
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA MOTRICIDADE

**TAREFA DUPLA COGNITIVA, DESVIAR DO OBSTÁCULO DURANTE O ANDAR
E ASSIMETRIA: EFEITOS NAS ESTRATÉGIAS MOTORAS E VISUAIS EM
IDOSOS COM DOENÇA DE PARKINSON**

VINICIUS ALOTA IGNÁCIO PEREIRA

Dissertação apresentada ao Programa de Ciências da Motricidade - Interunidades, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências da Motricidade.

2017

VINICIUS ALOTA IGNÁCIO PEREIRA

**TAREFA DUPLA COGNITIVA, DESVIAR DO OBSTÁCULO DURANTE O ANDAR
E ASSIMETRIA: EFEITOS NAS ESTRATÉGIAS MOTORAS E VISUAIS EM
IDOSOS COM DOENÇA DE PARKINSON**

Dissertação apresentada ao Programa de Ciências da Motricidade - Interunidades, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências da Motricidade.

Orientador: Prof. Dr. Fabio Augusto Barbieri

**Bauru
2017**

Pereira, Vinícius Alota Ignácio.

Tarefa dupla cognitiva, desviar do obstáculo durante o andar e assimetria: efeitos nas estratégias motoras e visuais em idosos com doença de Parkinson / Vinícius Alota Ignácio Pereira, 2017
80 f.

Orientador: Fabio Augusto Barbieri

Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2018

1. Marcha e Parkinson. 2. Desvio de obstáculo. 3. Assimetria. I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências. II. Título.




CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

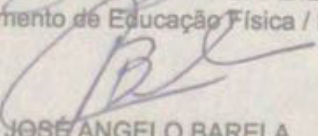
TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: TAREFA DUPLA COGNITIVA, DESVIAR DO OBSTÁCULO DURANTE O ANDAR E ASSIMETRIA: EFEITOS NAS ESTRATÉGIAS MOTORAS E VISUAIS EM IDOSOS COM DOENÇA DE PARKINSON

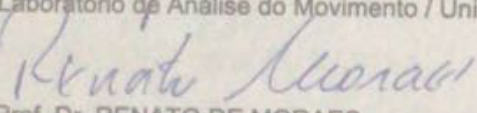
AUTOR: VINICIUS ALOTA IGNACIO PEREIRA

ORIENTADOR: FABIO AUGUSTO BARBIERI

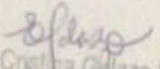
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em CIÊNCIAS DA MOTRICIDADE, especialidade: BIODINAMICA DA MOTRICIDADE HUMANA pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. FABIO AUGUSTO BARBIERI
Departamento de Educação Física / Faculdade de Ciências de Bauru - SP


Prof. Dr. JOSÉ ANGELO BARELA
Laboratório de Análise do Movimento / Universidade Cruzeiro do Sul - Unicsul


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

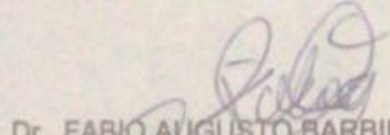
Rio Claro, 19 de dezembro de 2017


Eliana Cristina Gallazo Pereira
Supervisor Técnico de Seção
Seção Técnica de Pós-graduação

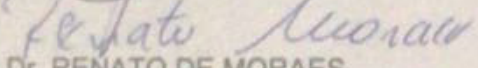


ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE VINICIUS ALOTA IGNACIO PEREIRA, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA MOTRICIDADE, DO INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS - CÂMPUS DE RIO CLARO.

Aos 19 dias do mês de dezembro do ano de 2017, às 14:00 horas, no(a) Anfiteatro do Departamento de Educação Física da Faculdade de Ciências - UNESP/Bauru, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. FABIO AUGUSTO BARBIERI - Orientador(a) do(a) Departamento de Educação Física / Faculdade de Ciências de Bauru - SP, Prof. Dr. JOSÉ ANGELO BARELA do(a) Laboratório de Análise do Movimento / Universidade Cruzeiro do Sul - Unicsul, Prof. Dr. RENATO DE MORAES do(a) Escola de Educação Física e Esportes de Ribeirão Preto - SP / Universidade de São Paulo, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de VINICIUS ALOTA IGNACIO PEREIRA, intitulada **TAREFA DUPLA COGNITIVA, DESVIAR DO OBSTÁCULO DURANTE O ANDAR E ASSIMETRIA: EFEITOS NAS ESTRATÉGIAS MOTORAS E VISUAIS EM IDOSOS COM DOENÇA DE PARKINSON**. Após a exposição, o discente foi arguido oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: aprovado. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.


Prof. Dr. FABIO AUGUSTO BARBIERI


Prof. Dr. JOSÉ ANGELO BARELA


Prof. Dr. RENATO DE MORAES

Dedico este trabalho a minha família e a todos que contribuíram para a realização do mesmo.

AGRADECIMENTOS

- Agradeço a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo suporte logístico e financeiro, que proporcionou a realização do projeto que gerou essa dissertação de mestrado. Tanto pelo processo de bolsa no país 2015/15928-4 quanto por proporcionar uma experiência de estágio de pesquisa no exterior através da BEPE 2016/17336-0.
- Agradeço ao Prof. Dr. Fabio Barbieri e ao Ms. Lucas Simieli por toda ajuda e incentivo e por sempre confiar no meu potencial para concluir essa importante fase em minha vida.
- A todos os membros dos laboratórios que estavam envolvidos na realização desse projeto, seria impossível concluir sem a ajuda de todos.
- Por último, agradeço a minha família e todos meus amigos pelo companheirismo, ajuda e incentivo que tive de todos durante todo o processo de mestrado.



Resumo

Idosos com doença de Parkinson (DP) apresentam déficits nas áreas corticais e subcorticais que prejudicam o planejamento e a execução das ações motoras. São afetados, principalmente, movimentos repetitivos, simultâneos e sequenciais, especialmente quando uma tarefa cognitiva concomitante é realizada durante a ação motora. Tarefas locomotoras mais complexas, como desviar de um obstáculo durante o andar, parecem evidenciar ainda mais estes déficits, podendo aumentar a assimetria presente nesta população. Assim, os objetivos deste estudo foram: a) analisar a estratégia motora e visual de idosos com DP e idosos neurologicamente saudáveis na tarefa de desviar de um obstáculo durante o andar com a presença de uma tarefa concomitante cognitiva; b) verificar o efeito da tarefa concomitante cognitiva na assimetria/simetria do desvio de um obstáculo durante o andar em idosos com DP. Foram desenvolvidos dois estudos para responder os questionamentos deste projeto. Participaram dos estudos 15 idosos com DP e 15 idosos neurologicamente saudáveis. Os participantes realizaram a tarefa de andarem na velocidade preferida, com desvio de um obstáculo posicionado na metade da distância a ser percorrida (10 m). Foram realizadas, para ambos os lados, tentativas do andar com desvio do obstáculo com tarefa concomitante cognitiva e sem a tarefa concomitante. Os parâmetros motores (Vicon Motion System) e visuais (ASL, EyeTracking Mobile System) das condições de interesse, foram comparados por meio de ANOVAs, utilizando fatores de acordo com as variáveis independentes dos estudos. Os principais achados deste projeto foram que idosos com DP foram mais conservadores do que idosos neurologicamente saudáveis durante o andar com desvio de um obstáculo com tarefa cognitiva concomitante, buscando maior segurança e estabilidade que seus pares saudáveis. Ainda, a tarefa dupla concomitante aumentou a assimetria de parâmetros espaço-temporais durante o desvio para ambos os grupos de maneira semelhante para os dois grupos e diminuiu a assimetria dos parâmetros do movimento dos olhos. Por fim, idosos com DP foram capazes de realizar ambas as tarefas (motora e cognitiva) com êxito.

Palavras-chave: Andar. Doença de Parkinson. Desvio de obstáculos. Assimetria

Abstract

Older people with Parkinson's disease (PD) show deficits in cortical and subcortical areas, which to impair the planning and execution of motor actions. Repetitive, simultaneous and sequential movements are mainly affected, especially when concomitant cognitive task is performed during motor action. More complex locomotor tasks, such as obstacle circumvention during walking, seem to evidence these deficits and increase the asymmetry this population. Therefore, the aims of this study were: a) to analyze the motor and visual strategy on obstacle circumvention during walking with concomitant cognitive task in older people with DP and neurologically healthy individuals; b) to verify the effect of concomitant cognitive task on asymmetry/symmetry of the obstacle circumvention during walking in older people with DP. Two studies was developed to answer the questions of this project. Fifteen individuals with DP and 15 neurologically healthy individuals participated in the study. Participants performed the task to walk, in self-selected speed, with obstacle circumvention, which was positioned at half distance that the participant will cover (10 m). On both sides, attempts were made to walk with obstacle deviation with concomitant cognitive task and without a concomitant task. The motor (Vicon Motion System) and visual parameters (ASL, Eye Tracking Mobile System) of the conditions of interest, were compared through ANOVAs according to the independent variables of the each study. The main findings of this project were that elderly with PD were more conservative than neurologically healthy elderly during walking with an obstacle bypass with a concomitant cognitive task, seeking greater safety and stability than their healthy counterparts. Furthermore, the concomitant double task increased the asymmetry of spatiotemporal parameters during deviation for both groups similarly for both groups and decreased asymmetry of the parameters of eye movement. Finally, elderly people with PD were able to perform both tasks (motor and cognitive) successfully.

Keywords: Walk. Parkinson's Disease. Obstacle circumvention. Asymmetry

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Vista superior representando as passadas de aproximação e de desvio do obstáculo.....	30
Figura 2. Vista superior do deslocamento do centro de massa.....	31
Figura 3. Tipos de estratégia utilizada para realizar o desvio do obstáculo.....	32
Figura 4. Áreas de interesse utilizadas no estudo.....	33
Figura 5. A: Médias e desvios padrão da distância horizontal durante a tarefa de andar com desvio de obstáculo sem e com tarefa concomitante cognitiva para o grupo DP e GC. B: Médias e desvios padrão da distância de segurança durante a tarefa de andar com desvio de obstáculo sem e com tarefa concomitante cognitiva para o grupo DP e GC.....	36
Figura 6. Momento da fixação no chão e no obstáculo dos quinze participantes do GC e grupo DP durante o andar com desvio de obstáculo com e sem tarefa concomitante cognitiva. As imagens maiores representam as médias de cada grupo para as condições com e sem a tarefa concomitante cognitiva.....	42
Figura 7. Índice de simetria das distâncias horizontal e de segurança dos grupos GC e DP para as condições com tarefa concomitante cognitiva e sem tarefa concomitante.....	54

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Médias e desvios padrão dos dados antropométricos e clínicos dos participantes. MEEM: Mini Exame do Estado Mental; H&Y: Hoehn and Yahr.....28
- Tabela 2.** Médias e desvios padrão dos parâmetros espaços-temporais da marcha dos grupos GC e DP nas fases de aproximação e desvio.....38
- Tabela 3.** Médias e desvios padrão do comportamento do olhar de acordo com as áreas de interesse para o andar com desvio do obstáculo sem e com tarefa cognitiva concomitante para o grupo DP e GC.....41
- Tabela 4.** Número de erros na tarefa cognitiva dos grupos DP e GC para o lado mais afetado/não dominante e menos afetado/dominante.....52
- Tabela 5.** Porcentagem da estratégia utilizada para desviar do obstáculo dos grupos DP e GC para o lado mais afetado/não dominante e menos afetado/dominante.....53
- Tabela 6.** Médias e desvios padrão do índice de simetria dos parâmetros espaços-temporais, da passada de aproximação e desvio respectivamente, dos grupos GC e DP nas condições sem tarefa concomitante e com tarefa concomitante.....55
- Tabela 7.** Médias e desvios padrão do índice de simetria dos parâmetros visuais gerais e para as áreas de interesse chão e obstáculo dos grupos GC e DP com e sem tarefa concomitante cognitiva.....58

Sumário

CAPÍTULO 1	12
1. Introdução geral	13
1.1. Doença de Parkinson, déficits cognitivos e unilateralidade (assimetria) nos sinais/sintomas.....	13
1.2. Andar com desvio de obstáculo	16
1.3. Efeitos da doença de Parkinson no andar com desvio de obstáculo	17
1.4. Efeito da tarefa dupla concomitante no andar	19
1.5. Efeitos da tarefa dupla cognitiva no andar de idosos com DP	20
1.6. Objetivos e delineamento da dissertação.....	22
CAPÍTULO 2	24
2. Estudo 1 - Efeito da tarefa concomitante cognitiva no desviar de um obstáculo durante o andar em idosos com doença de Parkinson	25
2.1. Introdução.....	25
2.2. Materiais e Método	26
2.2.1. Participantes.....	26
2.2.2. Avaliação clínica.....	27
2.2.3. Avaliação do desviar do obstáculo durante o andar	29
2.2.4. Coleta e análise dos dados	30
2.2.5. Análise estatística.....	33
2.3. Resultados.....	34
2.3.1. Erros, toque no obstáculo e custo da tarefa concomitante cognitiva	34
2.3.2. Distância de segurança, distância horizontal e estratégia de desvio do obstáculo..	35
2.3.3. Parâmetros espaços-temporais das fases de aproximação e desvio do obstáculo...	36
2.3.4. Análise do comportamento do olhar	39
2.4. Discussão	43
2.5. Conclusão	46
CAPÍTULO 3	47
3. Estudo 2 – Assimetria/simetria no desvio de obstáculo durante o andar de idosos com doença de Parkinson: influência de uma tarefa concomitante cognitiva	48

3.1. Introdução	48
3.2. Materiais e método	49
3.2.1. Análise estatística	51
3.3. Resultados	51
3.3.1. Erros na tarefa cognitiva e toques no obstáculo	51
3.3.2. Distância de segurança, distância horizontal para o obstáculo e estratégia de desvio	52
3.3.3. Parâmetros espaços-temporais das fases de aproximação e desvio	54
3.3.4. Análise do comportamento do olhar	56
3.4. Discussão	59
3.5. Conclusão	63
CAPÍTULO 4	64
4. Considerações finais	65
5. Referências	66
6. Anexos	78

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO GERAL

1. Introdução geral

A doença de Parkinson (DP) é uma doença neurológica assimétrica que acarreta em diversos déficits motores e não motores (BRAAK et al., 2004). Os efeitos nos déficits motores, como na locomoção, são exacerbados quando o paciente realiza mais de uma tarefa ao mesmo tempo. A realização de uma tarefa concomitante (dupla tarefa) prejudica o andar de idosos com DP (SZAMEITAT et al., 2002), ocasionando perda da automaticidade, maior número de episódios de quedas e prejuízos no desempenho das tarefas secundárias (WU; HALLETT, 2009). Esses prejuízos tendem a serem maiores quando a tarefa motora é mais desafiadora, contendo mais de um elemento, como andar e desviar de um obstáculo vertical. Desta forma, o objetivo principal desta dissertação é entender a influência de uma tarefa concomitante cognitiva nos parâmetros do andar com desvio de um obstáculo em pacientes com a doença de Parkinson e a influência desta tarefa na assimetria. Com isso, pretende-se contribuir para a prevenção de colisões e quedas durante o andar.

Nesta introdução geral, são apresentados os déficits que a DP causa na cognição e na locomoção e os principais sinais/sintomas que acometem o paciente com DP. Posteriormente, são apresentados o contexto do andar com desvio de um obstáculo e como os pacientes com DP realizam esta tarefa. Ainda, é revisado o efeito de uma tarefa concomitante cognitiva em uma tarefa motora em pacientes com DP. Por fim, são apresentados os objetivos, as hipóteses e o esboço da dissertação.

1.1. Doença de Parkinson, déficits cognitivos e unilateralidade (assimetria) nos sinais/sintomas

A doença de Parkinson (DP) é a segunda doença neurodegenerativa mais prevalente em idosos. Ela 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 doença crônica, neurodegenerativa e progressiva, caracterizada pela degeneração dos

neurônios dopaminérgicos da substância negra parte compacta, localizada nos núcleos da base (WICHMANN & DELONG, 2014). O início do processo patológico 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). Entre os diversos sintomas, destacam-se a acinesia, dificuldade ou lentidão para iniciar o movimento; hipometria e bradicinesia, redução na amplitude e lentidão na execução dos movimentos, respectivamente; rigidez muscular, predominante nos músculos flexores do tronco e dos membros; tremor em repouso e outros movimentos involuntários (discinesia) (GUYTON, 1993; MORRIS & IANSEK, 1996; NUTT, 2001; SHUMWAY-COOK & WOOLLACOTT, 2003; FERNÁNDEZ-DEL OLMO et al., 2004; WILLIAMS & OXTOBY, 2000; TEIXEIRA & ALOUCHE, 2007; REISIS, 2004; GOULART et al., 2004; DIAS et al., 2005). Estes sinais/sintomas afetam diretamente a marcha de pacientes com DP, que apresentam diminuição na velocidade da marcha e no comprimento da passada e 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). Ainda, o andar é caracterizado pelo arrastar dos pés e inclinação do tronco à frente (WICHMANN & DELONG, 2014)

A perda da dopamina, e seus subseqüentes efeitos, não são iguais para os dois lados do cérebro. Com isso, a DP é caracterizada como uma doença com sinais unilaterais em seu início, sendo esse um fator determinante no diagnóstico da doença (DJALDETTI et al., 2006; FRAZZITTA et al., 2013). A unilateralidade dos sinais/sintomas está relacionada com a degeneração assimétrica dos neurônios dopaminérgicos presentes na substância negra e com a transmissão assimétrica dos sinais desses neurônios para o corpo estriado (KNABLE et al., 1995; TATSCH et al., 1997). Esta assimetria afeta diretamente a marcha de pacientes com DP. Estudos indicam que pacientes 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; BARBIERI et al., 2017). Os efeitos na marcha têm sido relacionados à ativação assimétrica da área motora suplementar, que está envolvida no controle da coordenação da marcha pelos núcleos da base (FUKUYAMA et al., 1997; YAZAWA et al., 1997).

Além dos efeitos motores causados pela doença, pacientes com DP, mesmo em estágios iniciais e sem demência, apresentam também alterações no domínio cognitivo, proeminentes na memória e nas funções executivas (FOLTYNIE et al., 2004; MUSLIMOVIC et al. 2005). Estudos mostram que 50% dos pacientes com DP sem demência apresentam alterações cognitivas e 30% sofrem de disfunções executivas (JANVIN et al. 2003). Um exemplo deste prejuízo cognitivo é indicado na compreensão gramatical que é considerada uma tarefa menos eficiente em idosos com DP. Uma possível explicação para estes déficits cognitivos é que as regiões encefálicas responsáveis pelos processos cognitivos são menos ativadas, pois algumas dessas regiões que fazem parte do circuito fronto-estriato-talâmico e a deficiência de neurotransmissores, como a dopamina, diminui a atividade dessa circuitaria (GROSSMAN et al., 2002; LEE et al., 2003). Ainda, o desempenho em testes de atenção, que necessitam da velocidade de processamento cognitivo ou que necessitam que os recursos de atenção sejam guiados, parece estar prejudicado, com grande desconexão entre córtex pré-frontal e área suplementar e córtex pré-motor (ZGALJARDIC et al., 2003; ROWE et al., 2002).

Os déficits cognitivos estão intimamente relacionados aos prejuízos apresentados na locomoção de idosos com DP. Déficits de atenção podem gerar aumento na variabilidade e redução na estabilidade da marcha (BRAUER et al., 2011). Deficiências nas funções executivas e na atenção podem afetar a integração da informação sensorial, como o planejamento motor, necessário para manter o equilíbrio durante a marcha (LORD et al.,

2010). Esses prejuízos, sejam eles cognitivos ou motores, afetam diretamente a marcha de pacientes com DP, aumentando o número de quedas dessa população.

1.2. Andar com desvio de obstáculo

A ação de desviar de obstáculos ou pessoas é comum durante a locomoção no dia a dia, como quando andamos pela rua (LAJOIE et al., 2008; PAQUETTE; VALLIS, 2010). Caminhar sem colisões durante o desvio de obstáculos dinâmicos e estáticos é imprescindível para a segurança da população. Para realizar o desvio de um obstáculo são necessárias mudanças na direção do tronco, seguida pela mudança na direção da cabeça e alterações nos posicionamentos dos pés (VALLIS et al., 2003). Por aumentar a complexidade da tarefa, desviar de um obstáculo pode ser considerado um dos principais motivos de queda em idosos com DP (GRIMBERGEM et al., 2004). Esta tarefa, já em adultos jovens, que não apresentam efeitos dos déficits causados pelo envelhecimento ou da DP, diminui a velocidade do andar e o comprimento do passo durante o desvio do obstáculo, além de assimetria na tarefa de desviar do obstáculo, em comparação ao andar sem obstáculo (LAJOIE et al., 2006).

Mudanças momentâneas do centro de massa corpóreo (COM) são necessárias para desviar de um obstáculo, mantendo a direção e sentido do andar subsequentemente (JANSEN et al., 2011). As pessoas utilizam duas estratégias para modificar o COM durante a tarefa de desviar do obstáculo: ajuste do posicionamento dos pés em relação ao obstáculo durante a locomoção e controle do COM pela ação dos músculos do tronco e quadril (HOLLANDS et al., 2001; HORAK; NASHNER, 1986; PATLA et al., 1999). Antes de ocorrer reorientação de qualquer destes parâmetros, mudanças na orientação da cabeça são realizadas (PATLA et al., 1999; HOLLANDS et al., 2001; FULLER et al., 2007), propiciando uma referência estável para os sistemas visual e vestibular anteciparem e prepararem para a tarefa locomotora complexa (POZZO et al., 1995; BLOOMBERG, 1997). Desta forma, além dos ajustes motores para desviar de um obstáculo, é necessário também colher informações adequadas do

ambiente e integrar estas informações sensoriais antes de realizar os ajustes motores (LOWREY et al., 2007). Uma boa integração das informações sensoriais possibilita um desviar do obstáculo eficiente para que os indivíduos mantenham uma distância segura do obstáculo, que é mensurada pela zona de proteção mantida em torno do corpo durante a caminhada e fornecendo (espaço pessoal ou distância médio-lateral para o obstáculo), e tenham tempo para perceber os riscos e planejar e executar adaptações locomotoras caso necessário (LAJOIE et al., 2005). Com isso, este tipo de tarefa necessita de mais atenção que o andar sem presença de obstáculo (LINDENBERGER et al., 2000), ativando mais centros cerebrais (MALOUIN et al., 2003).

Uma das informações sensoriais mais importantes para desviar do obstáculo durante o andar é a visão, que fornece informação essencial para o indivíduo realizar ajustes durante a tarefa. A informação visual fornece detalhes importantes sobre o ambiente e as partes do corpo (LEE et al., 1982; PATLA et al., 1991, 2004; LOWREY et al., 2007) e facilita o planejamento antecipado e a execução adequada de ajustes motores para desviar de um obstáculo (PATLA; VICKERS, 1997). Ainda, o controle do olhar tem implicações importantes para o desvio de obstáculo, já que o movimento dos olhos, além de indicar a posição do obstáculo no caminho percorrido, pode também afetar a qualidade da informação do fluxo óptico (PATLA, 2004), sendo que o movimento dos olhos propicia a aquisição adequada das informações para a realização dos ajustes antecipatórios (feedforward) e online (PATLA et al., 2004; PAQUETTE; VALLIS, 2010).

1.3. Efeitos da doença de Parkinson no andar com desvio de obstáculo

O andar com desvio de um obstáculo exige diversos ajustes de idosos neurologicamente saudáveis. Ajustes espaços-temporais são utilizados para controlar o COM dentro da base de suporte, garantindo estabilidade (LOWREY et al., 2007; HOF et al., 2007). Por apresentarem déficits visuais, cognitivos e motores causados pelo envelhecimento, idosos aumentam o

espaço pessoal e reduzem a velocidade do andar em comparação aos adultos jovens (LAJOIE et al., 2008). Essas mudanças podem ser explicadas pelo aumento da demanda no processamento da informação causado pela tarefa, afetando o desempenho de idosos (PATLA et al., 1996; SIU et al., 2008).

Idosos com DP apresentam o mesmo comportamento de idosos neurologicamente saudáveis, mas com diferentes ajustes para manter o desempenho na tarefa. Ambos os grupos aumentam a duração do duplo suporte e diminuem o comprimento e a velocidade do passo, buscando aumentar a estabilidade e realizar a tarefa com maior cautela (SIMIELI et al., 2017). Este mesmo estudo encontrou que pacientes com DP durante o efeito do medicamento apresentam comportamento semelhante a idosos neurologicamente saudáveis também para a distância de segurança durante o desvio do obstáculo, porém pacientes com DP realizaram ajustes durante a fase de aproximação e de desvio enquanto o grupo controle realiza ajustes apenas no passo anterior ao desvio do obstáculo. Ainda, pacientes com DP são mais dependentes da informação visual para realizar a tarefa de desvio, fazendo fixações mais longas.

A tarefa de desviar do obstáculo é considerada assimétrica (lado dominante necessita de menor espaço pessoal) tanto em adultos jovens e idosos neurologicamente saudáveis (LAJOIE et al., 2006; 2008) e idosos com DP (BARBIERI, aceito). Entretanto, a assimetria no andar é mais evidenciada com o envelhecimento (SADEGHI et al., 2000) e com mais ênfase em pessoas que apresentam alguma patologia (WALL; TURNBULL, 1986; PLOTNIK et al., 2005). Idosos com DP apresentam mais assimetria do que idosos neurologicamente saudáveis na tarefa de desviar de um obstáculo (BARBIERI et al., aceito). Quando Barbieri e colaboradores compararam os lados de desvio do obstáculo (desvio para o lado mais afetado pela doença x desvio para o lado menos afetado pela doença), foi encontrado que quando os pacientes com DP realizaram o desvio para o lado mais afetado, a estratégia utilizada foi mais arriscada do que quando realizaram o desvio para o lado menos afetado. Esta estratégia arriscada foi indicada pelo início do desvio mais próximo ao obstáculo, pela utilização da

estratégia de membro de abordagem perto do obstáculo e pela menor distância de segurança (espaço pessoal) para o obstáculo. Além disso, os pacientes com DP fixaram mais o olhar no chão, podendo aumentar o risco de contato no obstáculo. Finalmente, o estudo encontrou que o tratamento medicamentoso parece não diminuir a assimetria, melhorando parâmetros durante o desvio para o lado menos afetado, mas não alterando quando realizado para o lado mais afetado. Isso demonstra o risco de andar e desviar de um obstáculo para o lado mais afetado para pacientes com DP.

1.4. Efeito da tarefa dupla concomitante no andar

A realização de mais de uma tarefa ao mesmo tempo é comum durante o dia a dia, como por exemplo, caminhar e conversar simultaneamente, onde há a presença de uma tarefa motora (caminhar) e uma tarefa cognitiva (conversar). Também há situações onde realizamos duas tarefas motoras simultaneamente, como andar e carregar um copo cheio de água. Este contexto de realização de tarefas concomitantes é chamado de tarefa dupla e envolve a realização de duas tarefas de forma simultânea, onde ambas exigem atenção do executante (SALA et al., 1995). Para a locomoção, a realização de tarefa dupla parece ter efeitos negativos no andar que estão relacionados com doença neurodegenerativa e declínio cognitivo (WOOLLACOTT; SHUMWAY-COOK, 2002; VERGHESE et al., 2002; YOGEV-SELIGMANN et al., 2008,2012). Enquanto a maioria das pessoas consegue realizar várias tarefas simultaneamente, muitas pessoas têm dificuldade de realizar este tipo de tarefa, particularmente se uma das tarefas exigir o controle postural (GALLETLY e BRAUER, 2005). Essa dificuldade de realizar mais de uma tarefa por vez é mais comum em idosos do que em adultos jovens (MAYLOR e WING 1996, MELZER et al., 2001), e em pessoas que apresentam desordens de equilíbrio, como pacientes com DP (BRAUER et al., 2001).

A realização de mais de uma tarefa ao mesmo tempo, mostra a capacidade do indivíduo em utilizar os núcleos da base para o processamento da tarefa, tendo assim o

putâmen como principal “controlador” das tarefas e um processamento em paralelo das informações que permite respostas rápidas (ISODA et al., 2009; REDGRAVE et al., 2010; YOGEV-SELIGMANN et al., 2012). Já em pacientes com DP, o putâmen é mais propenso à neurodegeneração do que a circuitaria associativa do estriado (BELLINGER et al., 2012), que é responsável pelo comportamento de resposta dirigida à meta (REDGRAVE et al., 2010). Esse comportamento é voluntário, controlado de forma rígida e por processamento serial, além de exigir alto esforço cognitivo (REDGRAVE et al., 2010). Mesmo sendo um comportamento mais lento e não automatizado, pacientes com DP utilizam frequentemente a resposta dirigida a meta para planejar e executar uma ação motora, (REDGRAVE et al., 2010; YOGEV-SELIGMANN et al., 2012), o que gera competição por recursos atencionais (YOGEV-SELIGMANN; HAUSDORFF; GILADI, 2012). Para compensar esta lentidão de processamento, eles tentam priorizar uma das tarefas (YOGEV-SELIGMANN et al., 2012), sendo na maioria das vezes priorizada a tarefa que envolve equilíbrio (“posturefirst”) (SHUMWAY-COOK et al., 1997; YOGEV-SELIGMANN; HAUSDORFF; GILADI, 2012), causando prejuízo no desempenho da tarefa concomitante (cognitiva). Entretanto, pacientes com DP não adotam a estratégia de “posturefirst” em todos os momentos, priorizando a tarefa cognitiva e não a tarefa que exige maior estabilidade postural (YOGEV-SELIGMANN et al., 2012),

1.5. Efeitos da tarefa dupla cognitiva no andar de idosos com DP

A realização de tarefa dupla cognitiva prejudica o andar de idosos com DP. Este tipo de tarefa envolve áreas corticais e subcorticais comuns aos processos cognitivos, as quais são utilizadas de maneira deficitária por indivíduos com DP (SZAMEITAT et al., 2002). Este quadro prejudica o planejamento e a execução das ações motoras de idosos com DP, principalmente a realização de movimentos repetitivos, simultâneos e sequenciais (MAZZONI et al., 2012). Na presença de tarefa dupla cognitiva durante o andar, as pessoas

com DP alteram seus padrões de marcha, diminuindo o comprimento da passada e a velocidade do andar (ROCHESTER et al., 2004; WU; HALLETT, 2009; O'SHEA et al., 2002; BOND; MORRIS, 2000). Além disso, o andar apresenta perda da automaticidade, maior número de episódios de quedas e prejuízos no desempenho das tarefas secundárias (WU; HALLETT, 2009). Os comprometimentos nos núcleos da base e nas funções executivas parecem explicar a piora no movimento com a presença de tarefa dupla em idosos com DP (WOOLLACOTT; SHUMWAY-COOK, 2002; YOGEV-SELIGMANN et al., 2005, LORD et al., 2010). Com isso, a realização do movimento necessita ser programada e processada por um desvio do circuito deficitário dos núcleos da base, ativando o córtex pré-motor (BEHRMAN et al., 1998; BOND e MORRIS, 2000; BLOEM et al., 2001).

De modo geral, idosos com DP priorizam a tarefa motora durante a execução de duas tarefas simultâneas, porém apresentam prejuízo em ambas as tarefas executadas. A priorização para a tarefa motora é ainda maior quando o idoso com DP realiza uma tarefa motora mais desafiadora (YOGEV-SELIGMANN et al., 2012) devido aos déficits no julgamento da dificuldade da tarefa (BLOEM et al., 2006) e cognitivos comuns na DP (CAMICIOLI; FISHER, 2004) que geram conflito no processamento (COLBAT-COULBOIS et al., 2005). Desta forma, este tipo de tarefa torna-se muito desafiadora para esta população, aumentando o risco de quedas (DIRNBERGER; JAHANSHAH, 2013). Apesar de resultados consistentes sobre o efeito da tarefa dupla cognitiva no andar de idosos com DP, pouco é conhecido sobre este efeito no andar com desvio de obstáculos, especialmente relacionado a assimetria durante a tarefa.

1.6. Objetivos, justificativa e delineamento da dissertação

Entender as alterações causadas pela DP é importante para melhorar a qualidade de vida desta população. Desta forma, o simples fato de entender melhor a locomoção de idosos com DP já justifica a importância do estudo, tornando-se ainda mais relevante quando é investigada a influência de uma tarefa concomitante (por exemplo, tarefa cognitiva) na locomoção em ambientes desafiadores, como desviar de um obstáculo durante o andar. Entretanto, os mecanismos de controle motor dos membros inferiores durante o andar ainda não estão bem entendidos, especialmente quando a demanda cognitiva é exacerbada. Com isso, estudos que avancem neste contexto são importantes para auxiliar no tratamento da DP. Além disso, o estudo da assimetria no andar de pacientes com DP poderá auxiliar no entendimento da patogênese da doença e de sua progressão (DJALDETTI et al., 2006; MELAMED, POEWE, 2012). Estudos anteriores que analisaram a assimetria no andar, avaliaram tarefas sem grande demanda atencional e pouco desafiadoras. Tarefas mais desafiadoras, como desviar de obstáculos durante o andar com e sem tarefa concomitante cognitiva, representam atividades diárias realizadas rotineiramente e podem ajudar no entendimento da unilateralidade da DP.

Assim, o objetivo geral deste estudo foi investigar os efeitos de uma tarefa concomitante cognitiva nos ajustes motores e comportamento visual no andar com desvio de um obstáculo em idosos com DP, considerando a simetria/assimetria na tarefa de desviar do obstáculo. Para atingir estes objetivos, dois estudos foram planejados. O primeiro estudo, apresentado no Capítulo 2, buscou entender quais os efeitos da tarefa dupla na execução da tarefa de desviar de um obstáculo durante o andar. Para isso, foi comparado o comportamento motor, visual e desempenho cognitivo de idosos com DP e idosos neurologicamente sadios durante a tarefa de andar e desviar de um obstáculo vertical, com e sem a presença de uma tarefa concomitante cognitiva. No segundo estudo, apresentado no Capítulo 3, foi investigado como a tarefa dupla interfere na relação de simetria/assimetria no desviar de um obstáculo durante o andar. Para esse estudo, foram realizadas as mesmas análises do estudo anterior, porém

comparando os lados de desvio, sendo esses separados por lado mais afetado e menos afetado pela doença para os idosos com DP e lado dominante e não dominante para idosos neurologicamente sadios.

CAPÍTULO 2

EFEITO DA TAREFA CONCOMITANTE COGNITIVA NO DESVIAR DE UM OBSTÁCULO DURANTE O ANDAR EM IDOSOS COM DOENÇA DE PARKINSON

2. Estudo 1 - Efeito da tarefa concomitante cognitiva no desviar de um obstáculo durante o andar em idosos com doença de Parkinson

2.1. Introdução

Idosos com doença de Parkinson (DP) apresentam comportamento motor para desviar de um obstáculo durante o andar semelhante a idosos neurologicamente saudáveis (mesma distância médio-lateral e horizontal do obstáculo e estratégia de desvio do obstáculo) (SIMIELI et al., 2017). Ambos os grupos aumentam o tempo em duplo suporte e reduzem o comprimento e a velocidade dos passos do andar com desvio de um obstáculo (SIMIELI et al., 2017), indicando a priorização da segurança durante o andar com desvio do obstáculo. Entretanto, para realizar esta estratégia segura de desvio do obstáculo, os idosos com DP tiveram que ajustar os passos que antecedem o desvio do obstáculo (n-2 e n-1) e os passos de desvio do obstáculo (n e n+1), enquanto que os idosos neurologicamente saudáveis ajustaram apenas o passo que antecede o desvio do obstáculo (n-1) (SIMIELI et al., 2017). Além disso, idosos com DP foram mais dependentes da informação visual do obstáculo para realizar a tarefa de desvio, utilizando mais a visão central e fixando mais no obstáculo (SIMIELI et al., 2017). Uma possível explicação para a semelhança no comportamento motor dos grupos e para a eficiência na tarefa de idosos com DP é a tarefa de desvio de um obstáculo não ser muito desafiadora, ainda mais que durante a tarefa não foi necessário compartilhar as funções cognitivas com nenhuma outra tarefa, por exemplo, uma tarefa cognitiva. Desta forma, o idoso com DP teve tempo para planejar e executar a tarefa sem nenhuma interferência. Contudo, a realização de uma tarefa cognitiva concomitante poderia exacerbar os ajustes apresentados pelo idoso com DP durante o andar com desvio de um obstáculo, prejudicando seu desempenho. É consistente na literatura o efeito de uma tarefa dupla cognitiva durante o andar, tornando o idoso com DP mais instável e variável e com menor velocidade e comprimento da passada (ROCHESTER et al., 2004; O'SHEA et al., 2002; BOND; MORRIS, 2000).

Os déficits no andar com tarefa dupla cognitiva é explicado pelo compartilhamento da atenção entre as tarefas. A programação e processamento do movimento, que são realizados pelos núcleos da base (deficitários na DP), passam a ser realizados pelo córtex pré-motor (BEHRMAN et al., 1998; BOND e MORRIS, 2000; BLOEM et al., 2001). A presença de uma tarefa dupla durante um andar com elevada complexidade, como o andar com ultrapassagem ou desvio de um obstáculo (KOLARIK et al., 2016), faz com que idosos com DP aumentem a variabilidade dos parâmetros espaciais, como apresentado no estudo de Simieli e colaboradores (2017) que encontraram aumento na variabilidade nos passos de aproximação e ultrapassagem. Entretanto, não há na literatura estudos que investiguem o efeito de uma tarefa concomitante cognitiva no andar com desvio de obstáculo de idosos com DP. Assim, o objetivo do estudo é analisar a estratégia motora e visual de idosos com DP e idosos neurologicamente saudáveis (grupo controle) na tarefa de desviar de um obstáculo com a presença de uma tarefa dupla cognitiva. O estudo apresenta duas hipóteses: i) a tarefa dupla cognitiva irá diminuir a velocidade do andar e aumentar a largura da passada, a margem de segurança (distância médio-lateral para o obstáculo) para ambos os grupos. Ainda, o grupo DP aumentará o tempo de fixação no obstáculo; ii) os idosos com DP utilizarão estratégias mais conservadoras que o grupo controle na presença da tarefa dupla.

2.2. Materiais e Método

2.2.1. Participantes

Participaram deste estudo 15 idosos com DP e 15 idosos neurologicamente saudáveis (grupo controle) (Tabela 1), sendo 10 mulheres e 5 homens para cada grupo. Para participar do estudo, o idoso com DP foi diagnosticado por seu neurologista particular segundo os critérios determinado pelo Banco de Cérebro de Londres (HUGHES et al., 1992).

Foram estabelecidos os seguintes critérios de exclusão para a composição da amostra: idade abaixo dos 60 anos, doença em estágio superior a 3 na escala de Hoehn&Yahr (H&Y –

HOEHN e YAHR, 1967; Versão adaptada por SCHENKMAN et al., 2001), declínio cognitivo e histórico de problemas ortopédicos, de visão e audição que impossibilitassem o cumprimento do protocolo experimental. Ainda, como critério de inclusão, o idoso com DP teria que estar sob tratamento medicamentoso com levodopa.

Todos os procedimentos experimentais foram realizados nas dependências do Laboratório de Pesquisa em Movimento Humano (MOVI-LAB) do Departamento de Educação Física da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Campus Bauru. Após fornecerem consentimento através do Termo Livre e Esclarecido aprovado pelo Comitê de Ética local (CAAE:45435615.7.1001.5398), os indivíduos foram convidados a participar das avaliações descritas abaixo. As avaliações clínicas e do desviar do obstáculo durante o andar dos pacientes foram realizadas em estado “ON” da medicação específica da DP (aproximadamente uma hora após a ingestão do medicamento).

2.2.2. Avaliação clínica

Primeiramente, os idosos com DP foram avaliados por um avaliador experiente em doenças neurodegenerativas, por meio de uma anamnese, com o intuito de coletar dados de caracterização dos idosos (histórico clínico, cognitivo e medicamentoso) e dos sinais e sintomas do paciente. Ambos foram realizados de forma detalhada para coletar o máximo de informações sobre a origem da DP e também eliminar a influência de outras doenças que pudessem confundir o diagnóstico da DP, por exemplo, acidente vascular encefálico.

Tabela1. Médias e desvios padrão dos dados antropométricos e clínicos dos participantes. MEEM: Mini Exame do Estado Mental; H&Y: Hoehn and Yahr.

	Idade (anos)	Massa corporal (kg)	Estatura (m)	UPDRS-III (pts)	MEEM (pts)	H&Y
GC	65,33 ± 9,89 (56 - 77)	69,46 ± 15,74 (51 - 88)	1,59 ± 0,08 (1,52 - 1,75)	-----	27,26 ± 1,48 (24 - 29)	-----
Grupo DP	68,53 ± 5,84 (52 - 84)	69,13 ± 10,11 (47,3 - 98)	1,60 ± 0,06 (1,41 - 1,70)	24,73 ± 11,84 (11 - 48)	28,00 ± 2,53 (21 - 30)	1,97 ± 0,67 (1 - 3)

O mesmo avaliador utilizou as escalas consideradas padrão ouro para a avaliação clínica dos idosos com DP. A escala de H&Y foi utilizada para identificar o estágio evolutivo da doença, a existência da uni/bilateralidade da doença e o nível de resposta dos reflexos posturais. Os estágios 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 do paciente. O grau de acometimento da DP foi avaliado através da UPDRS (FAHN; ELTON, 1987) com as seguintes sub escalas: I – Estado mental, humor e comportamento; II – Atividades da vida diária; III – Exame da motricidade. O estado geral de acometimento da doença de cada paciente foi conhecido pela pontuação obtida: quanto maior a pontuação, mais acometido se encontra o paciente. Para garantir que todos os participantes estivessem com as funções cognitivas preservadas, foi aplicado o Mini Exame do Estado Mental – MEEM (ALMEIDA, 1998; BRUCKI et al., 2003). O MEEM é composto de questões tipicamente agrupadas em sete categorias: orientação para tempo, orientação para local, registro de palavras, atenção e cálculo, lembrança de palavras mencionadas, linguagem e capacidade construtivo visual. Quanto maior a pontuação obtida no MEEM, menor é o comprometimento cognitivo.

2.2.3. Avaliação do desviar do obstáculo durante o andar

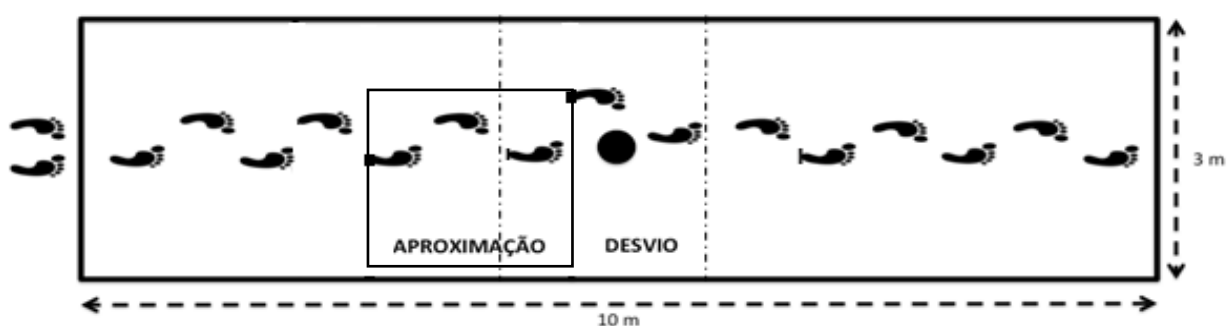
Na realização da tarefa de desviar do obstáculo durante o andar, o participante foi instruído a percorrer andando, em sua velocidade preferida, uma distância retilínea de 8,5m com 3,5m de largura. O participante foi posicionado em uma posição de saída alinhada ao obstáculo e instruído a desviar do obstáculo, evitando o contato, e retornar na mesma linha que o participante estava antes do desvio. O obstáculo era cilíndrico (0,35m de diâmetro) com altura de 1,3m. O obstáculo foi posicionado na metade da passarela e no centro da mesma. Para efeito de segurança, um avaliador acompanhou o participante durante a execução da tarefa em todas as tentativas.

Cada participante realizou cinco tentativas do andar com desvio do obstáculo e cinco tentativas do andar com desvio do obstáculo com tarefa concomitante cognitiva. A ordem das tentativas foi definida de forma randômica. Os participantes não foram instruídos para qual lado deveriam desviar do obstáculo, apenas para que realizassem a tarefa evitando o contato com o obstáculo. A tarefa concomitante cognitiva era escutar um áudio gravado antecipadamente que apresentava números aleatórios (ex.: 1, 3,5,3,3,4,7,5,6,2...). O áudio era iniciado junto com o início da marcha e antes de cada tentativa os participantes eram instruídos a quantificar quantas vezes um determinado número (número coringa) era falado pelo áudio. A instrução dada aos participantes era: "O senhor(a) irá contar quantas vezes o número X é falado no áudio". Ainda, os participantes foram instruídos a não utilizar as mãos para realizar a tarefa de quantificação e a não realizar a contagem em voz alta. Foram utilizados diferentes áudios, cada um apresentava uma sequência de números diferente e a cada tentativa o número coringa era trocado. Ao final da realização da tarefa, era perguntado para os participantes quantas vezes o número indicado foi falado, sendo contabilizados os erros do participante (se ele respondeu, ou não, corretamente quantas vezes o número indicado foi pronunciado na gravação).

2.2.4. Coleta e análise dos dados

Para coleta de dados cinemáticos foi utilizado um sistema de aquisição de dados da Vicon Motion System® com 8 câmeras (Bonita System Cameras), com frequência de coleta de 100 Hz. Para a tarefa de desviar do obstáculo durante o andar, a análise ocorreu em dois momentos: fase de aproximação - dois passos antes do desvio do obstáculo; e fase de desvio - dois passos durante o desvio do obstáculo (Figura 1).

Figura 1. Vista superior representando as passadas de aproximação e de desvio do obstáculo.



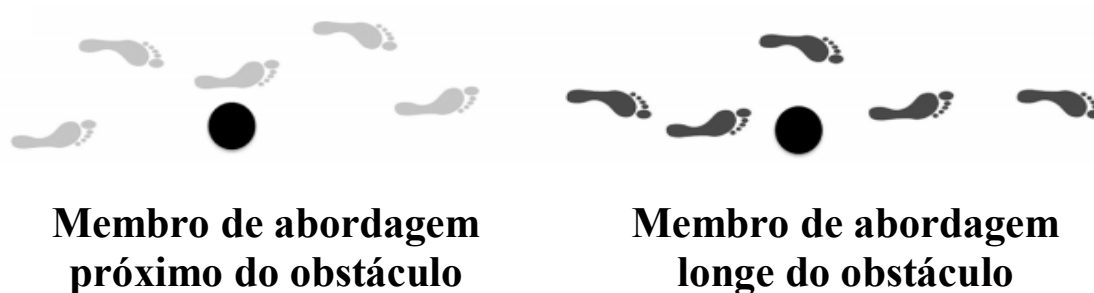
Para estimar o COM é necessário o posicionamento não-colinear de três marcadores em cada um dos segmentos (WINTER, 2005). Os marcadores foram posicionados seguindo o modelo Plug-in-Gait FullBody do software Nexus2.2.1. Os marcadores foram reconstruídos e foi calculado o COM através do próprio software Nexus 2.2.1, sendo usado para analisar o deslocamento do COM no sentido anteroposterior e médio-lateral. As distâncias do COM para o obstáculo, no qual foram posicionados marcadores para indicar sua posição, foram calculadas como: distância horizontal - momento em que os participantes começaram a desviar do obstáculo (definido como cinco vezes o valor do desvio padrão do deslocamento médio lateral do centro de massa) (SIMIELI et al., 2017; BARBIERI et al., aceito); distância de segurança para o obstáculo - estipulado pela maior distância médio-lateral do centro de massa para o obstáculo no momento do desvio (SIMIELI et al., 2017; BARBIERI et al., aceito) (Figura 2).

Figura 2. Vista superior do deslocamento do centro de massa.



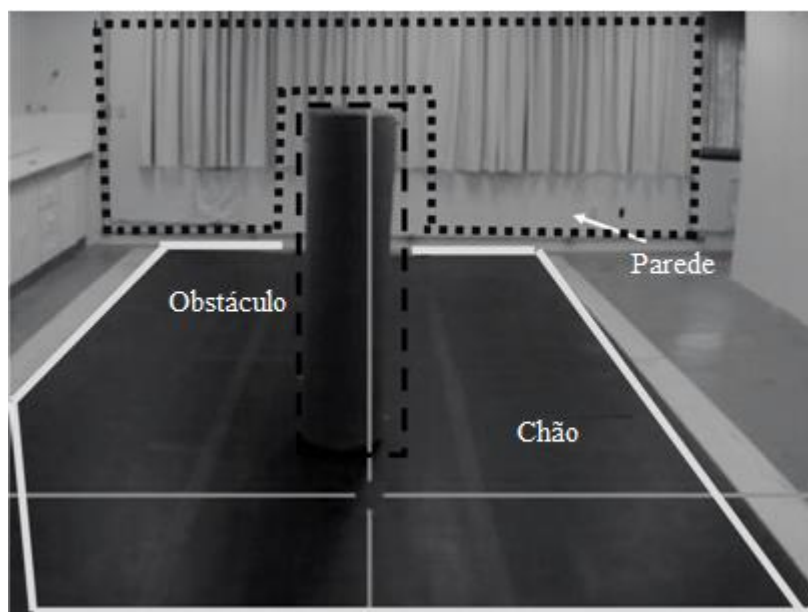
Para o cálculo dos parâmetros espaços-temporais do andar, foram utilizados os marcadores posicionados em ambos os pés dos participantes (no dorso do pé entre o segundo e terceiro metatarso e na região posterior do calcâneo). Foram calculados para cada passada (aproximação e desvio), em ambas as tarefas, o comprimento, largura, duração, porcentagem em duplo suporte e velocidade. Além disso, foi determinada a estratégia escolhida pelos participantes para desviar do obstáculo: membro de abordagem próximo do obstáculo e membro de abordagem longe do obstáculo (VALLIS et al., 2003) (Figura 3). Finalmente, foi calculado, tanto para a fase de aproximação quanto para de desvio, o custo da tarefa concomitante cognitiva para os parâmetros de comprimento da passada e velocidade da passada. O seguinte cálculo foi utilizado: $[(\text{tarefa dupla} - \text{tarefa simples}) / \text{tarefa simples}] \times 100$ (MAIDAN et al., 2016).

Figura 3. Tipos de estratégia utilizada para realizar o desvio do obstáculo.



Para a análise do movimento dos olhos foi utilizado um eyetracker da marca AppliedSciencesLaboratories® (ASL, EyeTracking Mobile System - modelo Mobile Eye-XG). A frequência de aquisição de dados foi de 60 Hz. Além disso, o dispositivo foi calibrado durante as tentativas para manter a qualidade das análises. Após a calibração do equipamento, os participantes foram submetidos a algumas tentativas prévias para familiarização com o ambiente de coleta. Fixações do olhar foram consideradas para representar momentos em que a informação visual sobre o ambiente foi adquirida. A fixação do olhar (duração > 99 ms), em cada passada, foi analisada através da porcentagem do número de fixações do olhar, duração média de fixação (tempo médio das fixações) e porcentagem total das fixações (SIMIELI et al., 2017). Os locais de fixação do olhar de cada passada foram agrupados de acordo com as seguintes áreas de interesse: chão, obstáculo, parede e aleatório (VALLIS et al., 2003) (Figura 4). Ainda, foi calculado para cada tentativa, o momento da fixação, que se deu pela diferença temporal, em segundos, entre o momento da fixação e o momento de desvio (momento em que o participante se posicionava do lado do obstáculo ou passo N) para as áreas de interesse obstáculo e chão. Após os cálculos, foi feita uma média por participante e média geral dos grupos para cada condição.

Figura 4. Áreas de interesse utilizadas no estudo.



2.2.5. Análise estatística

O nível de significância foi mantido em 0,05 para todas as análises e o programa SPSS 21.0 (SPSS, Inc.) foi utilizado para o tratamento estatístico. Os dados das escalas UPDRS, H&Y e MEEM foram apresentados através da média, desvio padrão e amplitude para cada grupo.

Os dados referentes aos parâmetros motores e custo da tarefa de desviar do obstáculo durante o andar foram analisados através de ANOVAs com dois fatores (grupo: idosos com DP (grupo DP) e grupo controle (GC) X tarefa: andar com desvio do obstáculo sem e com tarefa dupla), tanto para a fase de aproximação quanto para a fase de desvio, com medidas repetidas para tarefa. Os parâmetros de comportamento do olhar foram analisados através de ANOVAs com três fatores (grupo X tarefa X área de interesse: chão, obstáculo, parede e aleatório), com medidas repetidas para tarefa e área de interesse. Os pressupostos da ANOVA foram testados através do teste de esfericidade (Mauchly) e do teste de igualdade das variâncias (Levene). Não houve significância para os parâmetros testados ($p > 0,05$) indicando

que os dados apresentam distribuição normal. Além disso, testes Post hoc de Tukey, com níveis de significância ajustados, foram utilizados quando indicada interação significativa entre os fatores. Ainda, foi realizado teste t de Student para comparar os erros da tarefa cognitiva entre grupo DP e GC.

2.3. Resultados

O grupo DP apresentou estágio moderado da doença com aproximadamente 25 pontos na UPDRS III (motora) e estágio 2 na H&Y (Tabela 1), o que significa ausência de comprometimento no equilíbrio. Não houve diferença significativa para MEEM ($F_{2,42}=0,39$, $p=0,67$) nem nos parâmetros antropométricos entre os grupos.

2.3.1. Erros, toque no obstáculo e custo da tarefa concomitante cognitiva

Não houve diferença significativa para o número de erros da tarefa concomitante cognitiva entre os grupos, o grupo DP apresentou 15 erros enquanto GC apresentou 9 erros ($F_{1,28} = 0,59$, $p = 0,44$). Não houve toques no obstáculo tanto para as condições sem tarefa concomitante cognitiva quanto para as condições com tarefa.

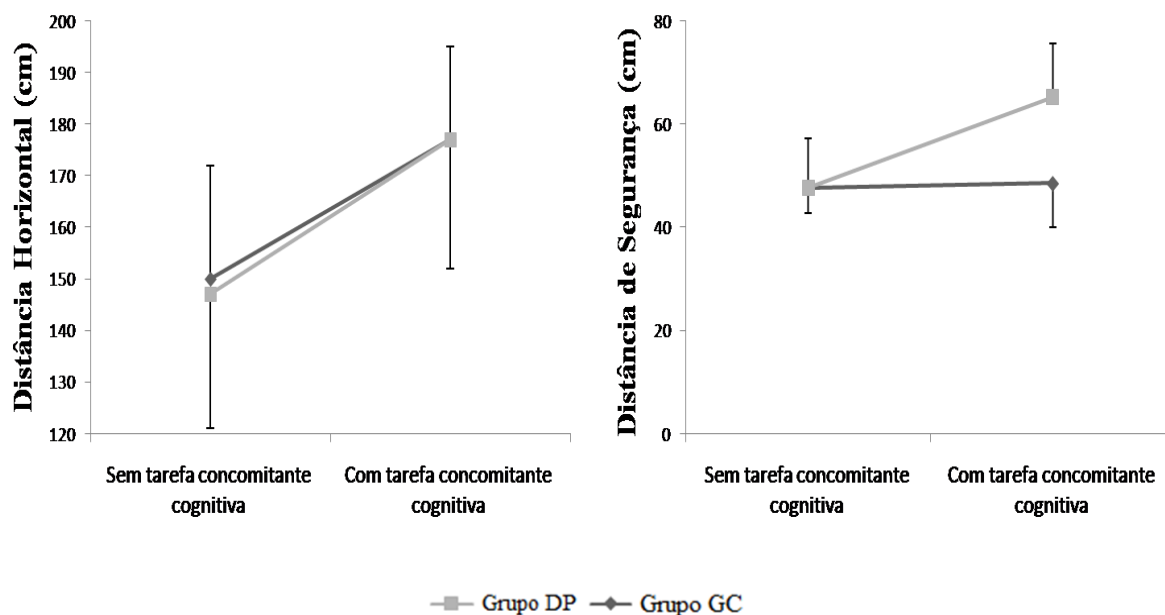
A ANOVA não apontou diferença significativa para o custo da tarefa para os parâmetros velocidade da passada de aproximação ($F_{1,28}=0,01$, $p=0,91$), comprimento da passada de aproximação ($F_{1,28}=0,16$, $p=0,68$), velocidade da passada de desvio ($F_{1,28}= 0,765$, $p=0,38$) e comprimento da passada de desvio ($F_{1,28}=0,14$, $p=0,71$). Na passada de aproximação, o custo da tarefa para o grupo DP foi de 10,8% no comprimento da passada e 10,17% na velocidade da passada. Já para o GC, o custo da tarefa foi de 7,98% para comprimento e 9,01% para velocidade. Na passada de desvio, o custo da tarefa para o grupo DP foi de 5,18% no comprimento e 12,5% na velocidade, já para o GC, 2,5% no comprimento e 4,05% na velocidade.

2.3.2. Distância de segurança, distância horizontal e estratégia de desvio do obstáculo

Para estratégia de desvio, sem a tarefa concomitante, o GC utilizou em 56% das tentativas a estratégia de membro de abordagem próximo do obstáculo e em 44% das tentativas a estratégia de membro de abordagem longe do obstáculo. Já o grupo DP usou a estratégia de membro de abordagem próximo do obstáculo em 52% das tentativas e a estratégia de membro de abordagem longe do obstáculo em 48% das tentativas. Na presença da tarefa concomitante, não houve diferença para as estratégias utilizadas pelo grupo GC para a tarefa de desvio do obstáculo sem a tarefa concomitante. Enquanto que o grupo DP utilizou a estratégia de membro de abordagem perto do obstáculo em 44% das tentativas e a estratégia de membro de abordagem longe do obstáculo em 56% das tentativas quando realizou o desvio do obstáculo com tarefa cognitiva concomitante.

Para a distância de segurança, a ANOVA revelou diferença significativa para efeito principal de grupo, sendo que o grupo DP apresentou maior distância de segurança que o GC ($F_{2,27} = 16,37$, $p < 0,002$) (Figura 5). Não houve diferença significativa para grupo para a distância horizontal. Para efeito principal de tarefa, houve diferença significativa para distância de segurança ($F_{1,28} = 15,54$, $p < 0,001$) e distância horizontal ($F_{1,28} = 21,92$, $p < 0,001$). Ambas as distâncias foram maiores na tarefa de andar com desvio de um obstáculo com tarefa concomitante cognitiva quando comparado com a tarefa de andar com desvio de um obstáculo sem tarefa concomitante. A ANOVA indicou também interação entre grupo e tarefa para distância de segurança ($F_{1,28} = 12,823$, $p < 0,001$), na qual o grupo DP apresentou maior distância de segurança comparado ao GC quando a tarefa de andar com desvio de obstáculo foi realizada concomitante com a tarefa cognitiva ($p < 0,001$). Ainda, o grupo DP apresentou maior distância de segurança na condição com tarefa concomitante quando comparado com a condição sem tarefa concomitante ($p < 0,001$).

Figura 5. A: Médias e desvios padrão da distância horizontal durante a tarefa de andar com desvio de obstáculo sem e com tarefa concomitante cognitiva para o grupo DP e GC. B: Médias e desvios padrão da distância de segurança durante a tarefa de andar com desvio de obstáculo sem e com tarefa concomitante cognitiva para o grupo DP e GC.



2.3.3. Parâmetros espaços-temporais das fases de aproximação e desvio do obstáculo

Os resultados dos parâmetros espaços-temporais da fase de aproximação e desvio foram apresentados na Tabela 2.

Na fase de aproximação, para efeito principal de grupo, a ANOVA revelou diferença significativa para comprimento ($F_{1,28}=13,23$, $p<0,001$) e velocidade ($F_{1,28}=9,56$, $p<0,004$) da passada e duração do duplo suporte ($F_{1,28}=7,18$, $p<0,01$). O grupo DP apresentou menor comprimento e velocidade da passada de aproximação, e maior tempo em duplo suporte comparado ao grupo GC. Para efeito principal de tarefa, houve diferença significativa para comprimento da passada ($F_{1,28}=5,36$, $p<0,02$) e duração do duplo suporte ($F_{1,28}=10,57$, $p<0,003$). Na presença da tarefa concomitante cognitiva durante o andar com desvio de um obstáculo, o comprimento da passada e o tempo em duplo suporte foi maior e menor, respectivamente, do que na tarefa sem tarefa concomitante cognitiva.

A ANOVA apresentou interação entre grupo e tarefa para porcentagem em duplo suporte ($F_{1,28}=15,61$, $p<0,001$). O grupo DP ficou mais tempo em duplo suporte do que o

grupo GC na tarefa de desvio do obstáculo com tarefa concomitante cognitiva ($p < 0,002$). Ainda, GC apresentou maior tempo em duplo suporte na tarefa de andar com desvio de um obstáculo sem tarefa concomitante do que na tarefa com tarefa concomitante ($p < 0,001$).

Na fase de desvio, para efeito principal de grupo, a ANOVA revelou diferença significativa para comprimento ($F_{1,28}=19,06, p < 0,001$) e velocidade ($F_{1,28}=8,00, p < 0,009$) da passada e duração do duplo suporte ($F_{1,28}=6,01, p < 0,02$). O grupo DP apresentou menor comprimento e velocidade da passada de desvio, e maior tempo em duplo suporte do que o GC. Não houve efeito principal para tarefa.

A ANOVA indicou interação entre grupo e tarefa para porcentagem em duplo suporte ($F_{1,28}=14,13, p < 0,001$). O grupo DP ficou mais tempo em duplo suporte do que o grupo GC na tarefa de andar com desvio de obstáculo e tarefa concomitante cognitiva ($p < 0,003$). Ainda, o GC diminuiu o tempo em duplo suporte na tarefa de andar com desvio de obstáculo com tarefa concomitante ($p < 0,001$).

Tabela 2. Médias e desvios padrão dos parâmetros espaços-temporais da marcha do GC e grupo DP nas fases de aproximação e desvio. #: Diferença entre grupos; * Diferença entre tarefas. 38

FASE DE APROXIMAÇÃO	GC		Grupo DP	
	Sem tarefa concomitante	Com tarefa concomitante	Sem tarefa concomitante	Com tarefa concomitante
Comprimento da passada (cm)#*	106,84 ± 12,93	113,39 ± 11,46	91,19 ± 14,25	99,89 ± 17,44
Largura da passada (cm)	17,06 ± 6,48	21,49 ± 7,60	20,20 ± 3,55	20,03 ± 7,18
Duração da passada (s)	1,07 ± 0,10	1,09 ± 0,12	1,07 ± 0,11	1,09 ± 0,17
Velocidade da passada (cm/s)#	101,42 ± 21,15	105,11 ± 16,37	85,59 ± 13,90	93,11 ± 20,10
Duração do duplo suporte (%)#*	40,23 ± 2,62	25,16 ± 9,61	38,45 ± 5,07	39,92 ± 13,48
FASE DE DESVIO	Sem tarefa concomitante	Com tarefa concomitante	Sem tarefa concomitante	Com tarefa concomitante
Comprimento da passada (cm)#	109,11 ± 10,72	110,58 ± 13,98	90,35 ± 15,55	93,45 ± 16,11
Largura da passada (cm)	18,60 ± 6,62	20,00 ± 8,09	17,84 ± 3,88	17,13 ± 5,84
Duração da passada (s)	1,10 ± 0,10	1,10 ± 0,15	1,07 ± 0,10	1,03 ± 0,17
Velocidade da passada (cm/s)#	100,19 ± 14,91	101,32 ± 15,24	84,35 ± 14,31	93,04 ± 21,09
Duração do duplo suporte (%)#	40,37 ± 3,52	26,78 ± 8,52	38,24 ± 6,83	43,74 ± 18,32

2.3.4. Análise do comportamento do olhar

A ANOVA não apontou efeito principal de grupo para o número de fixações ($F_{1,28}=0,65$, $p=0,42$), duração das fixações ($F_{1,28}=0,07$, $p=0,79$) e porcentagem total ($F_{1,28}=0,43$, $p=0,51$). Para efeito principal da tarefa, a ANOVA apontou diferença significativa para duração das fixações ($F_{1,28}=6,16$, $p<0,019$), com maior duração na tarefa de andar com desvio de obstáculo com tarefa concomitante cognitiva. Para efeito principal de área de interesse, a ANOVA apontou diferença significativa nos parâmetros número de fixações ($F_{3,84} = 48,21$, $p<0,001$) e porcentagem total da fixação ($F_{3,84} = 43,99$, $p<0,001$). Houve maior porcentagem total de fixação para o chão quando comparado com o obstáculo ($p<0,001$), parede ($p<0,001$) e aleatório ($p<0,001$). Para número de fixações, a área de interesse do chão ($p<0,001$) teve maior quantidade de fixação que a área de interesse do obstáculo ($p<0,001$), da parede ($p<0,001$) e aleatório ($p<0,001$) (Tabela 3).

A ANOVA apontou interação entre área de interesse e tarefa para número de fixações ($F_{3,84}=3,17$, $p<0,028$) e duração das fixações ($F_{3,84}=2,89$, $p<0,04$). Para a área de interesse da parede houve maior número de fixações na condição com tarefa concomitante cognitiva ($p<0,04$) que para o chão. Ainda, a duração da fixação na área chão foi maior na condição com tarefa concomitante cognitiva quando comparado com a condição sem tarefa concomitante ($p<0,004$). A ANOVA não apontou interação entre área de interesse e grupo para o número de fixações ($F_{3,84}=0,92$, $p=0,43$), duração das fixações ($F_{3,84}=0,57$, $p=0,64$) e porcentagem total ($F_{3,84}=0,43$, $p=0,80$). Também não houve interação tarefa e grupo para o número de fixações ($F_{1,28}=0,16$, $p=0,68$), duração das fixações ($F_{1,28}=0,16$, $p=0,68$) e porcentagem total ($F_{1,28}=0,80$, $p=0,37$). Ainda, não houve interação tripla entre grupo, área e tarefa, para número de fixações ($F_{3,84}=0,15$, $p=0,92$), duração das fixações ($F_{3,84}=0,14$, $p=0,93$) e porcentagem total ($F_{3,84}=0,59$, $p=0,62$).

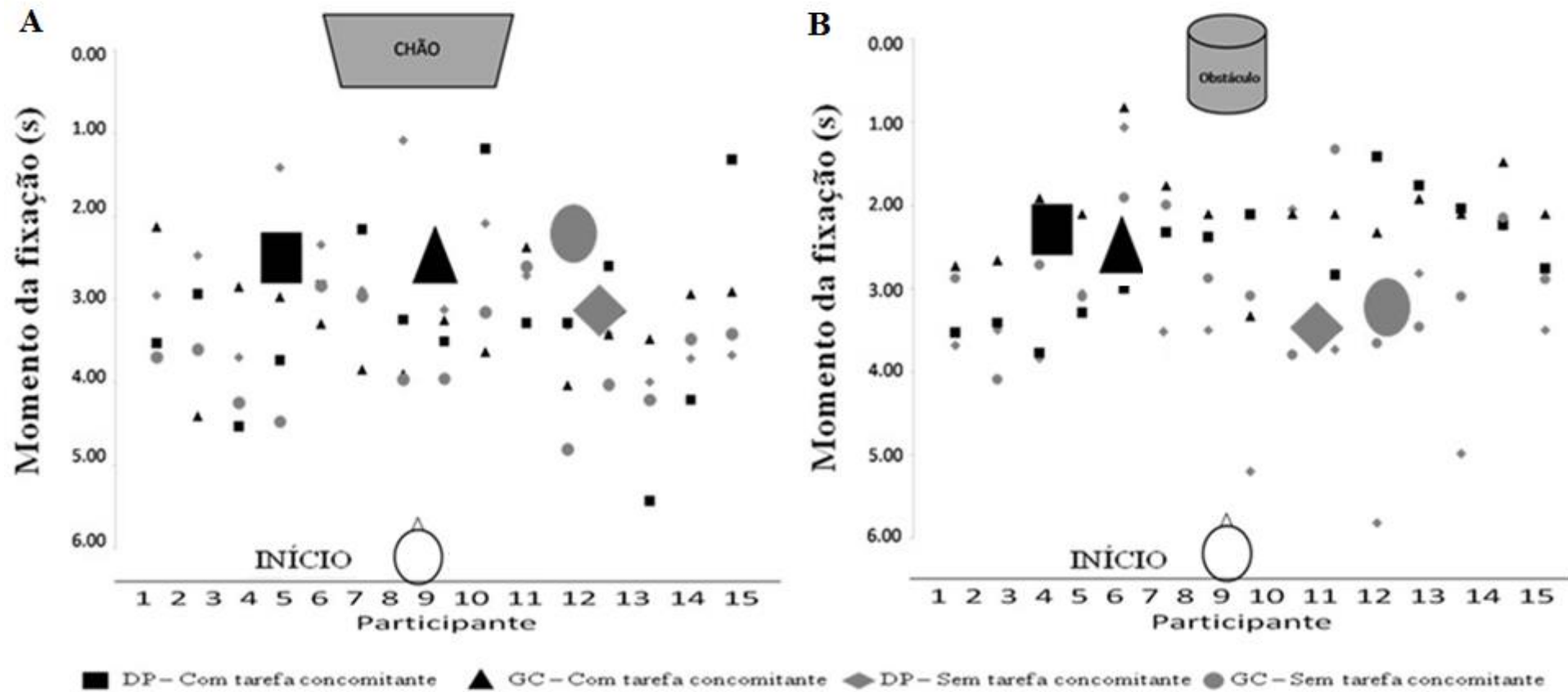
Para o momento de fixação (Figura 6), a ANOVA não apresentou diferença significativa quando comparados os grupos GC x DP para chão ($F_{1,28}=3,92$, $p<0,058$) e

obstáculo ($F_{1,28}=2,80$, $p<0,10$) e quando comparado as tarefas desviar do obstáculo e desviar do obstáculo com tarefa concomitante cognitiva para chão ($F_{1,28}=0,04$, $p<0,82$) e para obstáculo ($F_{1,28}=0,57$, $p<0,45$). Entretanto, a ANOVA apresentou interação entre grupo e tarefa para chão ($F_{1,28}=3,88$, $p<0,05$) e obstáculo ($F_{1,28}=16,70$, $p<0,001$). Para a área de interesse do chão, sem a presença da tarefa cognitiva concomitante, o grupo DP realiza a fixação do chão mais distante do obstáculo que o grupo GC ($p<0,005$). Já para obstáculo, na presença da tarefa cognitiva concomitante, o grupo DP realiza a fixação do obstáculo mais próxima ao obstáculo ($p<0,001$). Ainda, para o grupo DP na presença da tarefa concomitante, a fixação do obstáculo ocorreu mais próxima do obstáculo quando comparada à condição sem tarefa concomitante ($p<0,002$). Já para o grupo GC, o resultado é o inverso, e a fixação do obstáculo acontece mais distante do obstáculo na presença da tarefa concomitante quando comparado com a condição sem a tarefa concomitante ($p<0,02$).

Tabela3. Médias e desvios padrão do comportamento do olhar de acordo com as áreas de interesse para o andar com desvio do obstáculo sem e com tarefa cognitiva concomitante para o grupo DP e GC. #: Diferença entre áreas de interesse (chão diferente de todas as outras áreas); *: Diferença entre tarefas.

	Área	Grupo Controle (GC)		Grupo Parkinson (DP)	
		Sem tarefa concomitante cognitiva	Com tarefa concomitante cognitiva	Sem tarefa concomitante cognitiva	Com tarefa concomitante cognitiva
Número de fixações (%)*	Chão [#]	72.69 ± 27.09	66.59 ± 35.05	74.09 ± 18.17	74.58 ± 19.19
	Obstáculo	16.19 ± 14.91	16.41 ± 16.98	18.94 ± 18.22	10.61 ± 12.94
	Parede	6.38 ± 11.78	15.35 ± 26.87	1.55 ± 3.42	10.95 ± 21.02
	Aleatório	4.73 ± 7.63	1.63 ± 3.34	5.40 ± 8.42	3.83 ± 6.80
Duração da fixação (s)	Chão	0.14 ± 0.05	0.30 ± 0.27	0.15 ± 0.04	0.32 ± 0.26
	Obstáculo	0.13 ± 0.04	0.24 ± 0.32	0.15 ± 0.04	0.26 ± 0.44
	Parede	0.13 ± 0.18	0.17 ± 0.29	0.03 ± 0.06	0.15 ± 0.28
	Aleatório	0.10 ± 0.09	0.06 ± 0.12	0.09 ± 0.06	0.07 ± 0.09
Porcentagem do tempo de fixação (%)	Chão [#]	20.25 ± 12.63	15.35 ± 10.62	18.74 ± 11.57	20.89 ± 16.83
	Obstáculo	5.88 ± 6.28	5.60 ± 6.49	7.11 ± 6.08	7.89 ± 11.92
	Parede	1.39 ± 1.94	6.79 ± 13.44	0.54 ± 1.53	6.11 ± 10.29
	Aleatório	0.96 ± 1.01	1.46 ± 4.20	1.46 ± 2.44	1.16 ± 1.70

Figura 6. Momento da fixação no chão (A) e no obstáculo (B) dos quinze participantes do GC e grupo DP durante o andar com desvio de obstáculo com e sem tarefa concomitante cognitiva. As imagens maiores representam as médias de cada grupo para as condições com e sem a tarefa concomitante cognitiva.



2.4. Discussão

Apesar dos efeitos de uma tarefa cognitiva concomitante no andar de idosos com DP serem bem conhecidos e relacionados com diversos fatores relacionados ao pior desempenho do andar, este é o primeiro estudo que investigou o efeito da tarefa dupla no andar com desvio de obstáculo em idosos com DP. O estudo do efeito da tarefa cognitiva concomitante no andar com desvio de obstáculo torna-se interessante uma vez que resultados anteriores do nosso grupo de pesquisa apresentaram que idosos com DP e idosos neurologicamente saudáveis utilizam comportamento semelhante para desviar de um obstáculo durante o andar, buscando segurança (SIMIELI et al., 2017). Entretanto, nossos achados parecem ser contrários aos resultados apresentados anteriormente. O principal achado deste estudo foi que idosos com DP foram mais conservadores do que idosos neurologicamente saudáveis durante o andar com desvio de um obstáculo com tarefa cognitiva concomitante, buscando maior segurança e estabilidade que seus pares saudáveis. Ainda, de forma bastante interessante, idosos com DP foram capazes de realizar ambas as tarefas (motora e cognitiva) com êxito. Desta forma, a seguir, são discutidos os principais efeitos da tarefa cognitiva concomitante no andar com desvio de um obstáculo e apresentadas interpretações para a estratégia conservadora e para o desempenho de idosos com DP durante a dupla tarefa.

Uma tarefa cognitiva concomitante durante o andar com desvio de obstáculo requer ajustes motores e do olhar para ser realizada de forma bem sucedida. Este resultado corrobora com estudos anteriores que mostraram que uma tarefa dupla cognitiva afeta a locomoção (VERGHESE et al., 2002; YOGEV-SELIGMANN et al., 2008,2012). A presença da tarefa cognitiva concomitante aumentou as distâncias (horizontal e de segurança) do centro de massa para o obstáculo, dando ao indivíduo maior área de desvio para evitar o contato com o obstáculo. Ainda, nos aspectos motores, a tarefa concomitante diminuiu o tempo em duplo suporte e aumentou o comprimento da passada dos indivíduos que buscaram aumentar a estabilidade, aumenta a cautela durante a realização do desvio e a segurança da tarefa. O

aumento na utilização da estratégia de membro longe do obstáculo e a maior dependência da informação visual, com aumento na duração das fixações podem mostrar a utilização de uma estratégia mais cautelosa pelos pacientes com DP. Ainda, a mudança de comportamento motor e da coleta da informação visual durante a tarefa cognitiva concomitante pode ser explicada pelo aumento da demanda no processamento da informação da tarefa (PATLA et al., 1996; SIU et al., 2008). Com o putâmen diretamente afetado pela degeneração na DP, a execução de comportamentos automáticos é prejudicada, com isso é necessário que os pacientes usem áreas corticais para as ações rotineiras (DIRNBERGER; JAHANSHAHI, 2013), sobrecarregando o sistema em tarefa simples. A adição de outra tarefa exige ainda mais do controle executivo e cortical, aumentando ainda mais a demanda no processamento (BADDELEY E HITCH, 1974; NORMAN E SHALLICE, 1986), provocando as alterações encontradas no presente estudo.

Idosos com DP aumentaram a segurança e a estabilidade durante a tarefa de andar com desvio de um obstáculo com tarefa cognitiva diferente de idosos neurologicamente saudáveis. Este resultado indica que a tarefa cognitiva concomitante prejudicou o desempenho na tarefa de andar, exigindo ajustes, como maior distância de segurança e maior tempo em duplo suporte, que garantissem a segurança e a estabilidade da tarefa. Uma possível explicação para este comportamento são os comprometimentos nos núcleos da base e nas funções executivas apresentadas pelos idosos com DP (WOOLLACOTT E SHUMWAY-COOK, 2002; YOGEV-SELIGMANN et al., 2005, LORD et al., 2010). Ainda, a utilização deficitária de áreas corticais e subcorticais afetadas pela neurodegeneração, prejudica o planejamento e a execução das ações motoras, piorando o movimento na presença de uma tarefa dupla motora ou cognitiva (SZAMEITAT et al., 2002; MAZZONI et al., 2012). Além disso, os idosos com DP necessitaram confirmar a posição do obstáculo quando estavam mais próximos dele durante a tarefa dupla (Figura 6). Este resultado parece indicar um déficit na memória de trabalho em idosos com DP (BEATO et al., 2008). Uma possível explicação é que os

pacientes com DP apresentam algum grau de acometimento no lobo frontal (VERMERSCH et al.,1993), ainda, esse tipo de memória depende da circuitaria fronto-estriatal a qual a dopamina desempenha um papel fundamental para seu funcionamento (ALEXANDER et al., 1986) já que idosos com DP apresentam metade do período de memória de trabalho quando comparados com seus pares neurologicamente sadios (GABRIELI et al., 1996). Ainda, a busca visual do obstáculo pode indicar a necessidade de uma confirmação do planejamento feito para que algum ajuste online seja realizado. Entretanto, ajustes online podem ser arriscados para idosos com DP devido ao menor tempo para perceber os riscos, planejar e executar adaptações locomotoras adequadas para realizar o desvio do obstáculo, caso necessário (LAJOIE et al., 2005; PATLA; VICKERS, 1997).

Apesar da tarefa exigir maior segurança e estabilidade, os resultados deste estudo indicam que os idosos com DP foram capazes de realizar ambas as tarefas, motora e cognitiva. Os resultados não mostraram diferença na quantidade de erro da tarefa cognitiva e no custo da tarefa cognitiva entre os grupos, o que contraria os achados de Maindan e colaboradores (2016) que encontraram que o custo da tarefa secundária durante a tarefa de locomoção foi significativamente maior para o grupo DP quando comparado com o grupo controle. Ainda, os idosos com DP não apresentaram contato com o obstáculo durante a tarefa de desviar. Estes achados parecem indicar que a tarefa de andar com desvio de um obstáculo com tarefa cognitiva concomitante não exacerba a capacidade de compartilhamento da função cognitiva de idosos com DP, podendo ser considerada uma tarefa de complexidade fácil ou moderada. Este resultado contraria a explicação de Simieli e colaboradores (2017) de que a tarefa de desviar um obstáculo durante o andar foi uma tarefa desafiadora tanto para idosos com DP quanto para idosos neurologicamente sadios, fazendo com que o comportamento motor de idosos neurologicamente sadios e com doença de DP fossem semelhantes para desviar de um obstáculo. Uma possível explicação para este achado é que a tarefa cognitiva não é complexa, o que não evidencia os prejuízos cognitivos causados pela DP. O nível de

dificuldade da tarefa cognitiva proposta provavelmente não exigiu a utilização da reserva cognitiva (STERN et al., 2009) dos idosos com DP para realizar as duas tarefas ao mesmo tempo. Porém, quando a tarefa concomitante cognitiva foi incluída no andar com desvio de um obstáculo foi necessário a realização de ajustes motores e para a aquisição da informação visual para ser bem-sucedido na tarefa. Desta forma, é possível indicar que tarefas cognitivas mais desafiadoras podem prejudicar alguma das tarefas: motora ou cognitiva

2.5. Conclusão

Em conclusão, a presença de uma tarefa concomitante cognitiva alterou o comportamento motor e visual do andar com desvio de obstáculo tanto para pessoas neurologicamente sadias quanto para pacientes com a doença de Parkinson, tornando-os mais cautelosos para evitar contato com o obstáculo. Sendo essas alterações exacerbadas em pacientes com DP que aumentaram a cautela e priorizaram a estabilidade, aumentando as distâncias de desvio. Ainda, o grupo DP mostrou necessitar mais da fixação do olhar no obstáculo para realizar as tarefas de maneira segura. Por fim, pacientes com DP foram capazes de realizar as tarefas simultâneas com alterações, mas perigos na tarefa motora e com bom aproveitamento da tarefa cognitiva.

CAPÍTULO 3

ASSIMETRIA/SIMETRIA NO DESVIO DE OBSTÁCULO DURANTE O ANDAR DE IDOSOS COM DOENÇA DE PARKINSON: INFLUÊNCIA DE UMA TAREFA CONCOMITANTE COGNITIVA

3. Estudo 2 – Assimetria/simetria no desvio de obstáculo durante o andar de idosos com doença de Parkinson: influência de uma tarefa concomitante cognitiva

3.1. Introdução

Idosos com doença de Parkinson (DP) apresentam assimetria no andar (YOGEV-SALIGMANN et al., 2007; HACKNEY; EARHART,2010; PLOTNIK et al., 2011). Especialmente durante o desvio de um obstáculo, idosos com DP apresentam uma estratégia de desvio do obstáculo mais arriscada (início do desvio mais próximo ao obstáculo, estratégia do membro de abordagem próxima do obstáculo e menor distância de segurança) para o obstáculo quando desviam de um obstáculo para o lado mais afetado pela doença (BARBIERI et al., aceito). Possivelmente, o aparecimento e a progressão dos sintomas de maneira distinta entre os lados (UITTI et al., 2005; DER HOORN et al., 2011) são fatores adicionais para gerar a assimetria no andar. Entretanto, a assimetria para desviar de um obstáculo parece já ter início em idosos neurologicamente sadios (LAJOIE et al., 2008). Além disso, a assimetria da marcha em pacientes com DP tem sido relacionada com a presença de tarefa dupla cognitiva durante o andar (GILADI; HAUSDORFF, 2006). Contudo, a influência da tarefa cognitiva concomitante na assimetria do andar em situações mais desafiadoras, como ultrapassar ou desviar de um obstáculo, e como uma tarefa dupla cognitiva pode causar assimetria no andar, tem sido pouco explorada.

A realização de uma tarefa dupla cognitiva com o andar com ultrapassagem de obstáculo aumenta a assimetria em idosos, não havendo efeito para adultos jovens (ROCHA et al., 2013). A realização da tarefa dupla cognitiva gera uma competição pelos recursos cognitivos com a locomoção que parece gerar um comprometimento do andar, afetando a estabilidade (DI FABIO et al., 2004) e, conseqüentemente, aumentando o risco de quedas (YOGEV-SALIGMANN et al., 2007). Entretanto, estudos anteriores não analisaram o comportamento de idosos com DP durante a realização de uma tarefa de andar desafiadora com uma tarefa

cognitiva concomitante. Devido aos déficits nas funções executivas apresentados pelos idosos com DP (FOLTYNIE et al., 2004; MUSLIMOVIC et al. 2005; JANVIN et al. 2003) é esperado um aumento na assimetria desta população quando uma tarefa de andar mais desafiadora é combinada com uma tarefa dupla cognitiva. Para responder este questionamento, o objetivo deste estudo foi investigar o efeito da tarefa concomitante cognitiva na assimetria/simetria do desvio de um obstáculo durante o andar em idosos com DP.

3.2. Materiais e método

Os mesmos participantes do Estudo realizaram o Estudo 2. Ainda, as avaliações clínicas realizadas no Estudo 2 foram as mesmas realizadas no Estudo 1.

Para este estudo foi necessário determinar o membro mais afetado dos idosos com DP e o membro preferido do grupo controle. Para os idosos com DP foi determinado o índice de simetria entre os membros através dos itens 20, 21, 22, 23, 25 e 26 da UPDRS III (parte motora da escala). Para isso, foi subtraído o valor do membro direito pelo valor do membro esquerdo. Se o valor da subtração fosse positivo foi considerado como mais afetado o membro direito; o contrário é válido para o membro esquerdo. Para o grupo controle foi determinada a preferência manual e pedal dos participantes. Para determinar a preferência pedal foi solicitado ao participante que realizasse três chutes em uma bola, sendo considerado o membro utilizado duas vezes o preferido.

Para a tarefa de desviar do obstáculo durante o andar, os mesmos equipamentos (ViconMotion System®- Bonita System CamerascAppliedSciencesLaboratories®- modelo Mobile Eye-XG) e procedimentos do estudo anterior foram adotados. Neste estudo, os participantes realizaram um total de 20 tentativas, sendo cinco tentativas para cada uma das seguintes condições: andar e desviar do obstáculo para o lado direito; andar e desviar do obstáculo para o lado esquerdo, realizando uma tarefa cognitiva concomitantemente; andar e

desviar do obstáculo para o lado esquerdo; andar e desviar do obstáculo para o lado esquerdo, realizando uma tarefa cognitiva concomitantemente. As tentativas foram realizadas de forma randômica e as mesmas instruções do primeiro estudo, andar em linha reta em velocidade preferida, desviar do obstáculo sem tocá-lo e voltar para a linha reta anterior, foram fornecidas aos participantes. Cabe salientar que o mesmo espaço para desvio do obstáculo estava disponível para cada um dos lados (1,30 m). Ainda, foi contabilizado o número de erros na tarefa concomitante cognitiva.

A análise dos dados para os parâmetros motores (passadas de aproximação e desvio) foi a mesma realizada no Estudo 1, sendo composta dos seguintes parâmetros: distância horizontal do COM para o obstáculo e distância de segurança; comprimento, largura, duração, porcentagem em duplo suporte e velocidade da passada nas fases de aproximação e de desvio; estratégia utilizada para realizar o desvio. Para os parâmetros visuais, foram calculados o número de fixações do olhar, duração média das fixações e a porcentagem total das fixações. Ainda, as análises dos parâmetros visuais foram repetidas, mas considerando apenas as áreas de interesse chão e obstáculo separadamente.

Para analisar a simetria/assimetria dos parâmetros de interesse, foi calculado o índice de simetria (SADEGHI, 2003; SMITH; MARTIN, 2007) entre o desviar para o lado do membro mais afetado e menos afetado para os idosos com DP, e para o lado do membro preferido e não preferido para o grupo controle. Para análise, os dados referentes ao lado não dominante do grupo controle equivaleram aos dados referentes ao lado mais afetado do grupo DP e o lado dominante equivaliu ao lado menos afetado. O índice de simetria foi calculado através da equação abaixo para cada um dos parâmetros separadamente.

$$\textit{índice de simetria} = \frac{(\textit{membromaisafetado} - \textit{membromenosafetado})}{(\textit{membromenosafetado} + \textit{membromaisafetado})} \times 100\%$$

Para os resultados do índice de simetria, foi considerado que a assimetria foi influenciada pelo desvio para o lado menos afetado/dominante quando o resultado foi negativo. Quando o resultado foi positivo, o lado mais afetado/não dominante foi que influenciou mais na assimetria.

3.2.1. Análise estatística

O nível de significância foi mantido em 0,05 para todas as análises e o programa SPSS 15.0 (SPSS, Inc.) foi utilizado para o tratamento estatístico. Os dados da avaliação clínica são os mesmos do Estudo 1. Os índices de simetria para os parâmetros motores foi analisado por meio de ANOVAs com dois fatores (2 grupos: idosos com DP (Grupo DP) e grupo controle (GC) X 2 tarefas: andar com desvio de obstáculo sem e com tarefa cognitiva concomitante), tanto para a fase de aproximação quanto para a fase de desvio, com medidas repetidas para tarefa. Os índices de simetria dos parâmetros do comportamento do olhar (dados gerais, área de interesse chão e área de interesse obstáculo) foram analisados através de ANOVAs com dois fatores (grupos X tarefas), com medidas repetidas para tarefa. Os pressupostos da ANOVA foram testados através do teste de esfericidade (Mauchly) e do teste de igualdade das variâncias (Levene). Além disso, testes Post hoc de Tukey, foram utilizados quando foi indicada interação significativa entre os fatores.

3.3. Resultados

3.3.1. Erros na tarefa cognitiva e toques no obstáculo

A Tabela 4 apresenta o número de erros na tarefa cognitiva para o grupo DP e GC de acordo com o lado de desvio. Não houve diferença significativa para o número de erros da tarefa concomitante cognitiva quando comparado os grupos e os lados de desvio. Além disso, nenhum dos grupos realizou contato com o obstáculo durante as tentativas.

Tabela 4. Número de erros na tarefa cognitiva do grupo DP e GC para o lado mais afetado/não dominante e menos afetado/dominante.

GRUPO	Membro mais afetado/não dominante	Membro menos afetado/dominante	Valor de p para o fator membro
Grupo DP	8	14	0.08
GC	9	6	0.42
Valor de p para o fator grupo	0.75	0.13	

3.3.2. Distância de segurança, distância horizontal para o obstáculo e estratégia de desvio

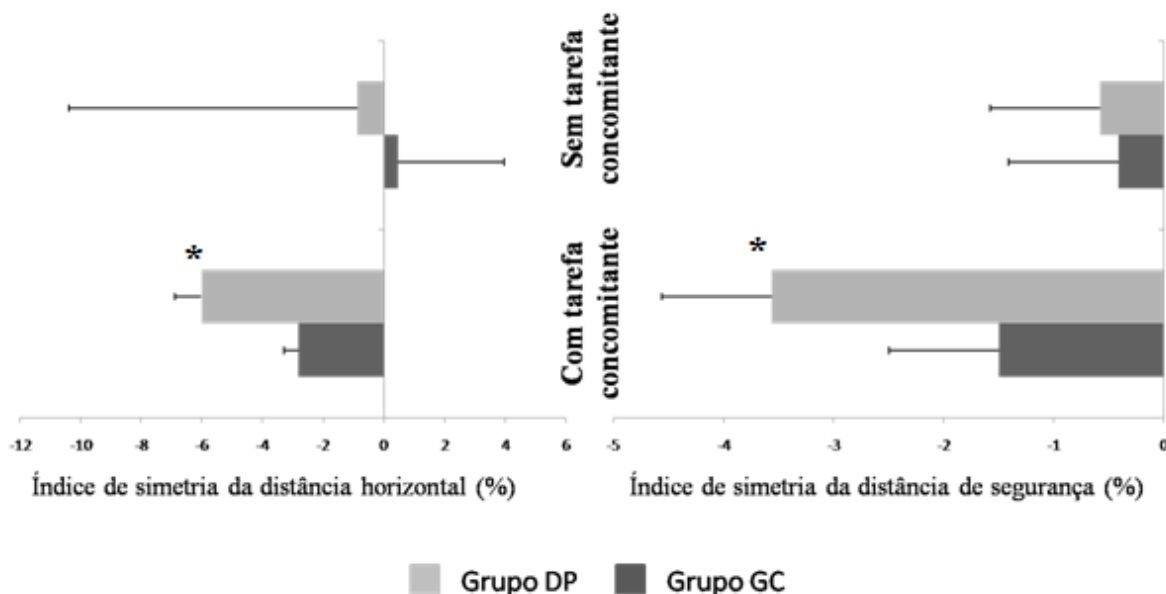
A Tabela 5 apresenta a estratégia de desvio utilizada pelo grupo DP e GC durante o andar com desvio de um obstáculo sem e com tarefa cognitiva concomitante. A porcentagem foi calculada para cada lado de desvio, dominante e não dominante (GC) e mais afetado e menos afetado (grupo DP). O grupo DP, para o lado menos afetado, utilizou mais a estratégia de desvio do membro de abordagem perto do obstáculo quando adicionado a tarefa cognitiva. Para o lado mais afetado, eles utilizaram mais a estratégia do membro de abordagem longe do obstáculo quando adicionada a tarefa cognitiva. Sem a tarefa dupla cognitiva, o grupo DP utilizou mais da estratégia de desvio com o membro de abordagem perto do obstáculo, quando desviado para o lado mais afetado. O GC, para o lado dominante, utilizou mais a estratégia de desvio do membro de abordagem longe do obstáculo quando realizado junto com a tarefa cognitiva. Para o desvio do obstáculo sem a tarefa dupla cognitiva, a estratégia mais utilizada foi do membro de abordagem perto do obstáculo. Não houve diferença nas estratégias utilizadas nas condições com e sem tarefa cognitiva quando GC realizou o desvio para o lado não dominante.

Tabela 5. Porcentagem da estratégia utilizada para desviar do obstáculo dos grupos DP e GC para o lado mais afetado/não dominante e menos afetado/dominante.

GC SEM TAREFA CONCOMITANTE			
DOMINANTE		NÃO DOMINANTE	
LONGE	PERTO	LONGE	PERTO
39%	61%	55%	45%
GC COM TAREFA CONCOMITANTE			
LONGE	PERTO	LONGE	PERTO
59%	41%	55%	45%
GRUPO DP SEM TAREFA CONCOMITANTE			
MENOS AFETADO		MAIS AFETADO	
LONGE	PERTO	LONGE	PERTO
52%	48%	43%	57%
GRUPO DP COM TAREFA CONCOMITANTE			
LONGE	PERTO	LONGE	PERTO
39%	61%	56%	44%

A ANOVA não revelou efeito principal de grupo para o índice de simetria da distância horizontal ($F_{1,22}=2,50$, $p=0,12$) e para distância de segurança ($F_{1,22}=1,07$, $p=0,31$). Para efeito principal de tarefa, a ANOVA revelou diferença significativa para a distância horizontal ($F_{1,22}=7,88$, $p<0,01$) e para distância de segurança ($F_{1,22}=4,32$, $p<0,05$). A assimetria foi maior para ambos os parâmetros na tarefa de andar com desvio de um obstáculo com tarefa cognitiva concomitante, sendo essa assimetria influenciada pelo desvio para o lado menos afetado/dominante (maiores valores para os parâmetros). Ainda, a ANOVA não apontou diferença significativa para interação entre grupo e tarefa para distância horizontal ($F_{1,22}=0,38$, $p=0,54$) e distância de segurança ($F_{1,22}=0,92$, $p=0,34$).

Figura 7. Índice de simetria das distâncias horizontal e de segurança do GC e do grupo DP para as condições com tarefa concomitante cognitiva e sem tarefa concomitante. *: Diferença entre tarefas.



3.3.3. Parâmetros espaços-temporais das fases de aproximação e desvio

Para a fase de aproximação, a ANOVA não apontou efeito principal de grupo, tarefa e interação entre grupo e tarefa para nenhum dos parâmetros espaços-temporais (Tabela 6).

Para a fase de desvio (Tabela 6), a ANOVA não revelou efeito principal de grupo. Para efeito principal de tarefa, a ANOVA revelou diferença significativa para largura da passada ($F_{1,28}=5,23$, $p<0,03$). O índice de simetria apresentou maior assimetria na tarefa de andar com desvio de um obstáculo com tarefa concomitante, sendo que a assimetria foi influenciada pelo desvio para o lado menos afetado/dominante (maior largura da passada). Não houve interação entre grupo e tarefa para nenhum dos parâmetros espaços-temporais.

TABELA 6. Médias e desvios padrão do índice de simetria dos parâmetros espaços-temporais, da passada de aproximação e desvio respectivamente, dos grupos GC e DP nas condições sem tarefa concomitante e com tarefa concomitante. *: Diferença entre tarefas.

FASE DE APROXIMAÇÃO	GC		Grupo DP	
	Sem tarefa concomitante	Com tarefa concomitante	Sem tarefa concomitante	Com tarefa concomitante
Comprimento da passada	-1,61 ± 4,68	1,17 ± 4,94	-0,16 ± 4,54	-3,67 ± 7,52
Largura da passada	12,13 ± 32,31	-3,19 ± 28,76	-1,00 ± 21,39	-1,95 ± 24,46
Duração da passada	0,94 ± 3,15	-0,23 ± 4,65	1,06 ± 1,75	0,08 ± 10,77
Velocidade da passada	-2,53 ± 4,38	1,41 ± 6,91	-1,20 ± 3,43	-3,64 ± 14,11
Duração do duplo suporte	0,55 ± 2,79	-12,24 ± 35,11	0,44 ± 5,23	-1,20 ± 27,58
FASE DE DESVIO				
Comprimento da passada	-2,53 ± 6,39	-0,54 ± 5,98	-0,26 ± 5,18	-2,90 ± 7,13
Largura da passada*	7,21 ± 19,62	-4,33 ± 15,96	-0,68 ± 10,52	-8,11 ± 21,58
Duração da passada	-0,07 ± 3,15	0,58 ± 9,65	0,24 ± 3,40	-3,46 ± 9,01
Velocidade da passada	-2,39 ± 4,69	-0,61 ± 10,12	-0,20 ± 4,83	0,55 ± 11,05
Duração do duplo suporte	0,44 ± 5,46	-1,62 ± 37,42	-2,34 ± 5,10	8,97 ± 26,16

3.3.4. Análise do comportamento do olhar

Para os dados gerais do comportamento visual (Tabela 7), a ANOVA não revelou diferença significativa para efeito principal de grupo e de tarefa. Porém, houve interação entre grupo e tarefa para duração da fixação ($F_{1,28}=4,48$, $p=0,04$). O GC apresentou maior assimetria que o grupo DP na tarefa de andar com desvio de um obstáculo sem tarefa concomitante.

Quando analisado a área de interesse chão, a ANOVA revelou efeito principal para grupo para o índice de simetria do número de fixação ($F_{1,28}=13,45$, $p<0,001$), da duração da fixação ($F_{1,28}=9,97$, $p<0,004$) e da porcentagem total de fixação ($F_{1,28}=14,40$, $p<0,001$). O grupo DP foi mais assimétrico que o grupo GC para os parâmetros acima. Para efeito principal de tarefa, a ANOVA revelou diferença significativa para número de fixação ($F_{1,28}=9,31$, $p<0,005$), duração da fixação ($F_{1,28}=7,85$, $p<0,009$) e porcentagem total de fixação ($F_{1,28}=7,98$, $p<0,009$). A assimetria foi maior para a tarefa de andar com desvio de um obstáculo sem tarefa cognitiva concomitante para todos os parâmetros. Ainda, houve interação entre grupo e tarefa, na qual o grupo DP foi mais assimétrico que o GC para a tarefa de andar com desvio de um obstáculo sem tarefa cognitiva concomitante para número de fixação ($F_{1,28}=9,48$, $p<0,005$), duração da fixação ($F_{1,28}=6,61$, $p<0,01$) e porcentagem total de fixação ($F_{1,28}=11,16$, $p<0,002$).

Quando analisado a área de interesse obstáculo, a ANOVA revelou efeito principal grupo para o índice de simetria do número de fixação ($F_{1,21}=12,87$, $p<0,002$), da duração da fixação ($F_{1,21}=15,196$, $p = 0,001$) e da porcentagem total de fixação ($F_{1,21}=14,12$, $p<0,001$). O grupo DP foi mais assimétrico que o grupo GC para o número de fixação e porcentagem total de fixação e menos assimétrico que o GC para duração da fixação. Para efeito principal de tarefa, a ANOVA revelou diferença significativa para o índice de simetria do número de fixação ($F_{1,21}=6,33$, $p<0,02$) e da porcentagem total de fixação ($F_{1,21}=6,31$, $p<0,02$), na qual a assimetria foi maior, para os dois parâmetros, para a tarefa de andar com desvio de um

obstáculo sem tarefa cognitiva concomitante. Ainda, houve interação entre grupo e tarefa, sendo que o grupo DP, para a tarefa de andar com desvio de um obstáculo sem cognitiva tarefa concomitante, foi mais assimétrico que o GC para o número de fixação ($F_{1,21}=8,70$, $p<0,008$) e porcentagem total de fixação ($F_{1,21}=6,60$, $p<0,01$).

Tabela7. Médias e desvios padrão do índice de simetria dos parâmetros visuais gerais e para as áreas de interesse chão e obstáculo do GC e grupo DP com e sem tarefa concomitante cognitiva. *: Diferença entre grupos; #: Diferença entre tarefas

	Área	GC - Sem tarefa concomitante cognitiva	GC - Com tarefa concomitante cognitiva	DP - Sem tarefa concomitante cognitiva	DP - Com tarefa concomitante cognitiva
Número de fixações	Chão*#	-2,07 ± 28,97	-1,80 ± 41,04	72,02 ± 31,13	11,95 ± 60,74
	Obstáculo*#	35,34 ± 59,19	28,73 ± 65,85	-77,55 ± 37,33	5,86 ± 64,99
	Geral	0,82 ± 12,39	-5,90 ± 21,85	7,12 ± 8,62	6,39 ± 49,58
Duração da fixação	Chão*#	-4,36 ± 7,86	-6,08 ± 28,01	37,73 ± 46,84	-2,30 ± 14,34
	Obstáculo*	24,09 ± 48,67	37,61 ± 47,15	-36,31 ± 50,60	-19,20 ± 43,72
	Geral	-4,87 ± 4,82	-0,22 ± 8,35	1,47 ± 7,75	-3,24 ± 12,06
Porcentagem do tempo de fixação	Chão*#	-7,08 ± 30,58	-1,56 ± 44,09	75,67 ± 31,00	9,61 ± 64,76
	Obstáculo*#	34,16 ± 63,13	33,24 ± 64,44	-77,95 ± 35,84	5,16 ± 67,81
	Geral	-6,89 ± 11,66	-4,41 ± 22,54	5,48 ± 10,99	3,96 ± 53,74

3.4. Discussão

O estudo teve o objetivo de entender a influência de uma tarefa cognitiva concomitante na assimetria da tarefa de desvio de um obstáculo em idosos com DP e idosos neurologicamente saudáveis. O principal achado do estudo foi que a tarefa dupla concomitante aumentou a assimetria dos parâmetros espaço-temporais (distância de segurança, distância horizontal para o obstáculo e largura da passada) durante o desvio de um obstáculo para ambos os grupos, o que confirma a hipótese do estudo. Contudo, dois achados no estudo são interessantes e contrariam a hipótese do estudo: i) idosos com DP e idosos neurologicamente saudáveis apresentaram assimetria dos parâmetros espaço-temporais semelhantes (sem efeito principal de grupos) durante a tarefa de desviar de um obstáculo com tarefa cognitiva concomitante; ii) a presença da tarefa cognitiva concomitante com o andar com desvio de um obstáculo diminuiu a assimetria dos parâmetros do movimento dos olhos. Além disso, para a tarefa de desviar de um obstáculo sem a tarefa cognitiva concomitante, os idosos com DP foram mais assimétricos para os parâmetros de movimento dos olhos do que o grupo controle. A seguir foram apresentadas interpretações para o aumento e diminuição da assimetria dos parâmetros espaço-temporais e do movimento dos olhos, respectivamente, quando uma tarefa dupla foi adicionada durante o andar com desvio de um obstáculo, explicações para o comportamento semelhante entre os grupos para a assimetria dos parâmetros espaço-temporais e considerações sobre a maior assimetria de idosos com DP para os parâmetros de movimento dos olhos durante a tarefa de desvio de um obstáculo sem tarefa cognitiva concomitante.

A realização de uma tarefa cognitiva concomitante ao andar aumenta a assimetria dos parâmetros espaço-temporais da marcha de idosos com DP e idosos neurologicamente saudáveis (PLOTNIK et al., 2011; ROCHA et al., 2013; YOGEV et al., 2007). Desta forma, nossos achados corroboram com os achados de estudos anteriores (PLOTNIK et al., 2011; ROCHA et al., 2013; YOGEV et al., 2007). Além disso, a tarefa cognitiva concomitante parece

exacerbar a assimetria dos parâmetros espaço-temporais do andar. A tarefa de desviar de um obstáculo durante o andar já é considerada assimétrica tanto para indivíduos neurologicamente saudáveis quanto para idosos com DP sem a realização de uma tarefa cognitiva concomitante (BARBIERI et al., aceito). Uma possível explicação para isso é o processamento visuo-espacial mais lento quando o desvio é realizado para o lado não dominante/mais afetado (COREN, 1999). Para o andar com desvio de um obstáculo com tarefa cognitiva concomitante a assimetria é exacerbada, possivelmente porque este processamento tornar-se ainda mais lento, aumentando a dependência de inputs cognitivos e da atenção para ser bem-sucedido na tarefa (YOGEV et al., 2007). Desta forma, a tarefa torna-se menos automatizada, exigindo ajustes constantes durante o andar, o que causa um aumento da assimetria. Além disso, a assimetria durante o andar com desvio de um obstáculo com tarefa dupla ocorrem em parâmetros espaço-temporais que envolvem segurança (distância de segurança e distância horizontal) e estabilidade (largura da passada) da tarefa. Este resultado parece indicar que o maior déficit motor do lado mais afetado da doença para os idosos com DP e menor controle motor do lado não dominante para os idosos neurologicamente saudáveis, aumenta o risco e a instabilidade da tarefa de desviar de um obstáculo com tarefa cognitiva concomitante, especialmente para o desvio do obstáculo para o lado mais afetado/não dominante. O índice de simetria indicou que o desvio para o lado menos afetado/não dominante apresentou maior valor para distância de segurança e horizontal e largura da passada. É possível indicar que a combinação da maior demanda cognitiva causada pela tarefa cognitiva concomitante com o andar (WOOLLACOTT; SHUMWAY-COOK, 2002; VERGHESE et al., 2002; YOGEV-SELIGMANN et al., 2008,2012) com a maior exigência motora do desvio do obstáculo para o lado mais afetado ou não dominante (BARBIERI et al., aceito) é demais para as estruturas cerebrais, especialmente putâmen, realizarem um controle adequado da tarefa, aumentando o risco da tarefa.

Uma tarefa cognitiva concomitante com o andar com desvio de um obstáculo diminuiu a assimetria dos parâmetros de movimento dos olhos. Este resultado contraria os achados anteriores que demonstrou um aumento no número e na duração das fixações no chão e diminuiu os mesmos parâmetros só que para o obstáculo, quando desviado para o lado mais afetado, sem realização de uma tarefa cognitiva concomitante (BARBIERI et al., aceito). Possivelmente a diferença entre os estudos é resultado da presença da tarefa dupla que exige maior atenção para a sua realização (SALA et al., 1995). A necessidade de aumentar a atenção durante a tarefa faz com que os idosos com DP e neurologicamente sadios fixem o olhar em áreas relevantes para a realização da tarefa. Ainda, nosso estudo anterior mostrou que uma tarefa cognitiva concomitante durante o desvio de um obstáculo aumenta a dependência da informação visual (Estudo 1). Com isso, o comportamento do olhar fica independente do lado de desvio do obstáculo, reduzindo a assimetria para os parâmetros de movimento dos olhos.

Idosos com DP e neurologicamente sadios apresentaram comportamento assimétrico semelhante durante o andar com desvio de obstáculo sem e com tarefa cognitiva concomitante. Este resultado corrobora com os achados anteriores do nosso grupo que demonstrou assimetria na tarefa de andar e desviar de um obstáculo sem tarefa dupla concomitante (BARBIERI et al., aceito) e durante a ultrapassagem de um obstáculo (BARBIERI et al., 2017) para idosos com DP e idosos neurologicamente sadios. O presente estudo mostrou que esta semelhança para a assimetria entre os grupos permanece quando uma tarefa cognitiva concomitante é realizada com o desvio de um obstáculo durante o andar. Estudos anteriores têm apontado que a assimetria no andar tem sido relacionada com a presença de tarefa dupla cognitiva durante o andar (GILADI; HAUSDORFF, 2006). O andar com desvio de um obstáculo exige ajustes adaptativos durante a fase de aproximação e desvio do obstáculo (SIMIELI et al., 2017; BARBIERI et al. aceito; LAJOIE et al., 2005), o qual envolve circuitos complexos tanto do sistema nervoso central, como o córtex parietal e motor,

cerebelos lateral e os núcleo pontino, quanto do sistema nervoso periférico, como receptores sensoriais, músculos, nervos periféricos e articulações (SNIJDERS et al., 2010). Idosos já apresentam déficits nestes circuitos, principalmente em estruturas periféricas (SEIDLER et al., 2010), causando assimetrias na marcha (BARBIERI et al., 2017). Esses déficits são agravados pela DP que afeta os gânglios basais, exigindo maior envolvimento compensatório de outras partes do cérebro durante a marcha (BERARDELLI, ROTH-WELL, THOMPSON E HALLETT, 2010). Um exemplo desta estratégia compensatória utilizada pelos idosos com DP foi a utilização da estratégia de desvio com o membro de abordagem longe do obstáculo quando o desvio foi realizado para o lado mais afetado e na presença da tarefa cognitiva concomitante. Esta estratégia parece ser suficiente para evitar que a assimetria seja exacerbada nesta população para a tarefa realizada no estudo. Além disso, a busca por maior segurança quando obstáculo desviado para o lado menos afetado/não dominante por ambos os grupos (BARBIERI et al., aceito) pode ser outra explicação para a semelhança entre os grupos para a assimetria.

Os idosos com DP foram mais assimétricos para os parâmetros de movimento dos olhos do que o grupo controle para a tarefa de desviar de um obstáculo sem a tarefa cognitiva concomitante. A maior assimetria no olhar pode ser explicada pelos déficits sensorial e perceptual causados pela DP (ALMEIDA et al., 2005; AZULAY e t al., 1999; DIRNBERGER et al., 2013). Déficits nos núcleos da base podem afetar não só o movimento, mas também provocar danos sensoriais e perceptuais (KONCZAK et al., 2009; EHGOETZ-MARTENS et al., 2012). Idosos com DP apresentam maiores problemas de absorção estriatal nos núcleos basais, principalmente o putâmen e o caudado, no hemisfério cerebral que controla o membro mais afetado pela doença (KNABLE et al., 1995; TATSCH et al., 1997), o que parece aumentar a assimetria do movimento dos olhos.

3.5. Conclusão

Em conclusão, a presença de uma tarefa concomitante cognitiva durante o andar com desvio de um obstáculo aumentou a assimetria dos parâmetros motores em idosos neurologicamente saudáveis e idosos com DP. Entretanto, para o comportamento do olhar, ambos os grupos diminuíram a assimetria durante a realização de andar com desvio de um obstáculo com tarefa cognitiva concomitante.

CAPÍTULO 4

CONSIDERAÇÕES FINAIS

4. Considerações finais

Os achados da presente dissertação aprofundam e avançam em contribuições científicas na compreensão do comportamento motor de idosos neurologicamente saudáveis e, especialmente de idosos com DP, quando são expostos a ambientes complexos com uma tarefa cognitiva concomitante. Os resultados encontrados podem contribuir em ações futuras para melhorar a qualidade de vida dos idosos com DP. Neste sentido, os principais achados e suas implicações práticas são destacados a seguir.

A presente dissertação evidenciou que a DP torna o comportamento do paciente mais conservador do que idosos sem doenças neurológicas durante o andar com desvio de obstáculo com tarefa cognitiva concomitante, eles utilizam desse comportamento tentando ter maior segurança e estabilidade. É importante ressaltar que idosos com DP são capazes de realizar uma tarefa motora e uma tarefa cognitiva simultaneamente e com êxito. Esse resultado permite que profissionais da área da saúde, como profissionais de Educação Física e Fisioterapia trabalhem com tarefas duplas no tratamento e treinamento de seus pacientes, visando à manutenção dos parâmetros da locomoção e desse tipo de desafio encontrado frequentemente no dia a dia.

A realização da tarefa concomitante cognitiva aumentou a assimetria de parâmetros espaço-temporais, principalmente das distâncias do COM para o obstáculo de ambos os grupos. Os idosos com DP, na busca por maior segurança quando há mais de uma tarefa para realizar, utilizam mais a estratégia de colocar o pé longe do obstáculo no momento do desvio. Essa cautela é importante para que toques no obstáculo sejam evitados. Ainda, a presença da tarefa concomitante tornou o comportamento visual semelhante dos grupos para ambos os lados de desvio, fazendo com que o lado menos afetado/dominante se comporte igual ao lado mais afetado/não dominante.

Por fim, com base nas principais evidências deste estudo é possível sugerir intervenções para idosos, principalmente com DP, com foco no andar em ambientes mais

desafiadores (exemplos: ambientes com obstáculos) e com tarefas concomitantes ao andar. Incluindo instruções para que eles realizem o desvio de maneira mais segura para ambos os lados, sejam elas instruções motoras ou para que eles selecionem melhor as informações do ambiente. Ainda, sugerimos para futuros estudos, a utilização de restrições no momento do desviar, como, por exemplo, limitar os espaços laterais, dificultando o comportamento mais seguro, podendo evidenciar as dificuldades dos pacientes com DP.

5. Referências

ALEXANDER, G. E., DELONG, M. R., STRICK, P. L. Parallel organization of functionally segregated circuits linking basal ganglia and cortex. **Annual Review of Neuroscience**, v. 9, p. 357-381, 1986.

ALMEIDA, O. P. Mini mental state examination and the diagnosis of dementia in Brazil. **Arq Neuropsiquiatr**, v. 56(3B), p. 605-612, 1998.

ALMEIDA, Q.J.; FRANK, J.S.; ROY, E.A.; JENKINS, M.E.; SPAULDING, S.; PATLA, A.E.; JOGM.S. An evaluation of sensorimotor integration during locomotion toward a target in Parkinson's disease. **Neuroscience**.v. 134, p. 283–293, 2005.

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. 111–120, 1999.

BADDELEY, A.D.; HITCH, G.J. Working memory. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory* (pp. 47–89). New York, NY:Academic.1974.

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. **Eur J Neurosci**, v. 24(6), p. 1815-1820, 2006

BARBIERI, F.A.; SIMIELI, L.; ORCIOLI-SILVA, D.; BAPTISTA, A.M.; BORKOWSKA, M.; BERETTA, V.S.; dos SANTOS, P.C.R.; GOBBI, L.T.B. Obstacle Avoidance Increases Asymmetry of Crossing Step in Individuals With Parkinson's Disease and Neurologically Healthy Individuals. **J Mot Behav**. 2017

BARBIERI, F.A.; Obstacle circumvention and eye coordination during walking to least and most affected side in people with Parkinson's disease. **Behav Brain Res.** 2017 (aceito)

BARBOSA, M.T.; CARAMELLI, P.; MAIA, D.P.; CUNNINGHAM, M.C.; GUERRA, H.L.; et al. Parkinsonism and Parkinson's disease in the elderly: A community-based survey in Brazil (the Bambui study). **Mov Disord**, v.21(6), p.800-808, 2006.

BEATO, R., LEVY, R.; PILLON, B.; VIDAL, C.; DU MONTCEL, S.T.; DEWEER, B.; BONNET, A.M.; HOUETO, J.L.; DUBOIS, B.; CARDOSO, F. Working memory in Parkinson's disease patients: clinical features and response to levodopa. **Arq Neuropsiquiatr.** v. 66, p. 147-51, 2008.

BEHRMAN, A.L.; TEITELBAUM, P.; CAURAUGH, J.H. Verbal instructional sets to normalise the temporal and spatial gait variables in Parkinson's disease. **J Neurol Neurosurg Psychiatry.** v. 65, p. 580-2, 1998.

BELLINGER, F.P.; RAMAN, A.V.; RUELI, R.H.; **BELLINGER**, M.T.; DEWING, A.S.; SEALE, L.A.; ANDRES, M.A.; UYEHARA-LOCK, J.H.; WHITE, L.R.; ROSS, G.W.; BERRY, M.J.

BLOEM, B.R.; VALKENBURG V.V.; SLABBEKOORN M.; WILLEMSSEN M.D. The Multiple Tasks Test: development and normal strategies. **Gait & Posture**, v.14(3), p. 191-202, 2001.

BLOEM, B.R.; GRIMBERGEN, Y.A.; van DIJK, J.G.; MUNNEKE, M. The "posture second" strategy: a review of wrong priorities in Parkinson's disease. **J NeurolSci**, v. 25, p. 196-204, 2006.

BLOOMBERG, J. J. Locomotor head-trunk coordination strategies following space Xight. **J Vest Res**, v. 7(2/3), p. 161–177, 1997.

BOND, J.M.; MORRIS, M. Goal-directed secondary motor tasks: their effects on gait in subjects with Parkinson disease. **Arch Phys Med Rehabil**, v.81(1), p. 110-116, 2000.

BRAAK, H.; GHEBREMEDHIN, E.; RÜB, U.; BRATZKE, H.; DEL TREDICI, K. Stages in the development of Parkinson's disease-related pathology. **Cell Tissue Res.** v. 318, p. 121-34, 2004.

BRAUER, S.G.; WOOLLACOTT, M.H. LAMONT, R.; CLEWETT, S.; O'SULLIVAN, J.; SILBURN, P.;MELICK, G.D.; MORRIS, M.E. Single and dual task gait training in people with Parkinson's Disease: A protocol for a randomised controlled trial. **BMC Neurol.** 11:90, 2011.

BRUCKI, S. M.; NITRINI, R.; CARAMELLI, P.; BERTOLUCCI, P. H.; OKAMOTO, I. H. Suggestions for utilization of the mini-mental state examination in Brazil. **ArqNeuropsiquiatr**, v. 61(3B), p. 777-781, 2003.

CAMICIOLI, R.; FISHER, N. Progress in clinical neurosciences: Parkinson's disease with dementia and dementia with Lewy bodies. **Can J NeurolSci**, v. 31(1), p. 7-21, 2004.

COLNAT-COULBOIS, S.; GAUCHARD, G.C.; MAILLARD, L.; BARROCHE, G.; VESPIGNANI, H.; AUQUE, J.; PERRIN, P.P. Bilateral subthalamic nucleus stimulation improves balance control in Parkinson's disease. **J NeurolNeurosurg Psychiatry**, v. 76(6), p. 780-787, 2005.

COREN, S. Sensorimotor performance as a function of eye dominance and handedness. **Percept Mot Skills**. v. 88, p. 424–426, 1999.

de LAU, L.M.; BRETELER, M.M. Epidemiology of Parkinson's disease. **Lancet Neurol.** v. 5(6), p.525-535, 2006.

DEL OLMO, M.F.; CUDEIRO, J. Temporal variability of gait in Parkinson disease: effects of a rehabilitation programme based on rhythmic sound cues.**Parkinsonism Relat Disord.** v. 11, p. 25-33, 2005.

DER HOORN, A.; BARTELS, A.L.; LEENDERS, K.L.; de JONG, B.M. Handedness and dominant side of symptoms in Parkinson's disease. **Parkinsonism RelatDisord**, v.17(1), p. 58-60, 2011.

DIAS, N.P.; FRAGA, D.A.; CACHO, E.W.A.; OBERG, T.D. Treino de marcha com pistas visuais no paciente com doença de Parkinson. **Fisioter Mov.** v. 18, p. 43-51, 2005.

DIRNBERGER, G.; JAHANSHAH, M. Executive dysfunction in Parkinson's disease: a review. **J Neuropsychol**, v. 7(2), p. 193-224, 2013.

DJALDETTI, R.; ZIV, I.; MELAMED, E.The mystery of motor asymmetry in Parkinson's disease.**LancetNeurol**, v. 5(9), p. 796-802, 2006.

DI FABIO, P.; KURSZEWSKI, W.M.; JORGENSON, E.E.; KUNZ R.C. Footlift asymmetry during obstacle avoidance in high- risk elderly. **J Am GeriatrSoc.**v. 52, p. 2088–2093, 2004.

EHGOETZ-MARTENS, K.A.; ALMEIDA, Q.J. Dissociating between sensory and perceptual deficits in PD: more than simply a motor deficit. **Mov Disord**, v. 27, p. 387–392, 2012.

FAHN, S.; ELTON, R.; UPDRS, Development Comitee Members of the. (1987). The unified parkinson's disease rating scale. In S. Fahn, C. D. Marsden, D. B. Calne& M. Goldstein (Eds.), **Recent developments in Parkinson's disease.** v. 2, p. 153-163. Florham Park NJ: Mcmellam Health Care Information.

FOLTYNIE, T.; BRAYNCE, C.E.; ROBBINS, T.W.; BARKER, R.A.; The cognitive ability of an incident cohort of Parkinson's patients in the UK. The CamPaIGN study.**Brain.** v. 127, p. 550-60, 2004.

FRAZZITTA, G.; PEZZOLI, G.; BERTOTTI, G.; MAESTRI, R. Asymmetry and freezing of gait in Parkinsonian patients.**JNeurol**, v. 260(1), p. 71-76, 2013.

FUKUYAMA, H.; OUCHI, Y.; MATSUZAKI, S. Brain functional activity during gait in normal subjects: a spect study. **Neurosci Lett.** v. 228, p. 183-186, 1997.

FULLER, J. R.; ADKIN, A. L.; VALLIS, L. A. Strategies used by older adults to change travel direction.**Gait& Posture**, v. 25(3), p. 393–400, 2007.

GABRIELI, J.D.E.; SINGH, J.; STEBBINS, G.T.; GOETZ, C.G. Reduced working memory span in Parkinson's disease: evidence for the role of a frontostriatal system in working and strategic memory. **Neuropsychology.**v. 10, p. 322-332, 1996.

GALLETLY, R.; BRAUER, S.G. Does the type of concurrent task affect preferred and cued gait in people with Parkinson' disease? **Aust J Physiother.** v. 51, p. 175-80, 2005.

GILADI, N.; HAUSDORFF, J.M.The role of mental function in the pathogenesis of freezing of gait in Parkinson's disease.**JNeurolSci**, v. 25, p. 173-176, 2006.

GOULART, F.; DOS SANTOS, C.C.; TEIXEIRA-SALMELA, L.F.; CARDOSO, F. Análise do desempenho funcional em pacientes portadores de doença de Parkinson. **Acta Fisiátrica.** v.11, p. 12-16, 2004.

GRIMBERGEN, Y. A.; MUNNEKE, M.; BLOEM, B. R. Falls in Parkinson's disease. **Curr Opin Neurol**, v. 17(4), p. 405-415, 2004.

GROSSMAN, M.; ZURIF, E.; LEE, C.; PRATHER, P.; KALMANSON, J.; STERN, M.B.; HURTIG, H.I. Information processing speed and sentence comprehension in Parkinson's disease. **Neuropsychology**.v. 16, v. 174-181, 2002.

HOEHN, M. M. & YAHR, M. D. Parkinsonism: Onset, progression and mortality. **Neurology**, v. 17(5), p. 427-442, 1967.

HACKNEY, M.E.; EARHART, G.M. The effects of a secondary task on forward and backward walking in Parkinson's disease. **Neurorehabil Neural Repair**.v. 24, p. 97-106, 2010.

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, 2009.

HOF, A. L.; van BOCKEL, R. M.; SCHOPPEN, T.; POSTEMA, K. Control of lateral balance in walking. Experimental findings in normal subjects and above-knee amputees. **Gait & Posture**, v. 25, p. 250-258, 2007.

HOLLANDS, M. A.; SORENSEN, K. L.; PATLA, A. E. Effects of head immobilization on the coordination and control of head and body reorientation and translation during steering. **Exp Brain Res**, v. 140(2), p. 223–233, 2001.

HORAK, F. B.; NASHNER, L. M. Central programming of postural movements: adaptation to altered support surface configurations. **J Neurophysiol**, v. 55, p. 1369–1381, 1986.

HUANG, X.; MAHONEY, J.M.; LEWIS, M.M.; GUANGWEI, D.U.; PIAZZA, S.J.; CUSUMANO, J.P. Both coordination and symmetry of arm swing are reduced in Parkinson's disease. **Gait Posture**. v. 35, p. 373-77, 2012.

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. **J Neurol Neurosurg Psychiatry**, v. 55(3), p. 181-184, 1992.

ISODA, M.; HIKOSAKA O. Cortico-basal ganglia mechanisms for over- coming innate, habitual, and motivational behaviors. **Eur J Neuro**, v. 33, p. 2058–2069, 2011.

JANSEN, S. E. M.; TOET, A.; WERKHOVEN, P. J. Human locomotion through a multiple obstacle environment: strategy changes as a result of visual field limitation. **Exp Brain Res**, v. 212, p. 449–456, 2011.

JANVIN, C.; AARSLAND, D. LARSEN, J.P.; HUGDAHL, K. Neuropsychological profile of patients with Parkinson's disease without dementia. **Dement Geriatr Cogn Disord**. v. 15, p. 126-131, 2003.

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. **J Nucl Med**, v. 36(7), p. 1216-1225, 1995.

KOLARIK, A.J.; SCARFE, A.C.; MOORE, B.C.; PARDHAN, S. Echoic Sensory Substitution Information in a Single Obstacle Circumvention Task. **PLoS One**. v. 11, 2016.

KONCZAK, J.; CORCOS, D.M.; HORAK, F.; POIZNER, H.; SHAPIRO, M.; TUIITE, P.; MASCHKE, M. Proprioception and motor control in Parkinson's disease. **J Motor Behav**, v. 41, p. 543–552, 2009.

KWON, K.Y.; KIM, M.; LEE, S.M.; KANG, S.H.; LEE, H.M.; KOH, S.B. Is reduced arm and leg swing in Parkinson's disease associated with rigidity or bradykinesia? **J Neurol Sci**. v. 341, v. 32-35, 2014.

LAJOIE, G. M.; RICHARDS, C. L.; MCFADYEN, B. J. The Negotiation of stationary and moving obstructions during walking: anticipatory locomotor adaptations and preservation of personal space. **Motor Control**, v. 9, p. 242-269, 2005.

LAJOIE, G. M.; RICHARDS, C. L.; MCFADYEN, B. J. The circumvention of obstacles during walking in different environmental contexts: A comparison between older and younger adults. **Gait & Posture**, v. 24, p. 364–369, 2006.

LAJOIE, G. M.; RICHARDS, C. L.; FUNG, J.; MCFADYEN, B. J. Characteristics of personal space during obstacle circumvention in physical and virtual environments. **Gait & Posture**, v. 27, p. 239–247, 2008.

LEE, D. N.; LISHMAN, J. R.; THOMSON, J. A. Regulation of gait in long jumping. **JExpPsychol Hum Percept Perform**, v. 8, p. 448–459, 1982.

LEE, C.; GROSSMAN, M.; MORRIS, J.; STERN, M.B.; HURTIG, H.I. Attentional resource and processing speed limitations during sentence processing in Parkinson's disease. **Brain Lang Brain Lang**, v. 85, p. 347-356, 2003.

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(2), p. 256-260, 2010.

LINDENBERGER, U.; MARSISKE, M.; BALTES, P. B. Memorizing while walking: Increase in dual-task costs from young adulthood to old age. **Psychology and Aging**, v. 15, p. 417-436, 2000.

LORD, S.; ROCHESTER, L.; HETHERINGTON, V.; ALLCOCK, L.M.; BURN, D. Executive dysfunction and attention contribute to gait interference in 'off' state Parkinson's Disease. **Gait Posture**, v. 31(2), p. 169-174, 2010.

LOWREY, C. R.; REED, R. J.; VALLIS, L. A. Control strategies used by older adults during multiple obstacle avoidance. **Gait & Posture**, v. 25(4), p. 502–508, 2007.

MAIDAN, I.; NIEUWHOF, F.; BERNAD-ELAZARI, H.; REELICK, M.F.; BLOEM, B.R.; GILADI, N.; DEUTSCH, J.E.; HAUSDORFF, J.M.; CLAASSEN, J.A.; MIRELMAN, A. The Role of the Frontal Lobe in Complex Walking Among Patients With Parkinson's Disease and Healthy Older Adults: An fNIRS Study. **Neurorehabil Neural Repair**, v. 30, p.963-971, 2016.

MAYLOR, E.; WING, A.M. Age differences in postural stability are increased by additional cognitive demands. **J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci**, v. 51, p. 143-54, 1996.

MAZZONI, P.; SHABBOTT, B.; CORTÉS, J.C. Motor Control Abnormalities in Parkinson's Disease. **Cold Spring Harb Perspect Med**, v. 2(6), a009282, 2012.

MELAMED, E. & POEWE, W. Taking sides: Is handedness involved in motor asymmetry of Parkinson's disease? **MovDisord**, v. 27(2), p. 171-173, 2012.

MELZER, I.; BENJUYA, N.; KAPLANSKI, J. Age-related changes of postural control: effect of cognitive tasks. **Gerontology**, v. 47, p. 189-94, 2001.

MORRIS, M.E.; IANSEK, R.; MATYAS, T.A.; SUMMERS, J.J. Stride length regulation in Parkinson's disease. Normalization strategies and underlying mechanisms. **Brain**. v. 119, p. 551-68, 1996.

MORRIS, M.E.; IANSEK, R.; MATYAS, T.A.; SUMMERS, J.J. The pathogenesis of gait hypokinesia in Parkinson's disease. **Brain**. v. 117, p. 1169-81, 1994.

MORRIS, M. E.; HUXHAM, F. E.; MCGINLEY, J.; IANSEK, R. Gait disorders and gait rehabilitation in Parkinson's disease. **AdvNeurol**, v. 87, p. 347-361, 2001.

MUSLIMOVIC, D.; POST, B.; SPEELMAN, J.D.; SCHMAND, B. Cognitive profile of patients with newly diagnosed Parkinson disease. **Neurology**.v. 25, p. 1239-45, 2005.

NANHOE-MAHABIER, W.; SNIJDERS, A.H.; DELVAL, A.; WEERDESTeyN, V.; DUYSSENS, J.; OVEREEM, S.; BLOEM, B.R. Walking patterns in Parkinson's disease with and without freezing of gait. **Neuroscience**, v. 19, p. 217-224, 2011.

NIEUWBOER, A.; 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. **Scand J Rehab Med**. v. 31, p. 185–192, 1999.

NORMAN, D.; SHALLICE, T. Attention to action: Willed and automatic control of behaviour. In R. Davidson, G. Schwartz, & D. Shapiro (Eds.), *Consciousness and self-regulation*, Vol. 4(pp. 1–18). New York, NY: Plenum. 1986.

NUTT, J.G. Motor fluctuations and dyskinesia in Parkinson's disease. **Parkinsonism Relat Disord**.v. 8, p.101-8, 2001.

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. **PhysTher**, v. 82(9), p. 888-897, 2002.

PAQUETTE, M. R.; VALLIS, L. A. Age-related kinematic changes in late visual-cueing during obstacle circumvention. **Exp Brain Res**, v. 203, p. 563-574, 2010.

PATLA, A. E.; PRENTICE, S.; ROBINSON, C.; NEUFELD, J. Visual control of locomotion: strategies for changing direction and for going over obstacles. **J Exp Psychol: Hum Percept Perform**, v. 17, p. 603–634, 1991.

PATLA, A. E.; PRENTICE, S. D.; GOBBI, L. T. B. Visual control of obstacle avoidance during locomotion: strategies in young children, young and older adults. In A.M. Ferrandez & N. Teasdale (Eds.), **Changes in Sensory Motor Behavior in Aging**, v. 144, p. 257-277, 1996.

PATLA, A. E. Understanding the roles of vision in the control of human locomotion. **Gait & Posture**, v. 5, p. 54–69, 1997.

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.

PATLA, A. E., ADKIN, A., AND BALLARD, T. On-line steering: coordination and control of body centre of mass, head and body re-orientation. **Exp Brain Res**, v. 129(4), p. 629–634, 1999.

PATLA, A. E.; TOMESCU, S. S.; ISHAC, M. G. What visual information is used for navigation around obstacles in a cluttered environment? **Can J Physiol Pharmacol**, v. 82(8-9), p. 682-692, 2004.

PLOTNIK, M.; GILADI, N.; BALASH, Y.; PERETZ, C.; HAUSDORFF, J. M. Is freezing of gait in Parkinson's disease related to asymmetric motor function? **Ann Neurol**, v. 57(5), p. 656-663, 2005.

PLOTNIK, M.; DAGAN, Y.; GUREVICH, T.; GILADI, N.; HAUSDORFF, J.M. Effects of cognitive function on gait and dual tasking abilities in patients with Parkinson's disease suffering from motor response fluctuations. **Exp Brain Res**, v. 208(2), p. 169-179, 2011

PLOTNIK, M.; HAUSDORFF, J.M. The role of gait rhythmicity and bilateral coordination of stepping in the pathophysiology of freezing of gait in Parkinson's disease. **Mov Disord**, v. 23(11), p. 1639-1640, 2008.

POZZO, T.; LEVIK, Y.; BERTHOZ, A. Head and trunk movements in the frontal plane during complex dynamic equilibrium tasks in humans. **Exp Brain Res**, v. 106, p. 327–338, 1995.

REDGRAVE, P.; RODRIGUEZ, M.; SMITH, Y. Goal-directed and habitual control in the basal ganglia: implications for Parkinson's disease. **Nat Rev Neurosci**, v. 11, p. 760–772, 2010.

ROCHA, E.S.; MACHADO, A.S.; FRANCO, P.S.; GUADAGNIN, E.C.; CARPES, F.P. Gait Asymmetry During Dual-Task Obstacle Crossing in the Young and Elderly. **Hum Mov.** v. 14, 2013.

ROCHESTER, L.; HETHERINGTON, V.; JONES, D.; NIEUWBOER, A.; WILLEMS, A.M.; KWAKKEL, G.; Van WEGEN, E. Attending to the task: interference effects of functional tasks on walking in Parkinson's disease and the roles of cognition, depression, fatigue, and balance. **Arch Phys Med Rehabil.** v. 85(10), p. 1578-1585, 2004.

ROEMMICH, R.T.; NOCERA, J.R.; STEGEMÖLLER, E.L.; HASSAN, A.; OKUN, M.S.; HASS, C.J. Locomotor adaptation and locomotor adaptive learning in Parkinson's disease and normal aging. **Clin Neurophysiol.** 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. 116-20, 2012.

ROWE, J.; FRISTON, K.; FRACKOWIAK, R.; PASSINGHAM, R. Attention to action: specific modulation of corticocortical interactions in humans. **Neuroimage.** v. 17, p. 988-98, 2002.

SADEGHI, H. Local or global asymmetry in gait of people without impairments. **Gait & Posture,** v. 17(3), p. 197-204, 2003.

SADEGHI, H.; ALLARD, P.; PRINCE, F.; LABELLE, H. Symmetry and limb dominance in able-bodied gait: A review. **Gait & Posture,** v. 12(1), p. 34-45, 2000.

SALA, S.D.; BADDELEY, A.; PAPAGNO, C.; SPINNLER, H. Dual-Task Paradigm: A Means To Examine the Central Executive. **Annals of the New York Academy of Sciences,** v. 769, p. 161–172, 1995.

SCHENKMAN, M.; WEI ZHU, C.; CUTSON, T. M.; WHETTEN-GOLDSTEIN, K. Longitudinal evaluation of economic and physical impact of Parkinson's disease. **Parkinsonism Relat Disord,** v. 8(1), p. 41-50, 2001.

SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT, M.; KERNS, K.A.; BALDWIN, M. The effects of two types of cognitive tasks on postural stability in older adults with and without a history of falls. **J Gerontol A BiolSciMedSci,** v. 52, p. M232–M240, 1997.

SHUMWAY-COOK, A., & WOOLLACOTT, M. H. *Controle motor: Teoria e aplicações práticas*. Barueri: Manole, 2003.

SIMIÉLI, L.; VITÓRIO, R.; RODRIGUES, S.T.; ZAGO, P.F.P.; PEREIRA, V.A.I.; BAPTISTA, A.M.; DE PAULA, P.H.A.; PENEDO, T.; ALMEIDA, Q.J.; BARBIERI, F.A.; Gaze and motor behavior of people with PD during obstacle circumvention. **Gait Posture**.v. 58, p. 504-509, 2017.

SIU, K. C.; CATENA, R. D.; CHOU, L. S.; VAN DONKELAAR, P.; WOOLLACOTT, M. H. Effects of a secondary task on obstacle avoidance in healthy young adults. **Exp Brain Res**, v. 184, p. 115–120, 2008.

SMITH, J. D. & MARTIN, P. E. Walking patterns change rapidly following asymmetrical lower extremity loading. **Hum MovSci**, v. 26(3), p. 412-425, 2007.

STEGMÖLLER, E.L.; BUCKLEY, T.A.; PITSIKOULISET, C.; BARTHELEMY, E.; ROEMMICH, R.; HASS, C.J. Postural instability and gait impairment during obstacle crossing in Parkinson's disease. **Arch Phys Med Rehabil**, v.93, p.703–709, 2012.

SZAMEITAT, A.J.; SCHUBERT, T.; MÜLLER, K.; Von CRAMON, D.Y. Localization of executive functions in dual-task performance with fMRI. **J CognNeurosci**, v. 15, p. 1184-1199, 2002.

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. **Eur J NuclMed**, v. 24, p. 415-421, 1997.

TEIXEIRA, L. A. **Controle motor**. São Paulo: Manole. 2006.

UITTI, R. J.; BABA, Y.; WHALEY, N. R.; WSZOLEK, Z. K.; PUTZKE, J. D. Parkinson disease: Handedness predicts asymmetry. **Neurology**, v. 64(11), p. 1925-1930, 2005.

VALLIS, L.; MCFADYEN, B. Locomotor adjustments for circumvention of an obstacle in the travel path. **Exp Brain Res**, v. 152, p. 409–414, 2003.

VERGHESE, J.; BUSCHKE, H.; VIOLA, L.; KATZ, M.; HALL, C.; KUSLANSKY, G.; LIPTON, R. Validity of divided attention tasks in predicting falls in older individuals: a preliminary study. **J Am GeriatrSoc**, v. 50(9), p. 1572-1576, 2002.

VERMERSCH, P., DELACOURTE, A., JAVOY-AGID, F., HAUW, J-J., AGID, Y. Dementia in Parkinson's disease: Biochemical evidence for cortical involvement using the immunodetection of abnormal tau proteins. **Annals of Neurology**, v. 33, p. 445-450, 1993.

WALL, J. C. & TURNBULL, G. I. Gait asymmetries in residual hemiplegia. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 67(8), p. 550-553, 1986.

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.

WILLIAMS, A.; OXTOBY, M. Tudo sobre doença de Parkinson: respostas às suas dúvidas. São Paulo: 2000.

WINTER, D.A. *Biomechanics and motor control of human movement*, 3rd edn. Wiley, Canada, 2005.

WOOLLACOTT, M.; SHUMWAY-COOK, A. Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research. **Gait Posture**, v. 16, p. 1-14, 2002.

WU, T.; CHAN, P.; HALLETT, M. Effective connectivity of neural networks in automatic movements in Parkinson's disease. **Neuroimage**, v. 49, p. 2581-2587, 2010.

YAZAWA, S.; SHIBASAKI, H.; IKEDA, A.; TERADA, K.; NAGAMINE, T. HONDA, M. Cortical mechanism underlying externally cued gait initiation studied by contingent negative variation. **Electroencephalogr Clin Neurophysiol**. v. 105, p. 390-99, 1997.

YOGEV, G.; GILADI, N.; PERETZ, C.; SPRINGER, S.; SIMON, E.S.; HAUSDORFF, J.M. Dual tasking, gait rhythmicity, and Parkinson's disease: which aspects of gait are attention demanding? **Eur J Neurosci**, v. 22, p. 1248-1256, 2005.

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? **Exp Brain Res**, v. 177(3), p. 336-346, 2007.

YOGEV-SELIGMANN, G.; HAUSDORFF, J.M.; GILADI, N. The role of executive function and attention in gait. **MovDisord**, v. 23, p. 329-342, 2008.

YOGEV-SELIGMANN, G.; HAUSDORFF, J.M.; GILADI, N. Do we always prioritize balance when walking? Towards an integrated model of task prioritization. **MovDisord**, v. 27, p. 765-770, 2012.

ZGALJARDIC, D.J.; BOROD, J; FOLDI, N.S.; MATTIS, P. A review of the cognitive and behavioral sequelae of Parkinson's disease: relationship to frontostriatal circuitry. **Cog Behav Neurol**.v. 16, p.193-210, 2003.

6. Anexos

A seguir foram apresentadas as atividades acadêmicas e científicas que Vinicius Alota Ignácio Pereira desenvolveu durante o período de mestrado.

a) Estágio de pesquisa no exterior

Cinco meses de estágio de pesquisa (FAPESP - BEPE 2016/17336-0) na Wilfrid Laurier University, Waterloo, ON, Canadá. Com o Professor Quincy J. Almeida, desenvolvendo o projeto intitulado: *Visual inspection time in patients with Parkinson's disease in the presence of freezing*.

b) Artigos publicados

i) como autor

PEREIRA, V. A. I.; BARBIERI, F. A. ; VITORIO, R. ; LIRANI-SILVA, E. ; SIMIELI, L. ; ORCIOLI-SILVA, D. ; LILIAN T.B. GOBBI . The motor deficits caused by Parkinson's disease are not able to block adjustments for a safe strategy during obstacle crossing in individuals with moderate disease. *Motriz : Revista de Educação Física (Online)*, v. 21, p. 436-441, 2015.

ii) como coautor

FIGORELLI, CAROLINA MENEZES ; POLASTRI, PAULA FÁVARO ; RODRIGUES, SÉRGIO TOSI ; BAPTISTA, ANDRÉ MACARI ; PENEDO, TIAGO ; PEREIRA, VINICIUS ALOTA IGNÁCIO ; SIMIELI, LUCAS ; BARBIERI, FABIO AUGUSTO . Gaze position interferes in body sway in young adults. *NEUROSCIENCE LETTERS*, v. 17, p. S0304-3940, 2017.

SIMIELI, LUCAS ; VITÓRIO, RODRIGO ; RODRIGUES, SÉRGIO TOSI ; ZAGO, PAULA FÁVARO POLASTRI ; IGNACIO, VINÍCIUS ALOTA PEREIRA ; BAPTISTA, ANDRÉ MACARI ; DE PAULA, PEDRO HENRIQUE ALVES ; PENEDO, TIAGO ; ALMEIDA, QUINCY J. ; BARBIERI, FABIO AUGUSTO . Gaze and motor behavior of people with PD during obstacle circumvention. *GAIT & POSTURE*, v. 17, p. S0966-6362, 2017.

BARBIERI, F. A. ; BERETTA, S. S. ; PEREIRA, V. A. I. ; SIMIELI, L. ; ORCIOLI-SILVA, D. ; SANTOS, P. C. R. ; van DIEEN, J. H. ; Lilian T.B. Gobbi . Recovery of gait after quadriceps muscle fatigue. *GAIT & POSTURE*, v. 43, p. 270-274, 2016.

BARBIERI FA, POLASTRI PF, GOBBI LTB, SIMIELI L, PEREIRA VIA, BAPTISTA AM, MORETTO GF, FIORELLI CM, IMAIZUMI LFI, RODRIGUES ST. Obstacle circumvention and eye coordination during walking to least and most affected side in people with Parkinson's disease. *Behav Brain Res.* (aceito)

c) Artigos submetidos

Vinicius Alota Ignácio Pereira, Fabio Augusto Barbieri, Alessandro Moura Zagatto, Paulo Cezar Rocha dos Santos, Lucas Simieli, Ricardo Augusto Barbieri, Felipe Pivetta Carpes, Lilian Teresa Bucken Gobbi. Muscle fatigue does not change the effects on lower limbs strength caused by aging and Parkinson's disease (aceito na Aging and Disease).

d) Capítulo de livro publicado

SANTOS, P. C. R. ; ORCIOLI-SILVA, D. ; SIMIELI, L. ; PEREIRA, V. A. I. ; BARBIERI, F. A. . The Influence of muscle fatigue on walking: The role of aging and Parkinson's disease. In: Fabio Augusto Barbieri, Rodrigo Vitório. (Org.). *The Influence of muscle fatigue on walking: The role of aging and Parkinson's disease.* 1ed. New York: Springer, 2017, v. 1, p. 143-161.

e) Trabalho apresentados em eventos científicos

PEREIRA, V.A.I ; BARBIERI, F.A. ; SANTOS, P.C.R. ; SIMIELI, L. ; BAPTISTA, A.M. ; GOBBI, L.T.B. . Avaliação da assimetria em pessoas com doença de Parkinson por meio de variáveis espaço temporais durante a ultrapassagens de obstáculos. In: XVI Congresso Brasileiro de Biomecânica e VI Simpósio de Neuromecânica Aplicada, 2015, Florianópolis. *Anais do XVI Congresso Brasileiro de Biomecânica e VI Simpósio de Neuromecânica Aplicada*, 2015. p. 222-222.

PEREIRA, V.A.I ; SIMIELI, L. ; PAULA, P.H.A. ; RODRIGUES, S.T. ; POLASTRI, P.F. ; BARBIERI, F.A. . Efeito da doença de Parkinson e do medicamento nos parâmetros espaço temporais da marcha no desviar do obstáculo. In: IV Congresso Brasileiro de Eletromiografia e Cinesiologia e IV Jornada Nacional de Procedimentos Mioterápicos, 2016, Ribeirão Preto. *IV Congresso Brasileiro de Eletromiografia e Cinesiologia e IV Jornada Nacional de Procedimentos Mioterápicos*, 2016. p. 35.

PEREIRA, V.A.I ; MORETTO, G.F. ; SIMIELI, L. ; BAPTISTA, A.M. ; BARBIERI, FA. . Efeito da tarefa concomitante cognitiva nos parâmetros espaço- - temporais do passo de

desvio do obstáculo em idosos com doença de Parkinson. In: VIII Congresso Brasileiro de Comportamento Motor, 2016, João Pessoa. BrazilianJournalof Motor Behavior, 2016. v. 10. p. 128-128.

PEREIRA, V.A.I ; SIMIÉLI, L. ; BAPTISTA, A.M. ; PAULA, P.H.A. ; ALMEIDA, Q.J. ; BARBIERI, F.A. . Obstaclecircumvention in peoplewithParkinson?sdisease. In: X Congresso Internacional de Educação Física e Motricidade Humana & XVI Simpósio Paulista de Educação Física, 2017, Rio Claro. Anais do X Congresso Internacional de Educação Física e Motricidade Humana & XVI Simpósio Paulista de Educação Física, 2017.

PEREIRA, V.A.I ; PAULA, P.H.A. ; SIMIÉLI, L. ; COSTA, E.C. ; BARBIERI, F.A. . Efeito da tarefa concomitante cognitiva nos parâmetros espaço-temporais da passada de aproximação do obstáculo em idosos com doença de Parkinson. In: 5º Encontro Paulista de Comportamento Motor, 2017, São Paulo. BrazilianJournalof Motor Behavior, 2017. v. 11. p. 39-39.

f) Prêmios recebidos

Prêmio de melhor trabalho apresentado no 5º Encontro Paulista de Comportamento Motor, 2017. Com o trabalho: *Efeito da tarefa concomitante cognitiva nos parâmetros espaço-temporais da passada de aproximação do obstáculo em idosos com doença de Parkinson.*

g) Participação em eventos

1 -XVI Congresso Brasileiro de Biomecânica e VI Simpósio de Neuromecânica Aplicada, 2015, Florianópolis.

2-IV Congresso Brasileiro de Eletromiografia e Cinesiologia e IV Jornada Nacional de Procedimentos Mioerápicas, 2016, Ribeirão Preto.

3 -VIII Congresso Brasileiro de Comportamento Motor, 2016, João Pessoa.

4 -X Congresso Internacional de Educação Física e Motricidade Humana & XVI Simpósio Paulista de Educação Física, 2017, Rio Claro.

5 -5º Encontro Paulista de Comportamento Motor, 2017, São Paulo.

h) Projeto de extensão

Três anos (2015, 2016, 2017) como membro do projeto de extensão Programa de atividade física sistematizada para pacientes com a doença de Parkinson - ATIVA PARKINSON, tendo atuado no ano de 2017 como coordenador dos alunos.