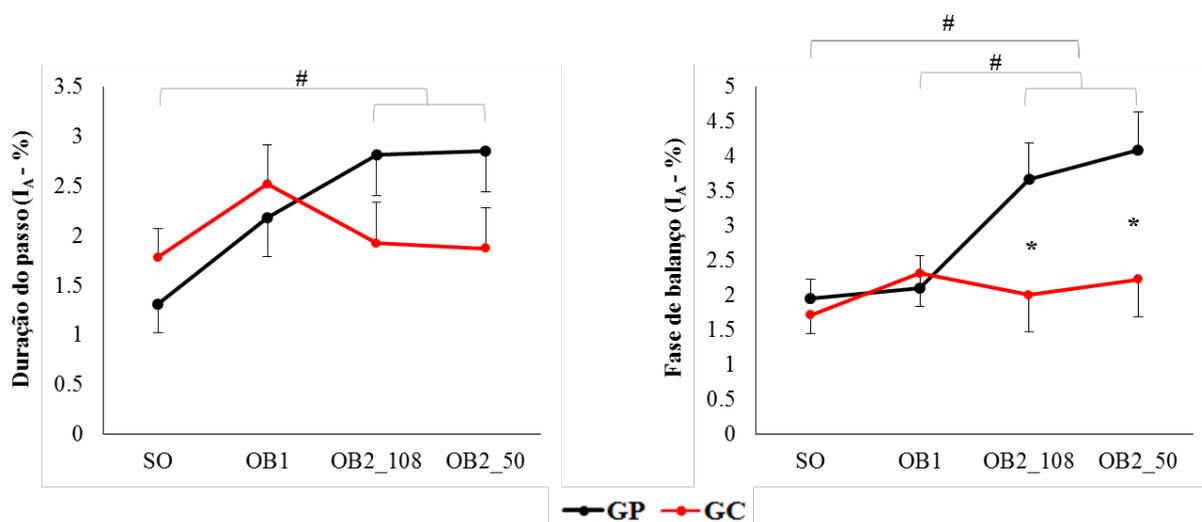
Tabela 6. Somatória e assimetria na pontuação dos itens 20 a 26 da UPDRS III.

| | UPDRS III – membro esquerdo (pontos) | UPDRS III – membro direito (pontos) | UPDRS III – Assimetria (%) |
|---------------|---|--|-------------------------------|
| DP01 | 9 | 8 | 5.88 |
| DP02 | 14 | 11 | 12.00 |
| DP03 | 8 | 7 | 6.67 |
| DP04 | 6 | 5 | 9.09 |
| DP05 | 7 | 6 | 7.69 |
| DP06 | 5 | 10 | 33.33 |
| DP07 | 11 | 9 | 10.00 |
| DP08 | 13 | 9 | 18.18 |
| DP09 | 12 | 8 | 20.00 |
| DP10 | 11 | 10 | 4.76 |
| DP11 | 8 | 7 | 6.67 |
| DP12 | 11 | 9 | 10.00 |
| DP13 | 10 | 14 | 16.67 |
| DP14 | 17 | 11 | 21.43 |
| DP15 | 12 | 4 | 50.00 |
| DP16 | 11 | 9 | 10.00 |
| DP17 | 7 | 5 | 16.67 |
| DP18 | 6 | 5 | 9.09 |
| DP19 | 10 | 9 | 5.26 |
| Média | 9.89 | 8.21 | 14.39 |
| Desvio padrão | 2.99 | 2.46 | 10.92 |

3.3.1. Fase de aproximação

A análise univariada indicou interação grupo*condição na duração ($F_{3,108} = 2,52$; $p=0,06$ – efeito marginal) e na porcentagem da fase de balanço ($F_{3,108} = 2,61$; $p=0,05$) do último passo antes do obstáculo (N-1) (Figura 9). O teste de *post hoc* indicou que o GP, nas condições mais complexas (condições com ultrapassagem de 2 obstáculos), aumentou a assimetria da duração do passo em relação à condição sem ultrapassagem de obstáculo (ultrapassagem de 2 obstáculos-50cm: $p=0,003$; ultrapassagem de 2 obstáculos-108cm: $p=0,002$). Na fase de balanço, o GP aumentou a assimetria nas condições com ultrapassagem de 2 obstáculos quando comparado à condição sem ultrapassagem de obstáculo (ultrapassagem de 2 obstáculos-50cm: $p=0,002$; ultrapassagem de 2 obstáculos-108cm: $p=0,008$) e com ultrapassagem de 1 obstáculo (ultrapassagem de 2 obstáculos-50cm: $p=0,012$; ultrapassagem de 2 obstáculos-108cm: $p=0,008$). Ainda, o GP apresentou maior assimetria nas condições mais complexas quando comparado ao GC (ultrapassagem de 2 obstáculos-50cm: $p=0,02$; ultrapassagem de 2 obstáculos-108cm: $p=0,032$). O GC, em ambas as variáveis, não apresentou diferenças significativas entre as condições.

Figura 9. Interação grupo*condição para os índices de assimetria da duração do passo e da fase de balanço do último passo antes do obstáculo (N-1).



*: diferença entre grupos; #: diferença entre condições dos idosos com DP; SO: ambiente sem obstáculo; OB1: ambiente com um obstáculo; OB2_108: ambiente com 2 obstáculos com 108 cm de distância entre eles; OB2_50: ambiente com 2 obstáculos com 50 cm de distância entre eles; GP: grupo Parkinson; GC: grupo controle.

A análise univariada também indicou efeito principal de condição no comprimento ($F_{3,108} = 6,41$; $p<0,001$) e velocidade ($F_{3,108} = 2,94$; $p=0,036$) do último passo antes do obstáculo

(N-1) (Tabela 7). Nas condições com ultrapassagem de 1 obstáculo, ultrapassagem de 2 obstáculos-50cm e ultrapassagem de 2 obstáculos-108cm, os idosos aumentaram a assimetria em relação à condição sem ultrapassagem de obstáculo ($p=0,001$; $p=0,002$; $p=0,002$; respectivamente). Também, na condição com ultrapassagem de 1 obstáculo, os idosos aumentaram a assimetria da velocidade quando comparado à condição sem ultrapassagem de obstáculo ($p=0,033$).

No penúltimo passo antes do obstáculo (N-2), não houve interação entre grupo*condição para nenhuma das variáveis. A análise univariada indicou efeito principal de grupo para comprimento do passo ($F_{1,36} = 9,50$; $p<0,001$) e efeito principal de condição para comprimento ($F_{3,108} = 6,77$; $p<0,001$), fase de balanço ($F_{3,108} = 3,58$; $p<0,016$) e velocidade do passo ($F_{3,108} = 4,52$; $p=0,005$) (Tabela 7). Para o fator grupo, o GP, em relação ao GC, apresentou maior assimetria no comprimento do passo. Para o fator condição, nas condições com ultrapassagem de 1 obstáculo, ultrapassagem de 2 obstáculos-50cm e ultrapassagem de 2 obstáculos-108cm, os idosos apresentaram maior assimetria no comprimento do passo em relação à condição sem ultrapassagem de obstáculo ($p=0,004$; $p=0,002$; $p<0,001$; respectivamente). Ainda, na condição com ultrapassagem de 2 obstáculos-50cm, os idosos aumentaram a assimetria na fase de balanço e velocidade do passo em comparação à condição sem obstáculo ($p=0,011$; $p= 0,05$; respectivamente).

Tabela 7: Médias e erros padrão do Índice de Assimetria (I_A - %) dos parâmetros dos dois últimos passos (N-1 e N-2) na fase de aproximação para cada grupo e condição experimental.

| Variáveis | Grupo | Sem obstáculo | 1 obstáculo | 2 obstáculos 108 | 2 obstáculos 50 | Efeito principal de grupo | Efeito principal de condição |
|---|-------|---------------|-------------|------------------|-----------------|---------------------------|------------------------------|
| ÚLTIMO PASSO ANTES DO OBSTÁCULO (N-1) | | | | | | | |
| Comprimento do passo (I_A) | GP | 2,11±0,41 | 4,52±0,66 | 3,82±0,76 | 5,12±0,86 | p=0,085 | p<0,001 A, B, C |
| | GC | 1,48±0,41 | 2,85±0,66 | 3,45±0,76 | 3,15±0,86 | | |
| Largura do passo (I_A) | GP | 14,21±2,53 | 18,98±3,94 | 15,61±3,04 | 16,12±2,82 | p=0,602 | p=0,588 |
| | GC | 13,0±2,53 | 11,5±3,94 | 16,93±3,04 | 17,25±2,82 | | |
| Velocidade do passo (I_A) | GP | 2,96±0,61 | 5,21±0,72 | 4,27±0,8 | 5,0±0,74 | p=0,071 | p=0,036 A |
| | GC | 2,46±0,61 | 3,52±0,72 | 3,22±0,8 | 2,78±0,74 | | |
| PENÚLTIMO PASSO ANTES DO OBSTÁCULO (N-2) | | | | | | | |
| Comprimento do passo (I_A) | GP | 2,11±0,41 | 4,42±0,69 | 4,98±0,58 | 5,42±0,84 | p=0,004 | p<0,001 A, B, C |
| | GC | 1,48±0,41 | 2,97±0,69 | 2,05±0,58 | 2,93±0,84 | | |
| Largura do passo (I_A) | GP | 14,21±2,53 | 12,81±1,83 | 12,85±2,59 | 17,08±2,41 | p=0,312 | p=0,357 |
| | GC | 13,0±2,53 | 10,44±1,83 | 11,6±2,59 | 13,05±2,41 | | |
| Duração do passo (I_A) | GP | 1,31±0,29 | 2,57±0,4 | 2,26±0,37 | 2,38±0,43 | p=0,398 | p=0,127 |
| | GC | 1,78±0,29 | 1,78±0,4 | 1,6±0,37 | 2,23±0,43 | | |
| Fase de balanço (I_A) | GP | 1,96±0,27 | 3,55±0,52 | 2,51±0,52 | 3,36±0,49 | p=0,118 | p=0,016 C |
| | GC | 1,72±0,27 | 2,25±0,52 | 2,1±0,52 | 2,71±0,49 | | |
| Velocidade do passo (I_A) | GP | 2,96±0,61 | 3,49±0,6 | 3,78±0,7 | 5,06±0,79 | p=0,158 | p=0,005 C |
| | GC | 2,46±0,61 | 2,58±0,6 | 2,28±0,7 | 3,43±0,79 | | |

A: diferença entre sem obstáculo x um obstáculo; B: diferença entre sem obstáculo x dois obstáculos com 108 cm de distância; C: diferença entre sem obstáculo x dois obstáculos com 50 cm de distância; GP: idosos com Parkinson; GC: grupo controle.

3.3.2. Fase de ultrapassagem

Em relação ao Índice de Assimetria do passo de ultrapassagem (N), não houve interação entre grupo*condição para nenhuma das variáveis. A análise univariada indicou efeito principal de condição para comprimento ($F_{2,72} = 3,51$; $p=0,035$) (Tabela 8). Contudo, na análise entre condições, houve apenas uma diferença marginal entre as condições com ultrapassagem de 1 obstáculo e com ultrapassagem de 2 obstáculos-50cm ($p=0,066$), sendo que, na condição com 1 obstáculo, os idosos foram mais assimétricos.

Tabela 8: Médias e erros padrão do Índice de Assimetria (I_A - %) dos parâmetros espaciais e temporais do passo de ultrapassagem para cada grupo e condição experimental.

| Variáveis | | Um obstáculo | 2 obstáculos 108 | 2 obstáculos 50 | Efeito principal de grupo | Efeito principal de condição |
|--|-----------|--------------|------------------|-----------------|---------------------------|------------------------------|
| Comprimento do passo (I_A) | GP | 3,22±0,56 | 2,68±0,35 | 2,03±0,36 | p=0,142 | p=0,035 |
| | GC | 2,48±0,56 | 1,46±0,35 | 1,94±0,36 | | |
| Largura do passo (I_A) | GP | 15,23±2,91 | 13,98±2,44 | 15,47±3,13 | p=0,28 | p=0,646 |
| | GC | 20,54±2,91 | 13,54±2,44 | 18,55±3,13 | | |
| Duração do passo (I_A) | GP | 2,35±0,38 | 2,25±0,56 | 2,4±0,53 | p=0,53 | p=0,646 |
| | GC | 2,46±0,38 | 2,39±0,56 | 3,05±0,53 | | |
| Fase de balanço (I_A) | GP | 2,58±0,49 | 2,75±0,63 | 3,16±0,53 | p=0,98 | p=0,29 |
| | GC | 2,59±0,49 | 2,55±0,63 | 3,31±0,53 | | |
| Velocidade do passo (I_A) | GP | 3,34±0,52 | 2,49±0,49 | 2,71±0,59 | p=0,971 | p=0,297 |
| | GC | 2,87±0,52 | 2,43±0,49 | 3,29±0,59 | | |

GP: idosos com Parkinson; GC: grupo controle.

Em relação às variáveis cinéticas, a análise univariada não indicou efeito principal de grupo, condição ou interação (Tabela 9).

A análise univariada não revelou efeito principal de grupo, condição ou interação para o Índice de Assimetria das distâncias horizontais. Entretanto, a análise univariada indicou efeito principal de grupo ($F_{1,36} = 7,253$; $p=0,011$) e condição ($F_{2,72} = 3,164$; $p=0,048$) para distância vertical do pé para o obstáculo do membro de suporte (Tabela 10). Para o fator grupo, os idosos com DP apresentaram maior assimetria na distância em relação aos idosos saudáveis. Para o fator condição, os idosos aumentaram a assimetria na condição com ultrapassagem de 2 obstáculos-50cm quando comparado à condição com ultrapassagem de 1 obstáculo ($p=0,015$). Não houve interação grupo*condição.

Tabela 9: Médias e erros padrão do Índice de Assimetria (I_A - %) das variáveis cinéticas dos idosos com DP e sadios em cada condição experimental.

| Variáveis | | Um obstáculo | 2 obstáculos 108 | 2 obstáculos 50 | Efeito principal de grupo | Efeito principal de condição |
|---|-----------|--------------|------------------|-----------------|---------------------------|------------------------------|
| Impulso vertical de frenagem (I_A) | GP | 5,37±1,12 | 7,99±1,29 | 4,71±1,04 | p=0,332 | p=0,538 |
| | GC | 4,79±1,12 | 4,09±1,29 | 5,61±1,04 | | |
| Impulso vertical de propulsão (I_A) | GP | 7,41±1,82 | 10,26±2,13 | 5,54±1,23 | p=0,921 | p=0,164 |
| | GC | 8,31±1,82 | 7,68±2,13 | 6,66±1,23 | | |
| Impulso AP de frenagem (I_A) | GP | 13,06±2,35 | 15,65±2,96 | 8,71±1,7 | p=0,274 | p=0,232 |
| | GC | 11,67±2,35 | 8,52±2,96 | 9,42±1,7 | | |
| Impulso AP de propulsão (I_A) | GP | 16,6±2,92 | 13,73±2,04 | 9,66±2,54 | p=0,995 | p=0,149 |
| | GC | 14,4±2,92 | 10,35±2,04 | 15,29±2,54 | | |

GP: idosos com Parkinson; GC: grupo controle

Tabela 10: Médias e erros padrão do Índice de Assimetria (I_A - %) das distâncias horizontais e verticais dos membros de abordagem e suporte dos idosos com DP e sadios em cada condição experimental.

| Variáveis | | Um obstáculo | 2 obstáculos 108 | 2 obstáculos 50 | Efeito principal de grupo | Efeito principal de condição |
|--|-----------|--------------|------------------|-----------------|---------------------------|------------------------------|
| DISTÂNCIA HORIZONTAL DO PÉ PARA O OBSTÁCULO | | | | | | |
| Membro de abordagem (I_A) | GP | 3,02±0,63 | 3,35±0,5 | 3,84±0,77 | p=0,157 | p=0,893 |
| | GC | 2,57±0,63 | 2,74±0,5 | 2,22±0,77 | | |
| Membro de suporte (I_A) | GP | 8,01±1,77 | 6,91±1,37 | 5,61±0,97 | p=0,35 | p=0,067 |
| | GC | 7,07±1,77 | 5,36±1,37 | 3,93±0,97 | | |
| DISTÂNCIA VERTICAL DO PÉ PARA O OBSTÁCULO | | | | | | |
| Membro de abordagem (I_A) | GP | 9,18±1,26 | 7,69±1,41 | 7,2±1,27 | p=0,337 | p=0,578 |
| | GC | 6,64±1,26 | 6,66±1,41 | 6,55±1,27 | | |
| Membro de suporte (I_A) | GP | 8,58±1,3 | 11,43±1,28 | 12,17±1,54 | p=0,011 | p=0,048 E |
| | GC | 6,05±1,3 | 6,39±1,28 | 8,28±1,54 | | |

E: diferença entre um obstáculo x dois obstáculos com 50 cm de distância; GP: idosos com Parkinson; GC: grupo controle.

3.4. Discussão

O objetivo deste estudo foi analisar e comparar a assimetria do andar de idosos com doença de Parkinson e idosos neurologicamente saudáveis em ambientes com múltiplos obstáculos. Como esperado, os principais resultados demonstraram que os idosos com DP aumentaram a assimetria na fase de aproximação, especialmente nas variáveis temporais do passo (duração e fase de balanço do passo), nas condições com múltiplos obstáculos. Nas demais variáveis da fase de aproximação, não houve aumento significativo da assimetria entre os membros inferiores, demonstrando que o obstáculo pode ser usado como uma dica para os idosos ajustarem o passo. Na fase de ultrapassagem, os idosos com DP apresentaram maior assimetria na distância vertical do pé para o obstáculo do membro de suporte, o que reforça a necessidade de informações visuais dos idosos com DP para o controle do andar (Estudo 1). Esses resultados são discutidos, especialmente em relação à DP, com base em três argumentos principais: a demanda cognitiva aumentada em ambientes com múltiplos obstáculos, o papel do obstáculo como dica visual e a ausência da informação visual na ultrapassagem do membro de suporte.

O aumento da complexidade do ambiente (presença de 2 obstáculos) aumentou a assimetria dos parâmetros temporais durante a fase de aproximação para o obstáculo, principalmente no último passo. Estudos que investigaram o aumento da complexidade da tarefa, como em situações de tarefa dupla, observaram que o aumento da demanda cognitiva, sobretudo nas funções executivas, está relacionado com o aumento da assimetria da duração da fase de balanço de idosos com DP quando comparados a idosos saudáveis (YOGEV et al., 2007). Como observado no Estudo 1, o aumento da complexidade do ambiente requer mais tempo para processar as informações do ambiente e maior demanda de atenção e de planejamento das ações, ou seja, exige maior demanda das funções executivas, o que contribui para o aumento da assimetria nos parâmetros do andar de idosos com DP.

Com base nestes resultados, é possível especular que o aumento da assimetria do andar pode estar relacionado à ativação assimétrica da área motora suplementar, que está envolvida no controle da coordenação do andar pelos núcleos da base (FUKUYAMA et al., 1997; YAZAWA et al., 1997). Além disso, as funções executivas, processadas no córtex pré-frontal dorsolateral, também são influenciadas pelas vias dopaminérgicas dos núcleos da base (NIEOULLON, 2002, HEDDEN & GABRIELI, 2010). A competição por recursos neuronais limitados (ou seja, circuitos neuronais que envolvem o lobo frontal) e os prejuízos nas eferências dos núcleos da base para estas regiões do cérebro são expressos em um aumento na assimetria do andar em idosos com DP (PLOTNIK et al., 2009).

A presença do obstáculo pode ser entendida com uma dica externa utilizada por idosos para regular os parâmetros espaciais do andar. A fase de aproximação apresenta-se como ideal para modulação destes parâmetros de forma a garantir uma ultrapassagem segura, o que explica as diferenças no índice de assimetria nas condições com obstáculos múltiplos. Por outro lado, na fase de ultrapassagem, como os ajustes já foram realizados na fase de aproximação, ambos os grupos apresentaram baixo índice de assimetria, independentemente do número de obstáculos, o que sugere que todos os participantes usaram as informações visuais do obstáculo para modular os parâmetros do passo de abordagem (MORRIS et al., 1994).

A ausência de informação visual pode exacerbar a assimetria na margem de segurança durante a ultrapassagem do obstáculo pelo membro de suporte. Como no Estudo 1, a ausência de diferenças na fase de ultrapassagem do membro de abordagem e a diferença na distância vertical do membro de suporte reforçam a importância da visão para o controle do andar (VITÓRIO et al., 2013). Devido aos déficits proprioceptivos (AZULAY et al., 1999; ADAMOVICH et al., 2001; CONTRERAS-VIDAL & GOLD, 2004; KONCZAK et al., 2009) e de integração sensório-motora (ALMEIDA et al., 2005; PIERUCCINI-FARIA et al., 2014), a informação visual dos membros inferiores ajuda os idosos com DP a melhorar o controle do movimento durante o andar (VITÓRIO et al., 2015). Assim, a ausência desta informação piorou o controle da elevação do membro de suporte entre os membros inferiores para executar a ultrapassagem do obstáculo, refletindo o aumento na assimetria do passo. A assimetria na distância vertical do membro de suporte para o obstáculo torna o andar do idoso com DP mais arriscado, pois essa variável tem grande relação com tropeços e quedas (VITÓRIO et al., 2014b). Em síntese, estes resultados sugerem que a informação visual é capaz de compensar a diferença de comprometimento entre os membros, reduzindo a assimetria do comportamento durante a fase de ultrapassagem.

3.5. Conclusão

Com base nos resultados do presente estudo, pode-se concluir que idosos com DP apresentam maior assimetria no andar quando comparados a idosos saudáveis em ambiente com múltiplos obstáculos, principalmente na fase de aproximação. O papel do membro inferior na tarefa de ultrapassagem do obstáculo parece não interferir na assimetria do andar. Os idosos com DP, na ausência da informação visual, aumentaram a assimetria na distância vertical do membro de suporte para o obstáculo, reforçando a ideia de que idosos com DP são mais dependentes da informação visual para controlar os movimentos.

4. CAPÍTULO 4

Considerações finais

A presente dissertação propôs a realização de 2 estudos que, de uma maneira geral, aprofundaram o entendimento acerca do comportamento motor de idosos, especialmente de idosos com DP, quando são expostos a ambientes complexos. Destaca-se a implicação dos resultados para subsidiar ações futuras para melhorar a qualidade de vidas dos idosos com DP. Neste sentido, os principais achados e suas implicações práticas são destacados a seguir.

Os principais resultados da fase de aproximação revelam que os idosos, na presença de obstáculos, realizam ajustes temporais e espaciais, sendo que os idosos com DP aumentam também os índices de assimetria nos parâmetros temporais. Os idosos sadios realizam ajustes no comprimento da passada, enquanto que, os idosos com DP, além de ajustar o comprimento, realizam ajustes no tempo em suporte simples (diminuem) e duplo suporte (aumentam), sendo que estas modulações são relacionadas a um padrão mais cauteloso do andar. Além disso, os ajustes envolvendo a fase de aproximação indicam que é nesta fase que ocorre modulações para garantir o sucesso da tarefa.

Em ambientes com múltiplos obstáculos, há aumento da demanda cognitiva, na atenção e nas funções executivas, e da necessidade de mais tempo para processar as informações do ambiente durante a fase de aproximação, revelado pelo aumento da duração da passada e do índice de assimetria na duração do passo e na fase de balanço. Na fase de ultrapassagem, múltiplos obstáculos exacerbam os sinais da DP, como a bradicinesia (redução da velocidade do passo) e hipometria (diminuição da amplitude do passo), mas não alteram os índices de assimetria dos parâmetros cinemáticos, exceto na distância vertical do passo de suporte, e cinéticos do andar, que podem estar associados com o risco aumentado de quedas.

A característica unilateral da doença pode se agravar em ambientes complexos e resultar em pior desempenho do andar. O aumento da assimetria é um *trigger* para episódios de congelamento do andar (PLOTNIK et al., 2008). Diversos estudos têm demonstrado que idosos com DP com congelamento do andar apresentam maior assimetria em relação a idosos sem congelamento (PLOTNIK et al., 2005, 2008; DANOUDIS et al., 2012; FRAZZITTA et al., 2013). Contudo, estudos da assimetria em idosos com congelamento no andar têm sido realizados apenas em ambientes regulares. Com base nos resultados deste estudo, é possível especular que ambientes mais complexos podem aumentar a ocorrência de congelamento do andar em idosos com DP. Para futuros estudos, sugerimos a inclusão de um grupo com idosos com DP com episódios de congelamento no andar a fim de investigar se ambientes complexos

aumentam a assimetria destes idosos, conseqüentemente, aumentando a ocorrência de congelamento no andar.

O presente estudo apresentou algumas limitações, como a distância fixa entre os obstáculos na condição com dois obstáculos. Devido ao maior comprimento do passo, os idosos saudáveis apresentaram maiores modulações nos parâmetros do passo de ultrapassagem para se adaptar as exigências ambientais. Desta forma, sugerimos que nos próximos estudos a distância entre os obstáculos seja normalizada de acordo com o comprimento do passo dos participantes.

Por fim, com base nas principais evidências deste estudo é possível sugerir intervenções para idosos com DP com foco no andar com manipulações do ambiente (exemplos: ambientes com obstáculos de diferentes tamanhos e formas, inclusão de dicas visuais e modulações na amplitude e velocidade do movimento). Ainda, sugere-se que as atividades sejam, preferencialmente, executadas de maneira unilateral e, desta forma, o desenvolvimento de ambos os membros de forma mais igualitária será facilitado.

5. CAPÍTULO 5

Referências

- ADAMOVICH, S.V.; BERKINBLIT, M.B.; HENING, W.; SAGE, J.; POIZNER, H. The interaction of visual and proprioceptive inputs in pointing to actual and remembered targets in Parkinson's disease. **Neuroscience**, v.104, n.4, p.1027-41, 2001.
- ALEXANDER, G.E.; CRUTCHER, M.D.; DELONG, M.R. Basal ganglia-thalamocortical circuits: parallel substrates for motor, oculomotor, "prefrontal" and "limbic" functions. **Progress in Brain Research**, v.85, p.119-146, 1990.
- ALMEIDA, Q. J.; FRANK, J.S.; ROY, E.A.; JENKINS, M.E.; SPAULDING, S.; PATLA, A.E.; JOG, M.S. An evaluation of sensorimotor integration during locomotion toward a target in Parkinson's disease. **Neuroscience**, v.134, n.1, p.283–293, 2005.
- ALMEIDA, Q.J.; WISHART, L.R.; LEE, T.D. Bimanual coordination deficits with Parkinson's disease: the influence of movement speed and external cueing. **Movement Disorders**, v.17, n.1, p. 30–37, 2002.
- AZULAY, J.P.; MESURE, S.; AMBLARD, B.; BLIN, O.; SANGLA, I.; POUGET, J. Visual control of locomotion in Parkinson's disease. **Brain**, v.122, p.111-20, 1999.
- BALTADJIEVA, R.; GILADI, N.; GRUENDLINGER, L.; PERETZ, C.; HAUSDORFF, J.M. Marked alterations in the gait timing and rhythmicity of patients with de novo Parkinson's disease. **The European Journal of Neuroscience**, v.24, n.6, p.1815-1820, 2006.
- BARBIERI, F. A.; RINALDI, N.M.; SANTOS, P.C.; LIRANI-SILVA, E.; VITÓRIO, R.; TEIXEIRA-ARROYO, C.; STELLA, F.; GOBBI, L.T.B. Functional capacity of Brazilian patients with Parkinson's disease (PD): relationship between clinical characteristics and disease severity. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, v.54, n.2, p.83-88, 2012.
- BARBIERI, F. A.; SIMIELI, L.; ORCIOLI-SILVA, D.; BAPTISTA, A. M.; PESTANA, M. B.; BERETTA, V. S.; SANTOS, P. C. R.; GOBBI, L. T. B. Obstacle crossing increases gait asymmetry in people with Parkinson disease that seems to be reduced by dopaminergic medication. **Gait & Posture**, submitted, 2015.

- BARBOSA, M. T.; CARAMELLI, P.; MAIA, D.P.; CUNNINGHAM, M.C.; GUERRA, H.L.; LIMA-COSTA, M.F.; CARDOSO, F. Parkinsonism and Parkinson's disease in the elderly: A community-based survey in Brazil (the Bambuí Study). **Movement Disorders**, v.21, n.6, p.800-808, 2006.
- BARELA, A. M. F.; DUARTE, M. Utilização da plataforma de força para aquisição de dados cinéticos durante a marcha humana. **Brazilian Journal of Motor Behavior**, v.6, p. 56-61, 2011.
- BERARD, J. R.; VALLIS, L. A. *Characteristics of single and double obstacle avoidance strategies: a comparison between adults and children*. **Experimental Brain Research**, v.175, n.1, p.21-31, 2006.
- BERETTA, V.S.; GOBBI, L.T.B.; LIRANI-SILVA, E.; SIMIELI, L.; ORCIOLI-SILVA, D.; BARBIERI, F.A. Challenging Postural Tasks Increase Asymmetry in Patients with Parkinson's Disease. **PLOS ONE**, v.10, n.9, e0137722, 2015.
- BRAAK, H.; GHEBREMEDHIN, E.; RÜB, U.; BRATZKE, H.; TREDICI, K. D. Stages in the development of Parkinson's disease-related pathology. **Cell and Tissue Research**, v.318, n.1, p.121-134, 2004.
- BROWN, L.A.; DOAN, J.B.; MCKENZIE, N.C.; COOPER, S.A. Anxiety-mediated gait adaptations reduce errors of obstacle negotiation among younger and older adults: Implications for fall risk. **Gait & Posture**, v.24, n.4, p.418-423, 2006.
- BRUCKI, S.M.D.; NITRINI, R.; CARAMELLI, P.; BERTOLUCCI, P.H.F.; OKAMOTO, I.H. Sugestões para o Uso do Mini-Exame do Estado Mental no Brasil. **Arquivos de Neuropsiquiatria**, v.61, n.3, p.777-781, 2003.
- CHAPMAN, G. J.; HOLLANDS, M. A. Evidence for a link between changes to gaze behaviour and risk of falling in older adults during adaptive locomotion. **Gait & Posture**, v.24, n.3, p.288-294, 2006.
- CHAPMAN, G. J.; HOLLANDS, M. A. Evidence that older adult fallers prioritise the planning of future stepping actions over the accurate execution of ongoing steps during complex locomotor tasks. **Gait & Posture**, v.26, n.1, p.59-67, 2007.

- CHOU, L.S.; DRAGANICH, L.F. Placing the trailing foot closer to an obstacle reduces flexion of the hip, knee, and ankle to increase the risk of tripping. **Journal of Biomechanics**, v.31, p.685-691, 1998.
- CHOU, L.S.; KAUFMAN, K.R.; HAHN, M.E.; BREY, R.H. Medio-lateral motion of the center of mass during obstacle crossing distinguishes elderly individuals with imbalance. **Gait & Posture**, v.18, n.3, p.125-33, 2003.
- CONTRERAS-VIDAL, J.L.; GOLD, D.R. Dynamic estimation of hand position in abnormal in Parkinson's disease. **Parkinsonism & Related Disorders**, v.10, n.8, p.501-506, 2004.
- DA SILVA, J. J.; BARBIERI, F. A.; GOBBI, L. T. B. Adaptive locomotion for crossing a moving obstacle. **Motor Control**, v.15, n.3, p.419-433, 2011.
- DANOUDIS, M.; IANSEK, R.; SIMPSON, P. Freezing of gait in Parkinson's disease: further insights into pathophysiological mechanisms. **Parkinsonism & Related Disorders**, v.18, n.5, p.543-7, 2012.
- DE LAU, L. M. L.; BRETELER, M. M. B. Epidemiology of Parkinson's disease. **The Lancet Neurology**, v.5, n.6, p.525-535, 2006.
- DEBAERE, F.; SWINNEN, S.P.; BÉATSE, E.; SUNAERT, S.; VAN HECKE, P.; DUYSSENS, J. Brain areas involved in interlimb coordination: a distributed network. **Neuroimage**, v.14, n.5, p.947-958, 2001.
- DEBAERE, F.; WENDEROTH, N.; SUNAERT, S.; VAN HECKE, P.; SWINNEN, S.P. Cerebellar and premotor function in bimanual coordination: parametric neural responses to spatiotemporal complexity and cycling frequency. **Neuroimage**, v.2, n.4, p.1416 - 1427, 2004.
- DEL OLMO, M.F.; CUDEIRO, J. Temporal variability of gait in Parkinson disease: effects of a rehabilitation programme based on rhythmic sound cues. **Parkinsonism & Related Disorders**, v.11, n.1, p.25-33, 2005.
- DELONG, M.R.; WICHMANN, T. Circuits and circuit disorders of the basal ganglia. **Archives of neurology**, v.64, n.1, p.20-4, 2007.

- DESMURGET, M.; GRAFTON, S.T.; VINDRAS, P.; GREY, H.; TURNER, R. S. Basal ganglia network mediates the control of movement amplitude. **Experimental Brain Research**, v.153, n.2, p.197-209, 2003.
- DESMURGET, M.; GRAFTON, S.T.; VINDRAS, P.; GREY, H.; TURNER, R.S. The basal ganglia network mediates the planning of movement amplitude. **European Journal of Neuroscience**, v.19, n.10, p.2871-2880, 2004.
- DJALDETTI, R.; ZIV, I.; MELAMED, E. The mystery of motor asymmetry in Parkinson's disease. **Lancet Neurology**, v.5, n.9, p.796–802, 2006.
- ESPAY, A. J.; FASANO, A.; VAN NUENEN, B.F.; PAYNE, M.M.; SNIIDERS, A.H.; BLOEM, B.R. "On" state freezing of gait in Parkinson disease: a paradoxical levodopa-induced complication. **Neurology**, v.78, n.7, p.454-457, 2012.
- FAHN, S.; ELTON, R. Members of the UPDRS. Development Comitee. The unified Parkinson's disease rating scale. In: FAHN, S.; MARSDEN, C.D.; CALNE, D.B.; GOLDSTEIN M. (eds.) **Recent Developments in Parkinson's disease**, v.2, Florham Park NJ: Mcmillan Health Care Information, p.153-163, 1987.
- FRAZZITTA, G.; PEZZOLI, G.; BERTOTTI, G.; MAESTRI, R. Asymmetry and freezing of gait in parkinsonian patients. **Journal of Neurology**, v. 260, n.1, p71-76, 2013.
- FUKUYAMA, H.; OUCHI, Y.; MATSUZAKI, S.; NAGAHAMA, Y.; YAMAUCHI, H.; OGAWA, M.; KIMURA, J.; SHIBASAKI, H. Brain functional activity during gait in normal subjects: a SPECT study. **Neuroscience Letters**, v.228, n. 3, p.183–186, 1997.
- 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, n.5, p.843-852, 2010.
- GALNA, B.; PETERS, A.; MURPHY, A.T.; MORRIS, M.E. Obstacle crossing deficits in older adults: a systematic review. **Gait & Posture**, v.30, n.3, p.270-5, 2009.
- GHILARDI, M.F.; ALBERONI, M.; ROSS, I.M.; FRANCESCHI, M.; MARIANI, C.; FAZIO, F. Visual feedback has differential effects on reaching movements in Parkinson's and Alzheimer's disease. **Brain Research**, v.876, p.112-23, 2000.

- GOBBI, L.T.; OLIVEIRA-FERREIRA, M.D.; CAETANO, M.J.; LIRANI-SILVA, E.; BARBIERI, F.A.; STELLA, F.; GOBBI, S. Exercise programs improve mobility and balance in people with Parkinson's disease. *Parkinsonism & Related Disorders*, v.3, p.49-52, 2009.
- GRIMBERGEN Y.A.M.; MUNNEKE M.; BLOEM B. Falls in Parkinson's disease. **Current Opinion in Neurology**, London, v.17, n.4, p.405-415, 2004.
- HAEFELI, J.; VOGELI, S.; MICHEL, J.; DIETZ, V. Preparation and performance of obstacle steps: interaction between brain and spinal neuronal activity. **European Journal of Neuroscience**, v.33, n.2, p.338-348, 2011.
- HAUSDORFF, J. M. Gait dynamics in Parkinson's disease: Common and distinct behavior among stride length, gait variability, and fractal-like scaling. **Chaos**, v.19, n.2, p.1-14, 2009.
- HEDDEN, T.; GABRIELI, J.D. Shared and selective neural correlates of inhibition, facilitation, and shifting processes during executive control. **Neuroimage**, v.51, n. 1, p.421-431, 2010.
- HIRSCH, E.C.; HUNOT, S.; HARTMANN, A. Mechanism of cell death in experimental models of Parkinson's disease. **Functional neurology**, v.15, n. 4, p.229-37, 2000.
- HOEHN, M.M.; YAHR, M.D. Parkinsonism: onset, progression and mortality. **Neurology**, v.17, p.573-581, 1967.
- HUANG, X.; MAHONEY, J.M.; LEWIS, M.M.; DU, G.; PIAZZA, S.J.; CUSUMANO, J.P. Both coordination and symmetry of arm swing are reduced in Parkinson's disease. **Gait & Posture**, v.35, n. 3, p.373-377, 2012.
- HUGHES, A. J.; HUGHES, A. J.; DANIEL, S. E.; KILFORD, L.; LEES, A. J. Accuracy of clinical diagnosis of idiopathic Parkinson's disease: a clinico-pathological study of 100 cases. **Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry**, v.55, p.181-84, 1992.
- JACOBS, J. V.; HORAK, F.B. Abnormal proprioceptive-motor integration contributes to hypometric postural responses of subjects with Parkinson's disease. **Neuroscience**, v.141, p.999-1009, 2006.

- JANSEN, S.; TOET, A.; WERKHOVEN, P.J.; Human locomotion through a multiple obstacle environment: strategy changes as a result of visual field limitation. **Experimental Brain Research**, v.212, p.449-456, 2011.
- KNABLE, M. B.; JONES, D. W.; COPPOLA, R.; HYDE, T. M.; LEE, K.S.; GOREY, J.; WEINBERGER, D.R. Lateralized differences in iodine-123-IBZM uptake in the basal ganglia in asymmetric Parkinson's disease. **Journal of Nuclear Medicine**, v. 36, n.7, p.1216-1225, 1995.
- KONCZAK J.; CORCOS D.M.; HORAK F.; POIZNER H.; SHAPIRO M.; TUIITE P.; VOLKMANN J.; MASCHKE M.; Proprioception and motor control in Parkinson's disease. **Journal of Motor Behavior**, v.41, p.543-52, 2009.
- KRELL, J.; PATLA, A. E. The influence of multiple obstacles in the travel path on avoidance strategy. **Gait & Posture**, v.16, n.1, p.15-19, 2002.
- KWON, K.; KIM, M.; MIN LEE, S.; HANG, S.H.; LEE, H.M.; KOH, S.B. Is reduced arm and leg swing in Parkinson's disease associated with rigidity or bradykinesia? **Journal of the Neurological Sciences**, v.341, p.32-35, 2014.
- LEWEK, M. D.; POOLE R.; JOHNSON J.; HALAWA O.; HUANG X. Arm swing magnitude and asymmetry during gait in the early stages of Parkinson's disease. **Gait & Posture**, v.31, p.256–260, 2010.
- LOWREY, C. R.; WATSON, A.; VALLIS, L. A. Age-related changes in avoidance strategies when negotiating single and multiple obstacles. **Experimental Brain Research**, v.182, n.3, p.289-299, 2007.
- MARIGOLD, D. S.; DREW, T. Contribution of cells in the posterior parietal cortex to the planning of visually guided locomotion in the cat: effects of temporary visual interruption. **Journal of Neurophysiology**, v.105, n.5, p.2457-2470, 2011.
- MARTENS, K. A. E.; ALMEIDA, Q. J. Dissociating between sensory and perceptual deficits in PD: more than simply a motor deficit. **Movement Disorders**, v.27, n.3, p.387-392, 2012.

- MOHAGHEGHI, A.; MORAES, R.; PATLA, A. The effects of distant and on-line visual information on the control of approach phase and step over an obstacle during locomotion. **Experimental Brain Research**, v.155, p.459-468, 2004.
- MORAES, R.; ALLARD, F.; PATLA, A. E. Validating determinants for an alternate foot placement selection algorithm during human locomotion in cluttered terrain. **Journal of Neurophysiology**, v. 98, n. 4, p.1928-1940, 2007.
- MORAES, R.; GOBBI, L. T. B. Controle visual da locomoção adaptativa e mobilidade em indivíduos idosos. In: Umberto Cesar Corrêa. (Org.). **Pesquisa em Comportamento Motor: a intervenção profissional em perspectiva**. 1ed.São Paulo: EFP/EEFEUSP, v. 1, p. 42-60, 2008.
- MORRIS, M. E.; IANSEK, R.; MATYAS, T. A.; SUMMERS, J. J. Ability to modulate walking cadence remains intact in Parkinson's disease. **Journal of Neurology, Neurosurgery Psychiatry**, v.57, p.1532-1534, 1994.
- MORRIS, M.; 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**, v.20, p.40-50, 2005.
- MORRIS, M.E.; HUXHAM, F.; MCGINLY, J.; DODD, K.; TANSEK, R. The biomechanics and motor control of gait in Parkinson disease. **Clinical Biomechanics**, v.16, p.459-470, 2001.
- MORRIS, M.E.; IANSEK, R. Characteristics of motor disturbance in Parkinson's disease and strategies for movement rehabilitation. **Human Movement Science**, v.15, p.649-669, 1996.
- NANHOE-MAHABIER, W.; SNIJDERS A.H.; DELVAL, A.; WEERDESTeyN, V.; DUYSSENS, J.; OVEREEM S.; BLOEM B.R.; Split-belt locomotion in Parkinson's disease with and without freezing of gait. **Neuroscience**, v.236, p.110-116, 2013.
- NIEOULLON, A. Dopamine and the regulation of cognition and attention. **Progress in Neurobiology**, v.67, p.53-83, 2002.
- NIEUWBOER, A.; DE WEERDT, W.; DOM, R.; PEERAER, L.; LESAFFRE, E.; HILDE, F.; BAUNACH, B. Plantar force distribution in Parkinsonian gait: a comparison between

- patients and age-matched control subjects. **Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine**, v.31, n.3, p.185-192, 1999.
- OBHI, S. S.; HAGGARD, P.; TAYLOR, J.; PASCUAL-LEONE, A. rTMS to the supplementary motor area disrupts bimanual coordination. **Motor Control**, v.6, p.319–332, 2002.
- O'SHEA, S.; MORRIS, M. E.; IANSEK, R. Dual task interference during gait in people with Parkinson disease: effects of motor versus cognitive secondary tasks. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v.82, p.888-97, 2002.
- PATLA, A. E.; VICKERS, J. N. Where and when do we look as we approach and step over an obstacle in the travel path? **Neuroreport**, v.8, p.3661-5, 1997.
- PETERSON, D. S.; FLING, B. W.; MANCINI, M.; COHEN R. G.; NUTT, J. G.; HORAK, F. B. Dual-task interference and brain structural connectivity in people with Parkinson's disease who freeze. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, v.86, n. 7, p.786-792, 2014.
- PIERUCCINI-FARIA, F.; MARTENS, K.A.E.; SILVEIRA, C.R.A.; JONES, J.A.; ALMEIDA, Q.J. Interactions between cognitive and sensory load while planning and controlling complex gait adaptations in Parkinson's disease. **BMC Neurology**, v.14, p.1-12, 2014.
- PIERUCCINI-FARIA, F.; VITÓRIO, R.; ALMEIDA, Q. J.; SILVEIRA, C.R.; CAETANO, M. J.; STELLA, F.; GOBBI, S.; GOBBI, L.T. Evaluating the Acute Contributions of Dopaminergic Replacement to Gait with Obstacles in Parkinson's Disease. **Journal of Motor Behavior**, v.45, n.5, p.369-380, 2013.
- PLOTNIK, M.; GILADI, N.; BALASH, Y.; PERETZ, C.; HAUSDORFF, J. M. Is freezing of gait in Parkinson's disease related to asymmetric motor function? **Annals of Neurology**, v.57, p.656-663, 2005.
- PLOTNIK, M.; GILADI, N.; HAUSDORFF, J.M. Bilateral coordination of gait and Parkinson's disease: the effects of dual tasking. **Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry**, v.80, n.3, p.347-350, 2009.

- PLOTNIK, M.; HAUSDORFF, J. The role of gait rhythmicity and bilateral coordination of stepping in the pathophysiology of freezing of gait in Parkinson's disease. **Movement Disorders**, v.23, p.S444–S450, 2008.
- ROEMMICH, R.T.; NOCERA, J.R.; STEGEMOLLER, E.L.; HASSAN, A.; OKUN, M.S.; HASS, C.J. Locomotor adaptation and locomotor adaptive learning in Parkinson's disease and normal aging. **Clinical Neurophysiology**, v.125, p.313-319, 2014.
- ROGGENDORF, J.; CHEN, S.; BAUDREXEL, S.; VAN DE LOO, S.; SEIFRIED, C.; HILKER, R. Arm swing asymmetry in Parkinson's disease measured with ultrasound based motion analysis during treadmill gait. **Gait & Posture**, v.35, p.116-120, 2012.
- SADEGHI, H.; ALLARD, P.; PRINCE, F.; LABELLE, H. Symmetry and limb dominance in able-bodied gait: a review. **Gait & Posture**, v.12, p.34-45, 2000.
- SCHENKMAN, M. L.; CLARK, K.; XIE, T.; KUCHIBHATLA, M.; SHINBERG, M.; RAY, L. Spinal movement and performance of standing reach task in participants with and without Parkinson's disease. **Physical Therapy**, v.8, n.8, p.1400-11, 2001.
- SCHUBERT, M.; PROKOP, T.; BROCKE, F.; BERGER, W. Visual kinesthesia and locomotion in Parkinson's disease. **Movement Disorders**, v.20, p.141-150, 2005.
- STEGEMOLLER, E.L.; BUCKLEY, 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.703-9, 2012.
- STOLZE, H.; KLEBE, S.; ZECHLIN, C.; BAECKER, C.; FRIEGE, L.; DEUSCHL, G. Falls in frequent neurological disease. **Journal of Neurology**, v.251, p.79-84, 2004.
- TAKAKUSAKI, K.; HABAGUCHI, T.; SAITOH, K.; KOHYAMA, J. Changes in the excitability of hindlimb motoneurons during muscular atonia induced by stimulating the pedunculopontine tegmental nucleus in cats. **Neuroscience**, v.124, p.467-480, 2004.
- TAKAKUSAKI, K.; TOMITA, N.; YANO, M. Substrates for normal gait and pathophysiology of gait disturbances with respect to the basal ganglia dysfunction. **Journal of Neurology**, v.255, n.4, p.19-29, 2008.

- TATSCH, K.; SCHWARZ, J.; MOZLEY, P. D.; LINKE, R.; POGARELL, O.; OERTEL, W. H.; FIEBER, R.S.; HAHN, K.; KUNG, H. F. Relationship between clinical features of Parkinson's disease and presynaptic dopamine transporter binding assessed with [123I]IPT and single-photon emission tomography. **European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging**, v.24, n.4, p.415-421, 1997.
- TOMLINSON, C. L.; STOWE, R.; PATEL, S.; RICK, C.; GRAY, R.; CLARKE, C. E. Systematic Review of levodopa dose equivalency reporting in Parkinson's Disease. **Movement Disorders**, v.25, p.2649-2685, 2010.
- UITTI, R.J.; BABA, Y.; WSZOLEK, Z.K.; PUTZKE, D. J. Defining the Parkinson's disease phenotype: initial symptoms and baseline characteristics in a clinical cohort. **Parkinsonism and Related Disorders**, v. 11, n.3, p. 139–145, 2005.
- VITÓRIO, R. Comportamento locomotor, quadro clínico, incidência de quedas e nível de atividade física em pacientes com doença de Parkinson. Um estudo longitudinal de dois anos. **Tese de doutorado** - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Rio Claro, 2015.
- VITÓRIO, R.; GOBBI, L.T.B.; LIRANI-SILVA, E.; MORAES, R.; ALMEIDA, Q. J. Synchrony of gaze and stepping patterns in people with Parkinson's disease. **Behavioral Brain Research**, submitted, 2015.
- VITÓRIO, R.; LIRANI-SILVA, E.; BAPTISTA, A.M.; BARBIERI, F.A.; SANTOS, P.C.R.; TEIXEIRA-ARROYO, C.; GOBBI, L.T.B. Disease severity affects obstacle crossing in people with Parkinson's disease. **Gait & Posture**, v.40, n.1, p.266-269, 2014b.
- VITÓRIO, R.; LIRANI-SILVA, E.; BARBIERI, F. A.; RAILE, V.; STELLA, F.; GOBBI, L. T. Influence of visual feedback sampling on obstacle crossing behavior in people with Parkinson's disease. **Gait & Posture**, v.38, n.2, p.330-334, 2013.
- VITÓRIO, R.; LIRANI-SILVA, E.; PIERUCCINI-FARIA, F.; MORAES, R.; GOBBI, L.T.B.; ALMEIDA, Q.J. Visual cues and gait improvement in Parkinson's disease: which piece of information is really important? **Neuroscience**, v.277, p.273-280, 2014a.
- VITÓRIO, 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**, v.31, p.143-146, 2010.

- WICHMANN, T.; DELONG, M.R. Cap. 43: Núcleos da base. In: KANDEL, E.R.; SCHWARTZ, J.H.; JESSELL, T.M.; SIEGELBAUM, S.A.; HUDSPETH, A.J. **Princípios de Neurociências**. 5.ed. Porto Alegre: AMGH, p.853-866, 2014.
- YANG, Y.R.; LEE, Y.Y.; CHENG, S.J.; LIN, P.Y.; WANG, R.Y. Relationships between gait and dynamic balance in early Parkinson's disease. **Gait & Posture**, v.27, n.4, p.611-615, 2008.
- YAZAWA, S.; SHIBASAKI, H.; IKEDA, A.; TERADA, K.; NAGAMINE, T.; HONDA, M. Cortical mechanism underlying externally cued gait initiation studied by contingent negative variation. **Electroencephalography and Clinical Neurophysiology**, v.105, p.390-399, 1997.
- YOGEV, G.; PLOTNIK, M.; PERETZ, C.; GILADI, N. HAUSDORFF, J.M. Gait asymmetry in patients with Parkinson's disease and elderly fallers: when does the bilateral coordination of gait require attention? **Experimental Brain Research**, v.177, p.336-346, 2007.
- VITÓRIO, R.; GOBBI, L.T.B.; LIRANI-SILVA, E.; MORAES, R.; ALMEIDA, Q. J. Synchrony of gaze and stepping patterns in people with Parkinson's disease. **Behavioral Brain Research**, submitted, 2015.

6. APÊNDICE 1 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

IB/UNESP/Rio Claro

(Conselho Nacional de Saúde, Resolução 466/12)

Eu, Prof. Msdo. Diego Orcioli da Silva, RG: 44.921.113-7; CPF: 230.518.328-39, pesquisador responsável pelo estudo, convido Vossa Senhoria a participar de uma pesquisa intitulada “Complexidade do ambiente e assimetria no andar de idosos com Doença de Parkinson”, que tem como membro participantes da equipe de pesquisa a Profa. Dra. Lilian Teresa Bucken Gobbi, o Prof. Dr. Fabio Augusto Barbieri e o Prof. Msdo. Lucas Simieli, a realizar-se no Instituto de Biociências da UNESP/RC, no Departamento Educação Física – LEPLO – Laboratório de Estudos da Postura e Locomoção, endereço: Av. 24-A, 1515, Bela Vista, CEP:13506-900 Fone: (19) 3526-4320 Fax: (19) 3526-4321.

O objetivo do estudo é analisar a influência da complexidade do ambiente no andar de idosos com doença de Parkinson e o efeito do comprometimento das pernas na assimetria (diferença entre perna direita e esquerda) do andar de idosos com doença de Parkinson durante a ultrapassagem de um ou dois obstáculos e compará-los com idosos sem a doença. Estudos relacionados ao andar em lugares com obstáculos e à assimetria do andar são importantes para auxiliar no diagnóstico e tratamento da doença de Parkinson. O estudo da assimetria e seus mecanismos no andar de idosos com doença de Parkinson poderá auxiliar no entendimento e progressão da doença. Para melhor entendermos esses mecanismos, Vossa Senhoria está sendo convidada a participar do seguinte plano de atividades:

1ª fase – a) Anamnese completa sobre doenças, lesões, medicamentos em uso, tempo com doença de Parkinson, número de quedas, entre outras informações relevantes para verificar a ausência dos critérios de exclusão. Este procedimento será realizado juntamente com o cuidador do participante; b) avaliação clínica (somente para os idosos com DP) e cognitiva dos participantes, através de uma bateria de exames específicos, a ser realizada por um médico especialista em distúrbios do movimento, para caracterização da amostra e do grau de comprometimento dos pacientes.

2ª fase – Realização da tarefa de andar em diversas demandas ambientais: a) sem obstáculo; b) com ultrapassagem de um obstáculo; c) com ultrapassagem de dois obstáculos.

As duas etapas serão realizadas em um único dia, desta forma, Vossa Senhoria deverá comparecer apenas uma vez no LEPLO – Laboratório de Estudos da Postura e Locomoção,

localizado no Instituto de Biociências da UNESP/RC, no Departamento Educação Física. Para avaliação do andar, a Vossa Senhoria percorrerá andando em velocidade preferida uma passarela de 8 metros de comprimento. Para registro do andar será utilizado um aparelho optoeletrônico de análise do movimento (Optotrack[®]), sendo posicionados dois marcadores (emissores infravermelhos “IRED’s”) na parte lateral de cada pé, e um tapete com sensores de pressão (GAITrite[®]). Ainda, duas plataformas de força (AMTI[®]) estarão posicionadas na passarela, abaixo do tapete, para aquisição dos parâmetros de força do andar. Sua participação não deverá exceder 60 minutos de duração.

Todos os procedimentos serão realizados pelo mesmo grupo de pessoas. Apesar dessas atividades possuírem um alto grau de segurança, é necessário ressaltar que há algum risco de queda ou de desconforto, contudo haverá sempre um membro da equipe ao lado do participante para auxiliar em qualquer evento inesperado. Quando necessário, procedimentos de primeiro socorro serão prestados pelos membros da equipe e o participante será encaminhado para o centro de saúde mais próximo. Os cuidadores dos idosos poderão permanecer dentro da sala durante a coleta de dados. Os resultados deste estudo poderão auxiliar no entendimento dos padrões do andar de idosos com doença de Parkinson e como o aumento na demanda motora da tarefa (presença de um ou mais obstáculos) e os déficits da doença podem prejudicar a realização de tarefas complexas.

Vossa Senhoria poderá receber esclarecimento de qualquer dúvida a respeito do estudo e dos procedimentos acima descritos, pois teremos a obrigação de respondê-las a qualquer momento. Vossa Senhoria terá plena liberdade para recusar a participação no estudo ou abandoná-lo a qualquer momento sem nenhum prejuízo pessoal ou financeiro. A participação no estudo não terá qualquer tipo de remuneração, bem como, nenhum tipo de despesa por parte da Vossa Senhoria.

Para um maior controle deste estudo, Vossa Senhoria receberá um código, o que assegurará que a sua identidade e as suas imagens se mantenham confidenciais. Todos os resultados do estudo serão usados, única e exclusivamente, para fins de ensino e pesquisa e todas as informações pessoais serão mantidas em sigilo. Vossa Senhoria terá a liberdade de solicitar, a qualquer momento, informações sobre os resultados das tarefas realizadas.

Se Vossa Senhoria se sentir suficientemente esclarecido sobre essa pesquisa, seus objetivos, eventuais riscos e benefícios, convido-o(a) a assinar este Termo, elaborado em duas vias, sendo que uma ficará com Vossa Senhoria e outra com o pesquisador.

_____, ____ de _____ de _____.

Assinatura do participante _____

Assinatura do pesquisador:

Profa. Msdo. Diego Orcioli da Silva _____

Telefone: (19) 98819-9163

Nome do participante: _____

Documento de Identidade no. _____ Sexo: _____

Data de Nascimento: ____/____/____

Endereço: _____

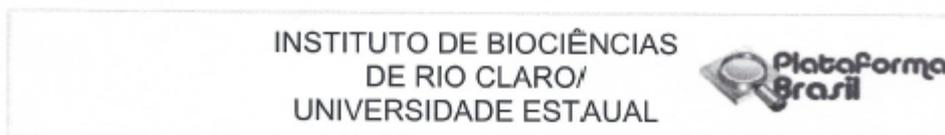
Bairro: _____ Cidade: _____

CEP: _____ Fone: (____) _____

Código do participante: _____

7. ANEXOS

7.1. Anexo 1 – Parecer consubstanciado do Comitê de Ética



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Complexidade do ambiente e assimetria no andar de idosos com Doença de Parkinson

Pesquisador: Diego Orcioli-Silva

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 26664014.5.0000.5465

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JULIO DE MESQUITA FILHO

Patrocinador Principal: MINISTERIO DA EDUCACAO

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 655.673

Data da Relatoria: 27/12/2014

Apresentação do Projeto:

A pesquisa intitulada "Complexidade do ambiente e assimetria no andar de idosos com Doença de Parkinson" será desenvolvido por Diego Orcioli da Silva, sob a orientação da Profa. Dra. Lilian Teresa Bucken Gobbi, em nível de mestrado junto ao programa de pós-graduação Ciências da Motricidade.

Objetivo da Pesquisa:

Os objetivos da pesquisa são:

- Analisar a influência da complexidade do ambiente nos parâmetros espaciais e temporais do andar de idosos com doença de Parkinson e compará-los com idosos neurologicamente saudáveis.
- Analisar o efeito do comprometimento dos membros inferiores na assimetria do andar de idosos com DP durante a ultrapassagem de um ou dois obstáculos e compará-los com idosos neurologicamente saudáveis.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Nas Informações Básicas do Projeto os autores afirmam: "Os riscos que os participantes correrão são praticamente inexistentes, pois neste estudo a tarefa de andar é uma atividade que faz parte do repertório motor do ser humano desde o período da infância e é realizada diariamente", o que é contraditório, pois a própria pesquisa afirma as dificuldades motoras que esse participante

Endereço: Av.24-A n.º 1515
Bairro: Bela Vista CEP: 13.506-900
UF: SP Município: RIO CLARO
Telefone: (19)3526-9678 Fax: (19)3534-0009 E-mail: stzib@rc.unesp.br

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
DE RIO CLARO/
UNIVERSIDADE ESTADUAL



Continuação do Parecer: 655.673

apresenta no andar.

Os autores são claros quanto aos benefícios da pesquisa: melhor compreensão dos comprometimentos motores, sensoriais e proprioceptivos nessa patologia.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

"Participarão do estudo 40 idosos, sendo 20 idosos com DP e 20 idosos neurologicamente saudáveis. Os idosos com DP serão selecionados no banco de dados do Programa de Atividade Física para Idosos com Doença de Parkinson (PROPARK) da UNESP Rio Claro). Os idosos saudáveis serão selecionados na comunidade local. A avaliação clínica e do andar dos idosos com DP serão realizadas em estado de equilíbrio da medicação, aproximadamente uma hora após a ingestão do medicamento. Primeiramente, os idosos com DP serão avaliados por um especialista em distúrbios do movimento, por meio de uma anamnese, com o intuito de coletar dados de caracterização (histórico clínico, cognitivo e medicamentoso) e, por meio de escalas consideradas padrão ouro, para avaliação clínica da DP

(UPDRS e Escala de Hoehn e Yahr). O Mini-Exame do estado Mental será aplicado em todos os participantes, com finalidade de rastrear o funcionamento cognitivo. Na realização da tarefa do andar, o idoso deverá percorrer andando uma distância retilínea de 8m sobre uma passarela com 0,79 m de largura. A instrução dada ao idoso será de realizar a tarefa de andar na sua velocidade preferida até o final da passarela. Ainda, no caso das tentativas com obstáculo, o idoso será instruído a ultrapassar o obstáculo, evitando o contato com o obstáculo, e continuar andando até o final da passarela. O obstáculo será de espuma (3 cm de comprimento e 60 cm de largura) com altura de 15 cm (corresponde a altura do meio-fio ABNT - NBRISO16039). Ainda, o obstáculo será altamente contrastante com o carpete, para facilitar sua identificação sobre a passarela. O fato de o obstáculo ser de espuma reduz o risco de acidentes durante a realização da tarefa. Na tarefa com um único obstáculo, o obstáculo será posicionado no centro da passarela. Na tarefa com dois obstáculos, o segundo obstáculo será posicionado, aproximadamente, a um passo do primeiro obstáculo (estudo I e II) ou em sequência (estudo I e II). Serão realizados dois estudos. No estudo I, os participantes com DP deverão ultrapassar o obstáculo com a perna menos afetada pela doença e os idosos neurologicamente saudáveis com a perna dominante. No estudo II, a ultrapassagem do obstáculo será realizada com ambos os membros. Serão realizadas três tentativas para cada condição.

Critério de Exclusão:

Serão estabelecidos os seguintes critérios de exclusão para a composição da amostra de idosos

Endereço: Av.24-A n.º 1515
Bairro: Bela Vista CEP: 13.506-900
UF: SP Município: RIO CLARO
Telefone: (19)3526-9678 Fax: (19)3534-0009 E-mail: staib@rc.unesp.br

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
DE RIO CLARO/
UNIVERSIDADE ESTADUAL



Continuação do Parecer: 655.673

com DP e idosos neurologicamente saudáveis: idade abaixo dos 60 anos, declínio cognitivo, histórico de problemas ortopédicos e de visão que impossibilitem a realização do protocolo experimental".

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O CEP acata o parecer do relator que informa que "os pesquisadores atenderam a recomendação do CEP".

Recomendações:

Não há.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Ao pesquisador cabe desenvolver o projeto conforme delineado e aprovado por este CEP, além de apresentar o relatório final.

RIO CLARO, 21 de Maio de 2014

Assinado por:

Rosa Maria Feiteiro Cavalari
(Coordenador)

Endereço: Av. 24-A n.º 1515

Bairro: Bela Vista

CEP: 13.506-900

UF: SP

Município: RIO CLARO

Telefone: (19)3526-9678

Fax: (19)3534-0009

E-mail: staib@rc.unesp.br

7.2. Anexo 2 - Unified Parkinson's Disease Rating Scale

UPDRS

Nome: _____ Cod.: _____ Data da avaliação: ____/____/____

Avaliador: _____ Pré Pós I Pós II

Horário da última dose da medicação: _____ hs. Início da avaliação: _____ hs. Fim da avaliação: _____ hs.

| Data | | Off | On | Off | On | Off | On | Off | On |
|------------------------------------|---------------------------------|----------|----|-----|----|-----|----|-----|----|
| 1 | Comprometimento Psíquico | | | | | | | | |
| 2 | Iniciativa | | | | | | | | |
| 3 | Comprometimento Intelectual | | | | | | | | |
| 4 | Depressão | | | | | | | | |
| Subtotal 1-4 (máximo = 16) | | | | | | | | | |
| 5 | Fala | | | | | | | | |
| 6 | Salivação | | | | | | | | |
| 7 | Deglutição | | | | | | | | |
| 8 | Escrita a mão | | | | | | | | |
| 9 | Cortando alimentos | | | | | | | | |
| 10 | Vestir | | | | | | | | |
| 11 | Higiene | | | | | | | | |
| 12 | Deitar e ajustar roupas de cama | | | | | | | | |
| 13 | Quedas | | | | | | | | |
| 14 | Paradas ao andar | | | | | | | | |
| 15 | Andar | | | | | | | | |
| 16 | Tremor | | | | | | | | |
| 17 | Queixas sensoriais | | | | | | | | |
| Subtotal 5-17 (máximo = 52) | | | | | | | | | |
| 18 | Fala | | | | | | | | |
| 19 | Expressão facial | | | | | | | | |
| 20 | Tremor em repouso: | Face | | | | | | | |
| | Mãos | Direita | | | | | | | |
| | | Esquerda | | | | | | | |
| | Pés | Direito | | | | | | | |
| Esquerdo | | | | | | | | | |
| 21 | Tremor de ação: | Direita | | | | | | | |
| | | Esquerda | | | | | | | |
| 22 | Rigidez: | Nuca | | | | | | | |
| | | MSD | | | | | | | |
| | | MSE | | | | | | | |
| | | MID | | | | | | | |
| | | MIE | | | | | | | |
| 23 | Toque de dedos | MSD | | | | | | | |
| | | MSE | | | | | | | |

Nome: _____ Cod.: _____ Data da avaliação: ____/____/____
 Avaliador: _____ Pré Pós I Pós II

| Data | | | Off | On | Off | On | Off | On | Off | On |
|---|---------------------------|--------------|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|
| 24 | Movimentos com as mãos | Direita | | | | | | | | |
| | | Esquerda | | | | | | | | |
| 25 | Pronação/supinação | Mão direita | | | | | | | | |
| | | Mão esquerda | | | | | | | | |
| 26 | Agilidade com as pernas | Direita | | | | | | | | |
| | | Esquerda | | | | | | | | |
| 27 | Levantar da cadeira | | | | | | | | | |
| 28 | Postura | | | | | | | | | |
| 29 | Passo | | | | | | | | | |
| 30 | Estabilidade postural | | | | | | | | | |
| 31 | Bradicinesia corporal | | | | | | | | | |
| Subtotal 18-31 (máximo = 108) | | | | | | | | | | |
| Total pontos 1-31 (máximo = 176) | | | | | | | | | | |
| 32 | Discinesia (duração) | | | | | | | | | |
| 33 | Discinesia (incapacidade) | | | | | | | | | |
| 34 | Discinesia (dor) | | | | | | | | | |
| 35 | Discinesia (matinal) | | | | | | | | | |
| 36 | "Offs" previsíveis | | | | | | | | | |
| 37 | "Offs" imprevisíveis | | | | | | | | | |
| 38 | "Offs" súbitos | | | | | | | | | |
| 39 | "Offs" duração | | | | | | | | | |
| 40 | Anorexia, náuseas, vômito | | | | | | | | | |
| 41 | Distúrbio do sono | | | | | | | | | |
| 42 | Sintomas ortostáticos: | | | | | | | | | |
| | PA | Sentado | | | | | | | | |
| | | Deitado | | | | | | | | |
| | | Em pé | | | | | | | | |
| | Pulso | Deitado | | | | | | | | |
| Em pé | | | | | | | | | | |
| Estágio de Hoehn & Yahr | | | | | | | | | | |
| % AVD Total (PD) | | | | | | | | | | |
| % AVD (com distonia) | | | | | | | | | | |

Obs.: _____

7.3. Anexo 3 – Mini-Exame do Estado Mental

MINI-EXAME DO ESTADO MENTAL

(Folstein, Folstein & McHugh, 1.975)

Paciente: _____

Data da Avaliação: ____/____/____ Avaliador: _____

Anos de escolaridade: _____

ORIENTAÇÃO

- Dia da semana (1 ponto)()
- Dia do mês (1 ponto)()
- Mês (1 ponto)()
- Ano (1 ponto)()
- Hora aproximada (1 ponto)()
- Local específico (apartamento ou setor) (1 ponto)()
- Instituição (residência, hospital, clínica) (1 ponto)()
- Bairro ou rua próxima (1 ponto)()
- Cidade (1 ponto)()
- Estado (1 ponto)()

MEMÓRIA IMEDIATA

- Fale 3 palavras não relacionadas. Posteriormente pergunte ao paciente pelas 3 palavras. Dê 1 ponto para cada resposta correta()
- Depois repita as palavras e certifique-se de que o paciente as aprendeu, pois mais adiante você irá perguntá-las novamente.

ATENÇÃO E CÁLCULO

- (100 - 7) sucessivos, 5 vezes sucessivamente (1 ponto para cada cálculo correto)()
- (alternativamente, soletrar MUNDO de trás para frente)

EVOCAÇÃO

- Pergunte pelas 3 palavras ditas anteriormente (1 ponto por palavra)()

LINGUAGEM

- Nomear um relógio e uma caneta (2 pontos)()
- Repetir "nem aqui, nem ali, nem lá" (1 ponto)()
- Comando: "pegue este papel com a mão direita dobre ao meio e coloque no chão (3 pts)()
- Ler e obedecer: "feche os olhos" (1 ponto)()
- Escrever uma frase (1 ponto)()
- Copiar um desenho (1 ponto)()

SCORE: (___/30)

