
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA MOTRICIDADE

LUIS FELIPE ITIKAWA IMAIZUMI

**EFEITO DA DIFICULDADE E DOMÍNIO DA TAREFA
DUPLA EM IDOSOS COM DOENÇA DE PARKINSON:
ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DOS PARÂMETROS
ESPAÇO-TEMPORAIS DURANTE A LOCOMOÇÃO**

Julho - 2019



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
FACULDADE DE CIÊNCIAS - CAMPUS DE BAURU
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA
LABORATÓRIO DE PESQUISA EM MOVIMENTO HUMANO (MOVI-LAB)

**EFEITO DA DIFICULDADE E DOMÍNIO DA TAREFA
DUPLA EM IDOSOS COM DOENÇA DE PARKINSON:
ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DOS PARÂMETROS
ESPAÇO-TEMPORAIS DURANTE A LOCOMOÇÃO**

Luis Felipe Itikawa Imaizumi

Orientador: Prof. Dr. Fabio Augusto Barbieri

Bauru

2019

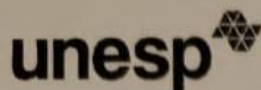
Imaizumi, Luis Felipe Itikawa Imaizumi.

Efeito Da Dificuldade E Domínio Da Tarefa Dupla Em Idosos Com Doença De Parkinson: Análise Do Comportamento Dos Parâmetros Espaço-Temporais Durante A Locomoção / Luis Felipe Itikawa Imaizumi, 2019
69 p.

Orientador: Fabio Augusto Barbieri

Dissertação (Mestrado)- Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2019

1. Controle Motor. 2. Locomoção. 3. Doença de Parkinson. 4. Tarefa Dupla. 5. Movimento Humano.
I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências. II. Título.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Bauru



ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE LUIS FELIPE ITIKAWA IMAIZUMI, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA MOTRICIDADE, DA FACULDADE DE CIÊNCIAS - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 29 dias do mês de julho do ano de 2019, às 14:00 horas, no(a) Anfiteatro da Pós-graduação da Faculdade de Ciências, 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 / UNESP - Faculdade de Ciências de Bauru - SP, Profa. Dra. CAROLINA RODRIGUES ALVES SILVEIRA do(a) (Videoconferência) / University of Waterloo - Canadá, Profa. Dra. PAULA FAVARO POLASTRI ZAGO do(a) Departamento de Educação Física / UNESP - Faculdade de Ciências de Bauru - SP, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de LUIS FELIPE ITIKAWA IMAIZUMI, intitulada **Efeito da Dificuldade e do Domínio da Tarefa Dupla em Idosos com Doença de Parkinson: Análise do Comportamento dos Parâmetros Espaço-Temporais Durante a Locomoção**. 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

Profa. Dra. CAROLINA RODRIGUES ALVES SILVEIRA

Profa. Dra. PAULA FAVARO POLASTRI ZAGO

[Handwritten signatures]
Fabio Augusto Barbieri
Carolina Rodrigues Alves Silveira
Paula Favaro Polastri Zago

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais e meu irmão, pois sem o apoio deles acho que muitas coisas não dariam certo como deram até hoje. São vocês que me acolhem todas as vezes quando as coisas estão ruins ou quando nada dá certo. Obrigado realmente por tudo que fizeram e continuam fazendo por mim.

Aos meus companheiros de laboratório: Testô, Felipe, Gabriel, Murilo, Luiz, Aline, Elisa, Tiago, Vinícius, Marina, João, Julia Pilon, Julia Corradini, Fabiana e Natália. Agradeço por me ajudarem sempre que eu precisei e por terem proporcionado ótimos momentos no laboratório.

Desse pessoal todo do MOVI-LAB, um obrigado especial para esses que sempre me aturaram desde que nos conhecemos no lab. Obrigado Testô, Gah, Fê, Elisa, Muh, Tiagão e Luizão, de verdade vocês são demais.

Ao meu orientador, principalmente a ele, o Prof. Dr. Fabio Augusto Barbieri (Fabinho), agradeço por ter me incentivado a escolher essa jornada, agradeço a paciência que teve comigo todo esse tempo e também um grande agradecimento pelos ensinamentos, puxões de orelha, dedicação e de novo pela paciência que você teve comigo nesse processo que não foi fácil. Mas eu agradeço de coração por sempre ter acreditado em mim.

Aos participantes do projeto Ativa Parkinson com a participação e colaboração para o estudo.



ativa
PARKINSON
DEF - UNESP

Efeito da dificuldade e domínio da tarefa dupla em idosos com doença de Parkinson: análise do comportamento dos parâmetros espaço-temporais durante a locomoção

Resumo

Uma tarefa cognitiva concomitante prejudica a locomoção de idosos com doença de Parkinson (DP). Apesar de uma tarefa dupla cognitiva mais complexa afetar mais a locomoção desta população, pouco é conhecido sobre o nível de dificuldade de tarefa dupla cognitiva ou qual tipo de tarefa cognitiva que sobrecarrega esta capacidade cognitiva, prejudicando os parâmetros espaço-temporais do andar em idosos com DP. O objetivo geral deste estudo foi investigar os efeitos da complexidade da tarefa dupla concomitante nos parâmetros espaço-temporais do andar em idosos com DP. Para responder essa pergunta foi realizado dois estudos, no primeiro estudo, idosos com DP e seus pares neurologicamente saudáveis realizaram uma série de condições de andar com tarefa cognitiva concomitante com demanda de memória de trabalho com diferentes níveis de dificuldade. No segundo estudo, foi investigado a influência do tipo da demanda cognitiva exigida pela tarefa concomitante na locomoção de idosos com DP e idosos neurologicamente saudáveis. Para isso, os participantes realizarão condições do andar com tarefas cognitivas concomitante com diferentes demandas cognitivas (flexibilidade mental, resposta a inibição e memória de trabalho). Os parâmetros espaço-temporais foram coletados através de um sistema de câmeras VICON (200 Hz). Sendo calculados, separadamente para cada estudo, os principais parâmetros da marcha (comprimento, velocidade, largura, duração e tempo de duplo suporte). Além disso, foi analisado o custo e a variabilidade para esses parâmetros. Nossos resultados indicaram que qualquer nível de dificuldade de uma tarefa cognitiva concomitante com demanda de memória de trabalho e qualquer tipo de demanda da tarefa cognitiva causa déficits no andar tanto de idosos com DP quanto idosos saudáveis. Porém, o custo da tarefa nos parâmetros espaço-temporais indicou que tarefas cognitivas mais difíceis e tarefas cognitivas com demanda de memória de trabalho e flexibilidade mental apresentam maiores déficits no andar. Assim, tanto idosos com DP como idosos saudáveis alteram seu comportamento do andar na presença de uma tarefa cognitiva concomitante. Além disso, aparentemente tarefas mais complexas parecem causar um maior efeito no andar.

Palavras-chave: Doença de Parkinson; Tarefa Dupla; Locomoção; Cognição; Memória; Função executiva.

Effect of difficulty and domain of dual task on elderly people with Parkinson's disease: analysis of the spatial- temporal parameters during locomotion

Abstract

A concomitant cognitive task impairs the mobility of elderly people with Parkinson's disease (PD). Although a more complex cognitive dual task affects the locomotion of this population more, little is known about the difficulty level of cognitive double task or what type of cognitive task that overloads this cognitive capacity, impairing the spatiotemporal parameters of walking in elderly with DP. The general objective of this study was to investigate the effects of the concomitant dual task complexity on spatiotemporal gait parameters in elderly with PD. To answer this question, two studies were conducted. In the first study, elderly people with PD and their neurologically healthy peers performed a series of walking conditions with cognitive task concomitant with working memory demand with different levels of difficulty. In the second study, the influence of the type of cognitive demand required by the concomitant task on the mobility of elderly with PD and neurologically healthy elderly was investigated. For this, participants will perform walking conditions with cognitive tasks concomitant with different cognitive demands (mental flexibility, inhibition response and working memory). The spatiotemporal parameters were collected through a VICON (200 Hz) camera system. Being calculated separately for each study, the main gait parameters (length, speed, width, duration and time of double support). In addition, the cost and variability for these parameters were analyzed. Our results indicated that any difficulty level of a cognitive task concomitant with working memory demand and any type of cognitive task demand causes gait deficits in both PD and healthy elderly. However, the cost of the task in the spatiotemporal parameters indicated that more difficult cognitive tasks and cognitive tasks with working memory demand and mental flexibility have greater walking deficits. Thus, both elderly with PD and healthy elderly alter their walking behavior in the presence of a concomitant cognitive task. In addition, apparently more complex tasks seem to have a greater effect on walking.

Keywords: Parkinson's Disease; Dual Task; Gait

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Médias e desvios padrão dos parâmetros espaço-temporais.....	34
Figura 2. Médias e desvios padrão do custo da tarefa.....	36
Figura 3. Médias e desvios padrão da variabilidade da marcha.....	37
Figura 4. Médias e desvios padrão dos parâmetros espaço-temporais.....	52
Figura 5. Médias e desvios padrão do custo da tarefa.....	53
Figura 6. Médias e desvios padrão da variabilidade da marcha.....	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Exemplo de condições com tarefa dupla.....	29
Tabela 2. Médias e desvios padrão dos dados antropométricos e clínicos dos participantes.....	32
Tabela 3. Amplitude do erro durante a realização da tarefa cognitiva sentado e com o andar.....	33
Tabela 4. Médias e desvios padrão dos dados antropométricos e clínicos dos participantes.....	49
Tabela 5. Erro da tarefa durante a realização da tarefa cognitiva sentado e com o andar.....	50

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	12
1 Introdução Geral.....	13
1.1 Doença de Parkinson e declínio cognitivo.....	15
1.2 Tarefa dupla na doença de Parkinson.....	16
1.3 Efeito da Dificuldade da tarefa dupla.....	18
1.4 Domínio da tarefa dupla.....	20
1.5 Objetivos e delineamento da dissertação.....	21
CAPÍTULO 2: Qual o nível de dificuldade da tarefa cognitiva concomitante afeta o andar de idosos com doença de Parkinson.....	23
2.1 Introdução	23
2.2 Materiais e método	24
2.2.1 Participantes.....	25
2.2.2 Avaliações clínicas e cognitivas.....	26
2.2.3 Avaliação do andar com e sem tarefa dupla cognitiva.....	27
2.2.4 Coleta e análise de dados.....	30
2.2.5 Análise estatística.....	31
2.3 Resultados.....	31
2.3.1. Erros na tarefa cognitiva.....	32
2.3.2 Parâmetros espaço-temporais.....	33
2.3.3 Custo da tarefa.....	34
2.3.4 Variabilidade da marcha.....	36
2.4 Discussão.....	37
2.5 Conclusão.....	41
CAPÍTULO 3: Influência do domínio cognitivo da tarefa dupla concomitante no andar em idosos com doença de Parkinson.....	43
3.1 Introdução	44
3.2 Materiais e método	45
3.2.1 Participantes.....	45
3.2.2 Avaliação do andar com tarefa dupla de acordo com os domínios cognitivos.....	46
3.2.3 Coleta e análise dos dados.....	47
3.2.4 Análise estatística.....	48

3.3 Resultados.....	49
3.3.1. Erros na tarefa cognitiva.....	50
3.3.2 Parâmetros espaço-temporais.....	51
3.3.3 Custo da tarefa.....	52
3.3.4 Variabilidade da marcha.....	53
3.4 Discussão.....	54
3.5 Conclusão.....	58
CAPÍTULO 4: Considerações finais.....	60
5. Referências bibliográficas.....	61
6. Atividades desenvolvidas durante o período de mestrado.....	67

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO GERAL

1. Introdução Geral

A doença de Parkinson (DP) é uma doença neurológica que tem apresentado elevada prevalência na população (VAN DEN EEDEN, 2003), a DP é caracterizada por apresentar diversos déficits motores e não motores (BRAAK et al., 2004). Dentro esses déficits, os maiores problemas se encontram na locomoção e equilíbrio (HERMAN; GILADI; HAUSDORFF, 2013), uma vez que implicam diretamente na qualidade de vida dessa população. Situações de tarefas concomitantes a locomoção torna o andar dessa população ainda mais arriscado. Além disso, essas situações onde realizamos mais de uma tarefa são bastante comuns em nossas vidas. A realização de uma tarefa concomitante prejudica o andar de idosos com DP (SZAMEITAT et al., 2002), apresentando uma limitada capacidade de processamento cognitivo para realizar duas tarefas ao mesmo tempo. Apesar de uma tarefa cognitiva concomitante mais complexa afetar mais a locomoção desta população, pouco é conhecido sobre o nível de dificuldade da tarefa cognitiva concomitante ou qual demanda cognitiva que sobrecarrega esta capacidade de processamento cognitivo, prejudicando os parâmetros espaço-temporais do andar em idosos com DP. Assim, a questão central deste projeto de pesquisa é: Qual o nível de dificuldade e o tipo de demanda cognitiva da tarefa cognitiva concomitante causa sobrecarga suficiente para afetar o andar?

Nesta introdução geral, serão apresentados os déficits que a DP causa na cognição, na locomoção e seus principais sinais/sintomas que acometem o paciente com DP. Posteriormente, são apresentados o contexto do andar com uma tarefa cognitiva concomitante quanto ao nível de dificuldade e seu tipo de demanda cognitivo. Por fim, são apresentados os objetivos e as hipóteses.

1.1 Doença de Parkinson e declínio cognitivo

A doença de Parkinson (DP) é caracterizada pela degeneração dos neurônios dopaminérgicos, acarretando a diminuição da substância negra nos núcleos da base (TAKAKUSAKI et al., 2004). A DP é a segunda doença neurodegenerativa com maior incidência na população mundial, estando apenas atrás da doença de Alzheimer (HAMMOND; BERGMAN; BROWN, 2007). A DP afeta 0,3% da população geral, sendo mais comum em idosos (DE LAU et al., 2006). No Brasil, a DP acomete 3,3% da população acima dos 64 anos (BARBOSA et al., 2006). Com isso, o estudo sobre a DP é de grande interesse da sociedade e do governo para melhora das políticas públicas e diminuição dos gastos relacionados à doença.

Idosos com DP apresentam alguns sinais e sintomas motores característicos, como tremor de repouso, instabilidade postural, rigidez muscular, acinesia (dificuldade de iniciar movimentos), bradicinesia (lentidão dos movimentos) e hipometria (diminuição da amplitude dos movimentos) (HUGHES et al., 2002). Entretanto, desordens na locomoção e no equilíbrio são as maiores limitações para esta população (HERMAN; GILADI; HAUSDORFF, 2013), o que é um grave problema uma vez que a locomoção é importante para as atividades diárias (VELU; DE SA, 2013). Especificamente, a DP causa redução na atividade dopaminérgica nos núcleos da base que aumenta a atividade inibitória (gabaérgica) dos núcleos da base sobre o tálamo, o núcleo pedúnculo-pontino e a região locomotora mesencefálica. Com isso, a locomoção do idoso com DP é comprometida devido à reduzida atividade do núcleo pedúnculo-pontino e da região locomotora mesencefálica sobre o sistema locomotor da formação reticular (TAKAKUSAKI et al., 2004; TAKAKUSAKI; TOMITA; YANO, 2008), que desencadeia um aumento no uso de recursos corticais através de processos atencionais

(WU; HALLETT; CHAN, 2015). Ainda, a DP provoca desequilíbrio dos sinais que são processados pelos núcleos da base e enviados, via tálamo, ao córtex motor (BLANDINI et al., 2000), possivelmente gerando e propagando ritmos neurais anormais em pessoas portadoras da doença (ARBUTHNOTT; GARCIA-MUNOZ, 2009).

Estudos com idosos com DP em repouso determinaram, através do eletroencefalograma (EEG), que há aumento na potência da banda de frequência teta (4 a 7 Hz – associada com tarefas locomotoras desafiadoras e ajustes motores durante o andar – LUU et al., 2017; STUART et al., 2018 e alfa (8 a 12 Hz – relacionada a execução e imaginação do movimento e ao processamento visual durante a marcha – LUU et al., 2017; STUART et al., 2018) e uma diminuição da potência da banda beta (13 a 30 Hz – associada as mudanças da velocidade da marcha e a realização de múltiplas tarefas durante a execução do andar - LUU et al., 2017; STUART et al., 2018) e gama (31 a 50 Hz – relacionada ao processamento sensoriomotor durante tarefas locomotoras desafiadoras - LUU et al., 2017; STUART et al., 2018) comparada aos idosos neurologicamente sadios (PALMER et al., 2010; STOFFERS et al., 2007, 2008). Isto é particularmente preocupante para o idoso com DP, pois os recursos corticais que seriam utilizados para ajustes da locomoção não são otimizados de forma rápida e em paralelo (CLARK, 2015; GILAT et al., 2017).

Juntamente com os déficits (loco)motores, os idosos com DP apresentam déficits não-motores, como déficits cognitivos (função executiva, atenção, memória, etc.) e sensoriais (propriocepção, visão, etc.) (AARSLAND et al., 2010; MUSLIMOVIĆ et al., 2007; WATSON; LEVERENZ, 2010). Particularmente para os déficits cognitivos, a DP causa mudanças degenerativas precocemente nas estruturas límbicas que servem como canais para a troca bidirecional de informações entre o córtex pré-frontal e o córtex de associação temporal e parietal posterior (BRAAK et al., 2004; BRAAK; BRAAK, 2000).

As mudanças nessas vias podem ser responsáveis pelo declínio cognitivo precoce na DP (CROPLEY et al., 2006; ZGALJARDIC et al., 2006), atingindo em torno de 80% dos idosos com DP (AARSLAND et al., 2003). Além disso, os déficits cognitivos estão altamente relacionados com a locomoção e quedas (AMBONI; BARONE; HAUSDORFF, 2013). O andar não é mais considerado uma atividade meramente motora, mas uma atividade que requer o uso da flexibilidade mental, da memória de trabalho e da atenção, e o julgamento de dicas intrínsecas e extrínsecas (YOGEV-SELIGMANN; HAUSDORFF; GILADI, 2008). Desta forma, pessoas que apresentam algum grau de déficit cognitivo, como os idosos com DP, apresentam dificuldade na locomoção, especialmente quando necessitam realizar outra tarefa concomitantemente (KELLY; EUSTERBROCK; SHUMWAY-COOK, 2012).

1.2 Tarefa Dupla na Doença de Parkinson

As atividades realizadas ao longo do dia geralmente envolvem a realização de mais de uma tarefa por vez, por exemplo, quando andamos na rua e conversamos com alguém. 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 processamento cognitivo do executante (SALA et al., 1995). Enquanto a maioria das pessoas consegue realizar várias tarefas simultaneamente, muitas pessoas têm dificuldade de realizar mais de uma tarefa por vez, particularmente se uma das tarefas exigir o controle postural (GALLETLY; BRAUER, 2005). Essa dificuldade de realizar mais de uma tarefa por vez (paradigma da tarefa-dupla) é mais comum em idosos do que em adultos jovens (MAYLOR; WING, 1996; MELZER; BENJUYA; KAPLANSKI, 2001), e em pessoas que apresentam doenças neurodegenerativas, como idosos com DP (BRAUER; WOOLLACOTT; SHUMWAY-COOK, 2001).

Pessoas que conseguem realizar mais de uma tarefa concomitantemente tem a capacidade de utilizar os núcleos da base para o processamento da tarefa, tendo o putâmen como “controlador” das tarefas (REDGRAVE et al., 2010; YOGEV-SELIGMANN et al., 2012). Com isso, há um processamento em paralelo das informações que permite respostas rápidas (ISODA et al., 2010; REDGRAVE et al., 2010; YOGEV-SELIGMANN; HAUSDORFF; GILADI, 2012), como quando realizamos uma tarefa motora (por exemplo, locomoção) e uma tarefa cognitiva concomitantemente (por exemplo, uma tarefa que exige memória). No entanto, na DP, esta circuitaria (putâmen) é mais propensa à neurodegeneração do que a circuitaria associativa do estriado, que é responsável pelo comportamento de resposta dirigida à meta (REDGRAVE et al., 2010). Este tipo de comportamento é voluntário, controlado de forma rígida e por processamento serial, e exige alto esforço cognitivo (REDGRAVE et al., 2010). Com isso, idosos com DP utilizam mais frequentemente o comportamento dirigido à meta para planejar e executar uma ação motora, mesmo sendo este comportamento mais lento e não automatizado (REDGRAVE et al., 2010; YOGEV-SELIGMANN; HAUSDORFF; GILADI, 2012), gerando uma competição por recursos atencionais (YOGEV-SELIGMANN; HAUSDORFF; GILADI, 2012). De acordo com a literatura esse comportamento dirigido a meta ao realizar o andar com uma tarefa cognitiva concomitante torna mais evidentes os déficits na marcha dos idosos com DP, com uma maior diminuição da velocidade e do comprimento do passo e aumento da variabilidade do passo (KELLY; EUSTERBROCK; SHUMWAY-COOK, 2012)

Para compensar a lentidão de processamento, o idoso com DP tenta priorizar uma das tarefas, na maioria das vezes a tarefa que envolve equilíbrio (“posture first”) (SHUMWAY-COOK et al., 1997; YOGEV-SELIGMANN; HAUSDORFF; GILADI, 2012), prejudicando o desempenho da tarefa secundária (cognitiva). Entretanto, muitas

vezes os idosos com DP parecem não adotar a estratégia de “posture first”, não priorizando a tarefa que exige maior estabilidade postural e sim a tarefa cognitiva (YOGEV-SELIGMANN; HAUSDORFF; GILADI, 2012). Assim, esse tipo de situação torna-se desafiadora para essa população, aumentando o risco de quedas (DIRNBERGER; JAHANSHAH, 2013). Estudos anteriores têm mostrado que o desempenho na realização de tarefas dupla em idosos com DP é significativamente associada com quedas, qualidade da marcha, congelamento, incapacidade e gravidade da doença, ilustrando sua relação direta com a mobilidade funcional (STROUWEN et al., 2016).

1.3 Efeito da Dificuldade da Tarefa Dupla

Uma tarefa cognitiva concomitante 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 idosos com DP (SZAMEITAT et al., 2002). Quando idosos com DP realizam o andar concomitantemente com uma tarefa cognitiva, o andar torna-se mais instável, diminuindo o comprimento da passada e a velocidade do andar (BOND et al., 2000; O'SHEA; MORRIS; IANSEK, 2002; ROCHESTER et al., 2004; WU; HALLETT, 2009). 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 andar com a presença de tarefa dupla cognitiva em idosos com DP (LORD et al., 2011; WOOLLACOTT; SHUMWAY-COOK, 2002; YOGEV et al., 2005).

As mudanças na ativação neural levam a sobreposições disfuncionais entre os processos motores e cognitivos durante a tarefa dupla (PESSIGLIONE, 2005),

aumentando a atividade do putâmen ventral-posterior (NIEUWHOF et al., 2017). Estas sobreposições ocorrem porque o cérebro tem uma capacidade finita (DIETRICH, 2006), apresentando uma limitada reserva cognitiva para realizar duas tarefas ao mesmo tempo (STERN, 2009). Entretanto, pouco é conhecido sobre o efeito do nível de dificuldade de tarefa dupla cognitiva ou que habilidade cognitiva que “esgota” esta capacidade de processamento cognitivo, prejudicando os parâmetros espaço-temporais do andar em idosos com DP. Desta forma, apesar de ser claro o efeito da tarefa cognitiva concomitante no andar de idosos com DP (BLOEM et al., 2006; VERVOORT et al., 2016; YOGEV-SELIGMANN; HAUSDORFF; GILADI, 2012), é difícil interpretar que nível de complexidade de tarefa cognitiva concomitante prejudica (começa a prejudicar) a locomoção em idosos com DP, seja relacionado ao nível de dificuldade ou a habilidade cognitiva da tarefa concomitante.

Estudos anteriores apresentaram que somente a imaginação de uma tarefa cognitiva concomitante com o andar já aumenta a ativação da área pré-motora, pré-central e lóbulo parietal inferior direito (CRÉMERS et al., 2012). Pode-se explicar o efeito de uma tarefa cognitiva concomitante durante a locomoção, em termos de circuitos neurais, pelo fato da DP perturbar a organização paralela de circuitos córtico-estriatais, os quais permitem a execução simultânea de duas tarefas (NIEUWHOF et al., 2017). Entretanto, devido a teoria da capacidade de processamento cognitivo (DIETRICH, 2006; STERN, 2009), não é qualquer nível de tarefa cognitiva que irá afetar a locomoção. Estudos anteriores parecem indicar que a locomoção parece ser mais afetada quando tarefas cognitivas mais complexas são realizadas concomitantemente com o andar (HOLTZER et al., 2011). O'SHEA e colaboradores (2002) mostraram que o aumento da dificuldade da tarefa dupla resultou em redução do comprimento do passo e da velocidade de caminhada em idosos com DP. Além disso, o aumento da dificuldade da tarefa dupla

concomitante resulta em maior número de episódios de congelamento e redução da velocidade da marcha (BLOEM et al., 2001a). Entretanto, apesar de estudos anteriores apresentarem informações relevantes sobre o efeito da dificuldade da tarefa dupla cognitiva na locomoção de idosos com DP, ainda é controverso se qualquer tarefa dupla cognitiva afeta a locomoção ou se existe um limiar de dificuldade para as limitações na tarefa. Um fato a ser considerado é que estudos anteriores têm utilizado diferentes tarefas cognitivas concomitantes (e.g. tarefa de contagem, tarefa de fluência verbal e tarefa motora) para o aumento da dificuldade, e não tem realizado um comparativo com uma única tarefa com um aumento gradual de sua dificuldade, o que torna difícil a interpretação dos resultados da literatura atual quanto ao nível de dificuldade da tarefa concomitante capaz de causar efeito na locomoção de idosos com DP.

1.4 Domínio da tarefa dupla

A locomoção também parece ser influenciada de acordo com a habilidade cognitiva utilizada para a tarefa cognitiva concomitante. Galletly e Brauer (2005) indicaram que a complexidade da tarefa dupla concomitante não é o único fator que interfere na locomoção, mas que a natureza da tarefa dupla é importante. Em idosos saudáveis e idosos com DP, a locomoção foi afetada de acordo com a natureza da tarefa dupla concomitante (tarefa motora ou cognitiva) (HAUSDORFF et al., 2008). Especificamente para idosos com DP, é apontado que a tarefa cognitiva concomitante reduz o comprimento do passo comparado à tarefa dupla motora (GALLETLY; BRAUER, 2005). Ainda, é indicado na literatura que o comprimento do passo e a velocidade da marcha de idosos com DP estão significativamente associados a atenção, a variabilidade da largura do passo está significativamente associada a flexibilidade mental e que não há associação entre os parâmetros da marcha a memória de trabalho

(STEGEMOLLER et al., 2014). Desta forma, tarefas duplas com diferentes demandas cognitivas podem sobrecarregar o a capacidade do processamento cognitivo de formas diferentes, afetando ou não a locomoção. Entretanto, é escasso na literatura conhecimento sobre o efeito de tarefas duplas que exigem diferentes demandas cognitivas (por exemplo, flexibilidade mental, resposta a inibição e memória de trabalho) na locomoção de idosos com DP.

1.5 Objetivos e delineamento da dissertação

O estudo sobre idosos com DP durante a locomoção com tarefa cognitiva concomitante pode auxiliar no entendimento do funcionamento do cérebro durante esta tarefa, melhorando a locomoção do idoso com DP. Com isso, estudos que avancem neste contexto são importantes para auxiliar no tratamento da DP, podendo incorporar tarefas cognitivas concomitantes com nível de dificuldade adequada para esta população. A partir do contexto apresentado, o objetivo geral deste estudo foi investigar os efeitos da complexidade da tarefa cognitiva concomitante nos parâmetros espaço- temporais do andar em idosos com DP. Para responder aos questionamentos do estudo e avançar sobre o conhecimento sobre do efeito da tarefa cognitiva concomitante na locomoção de idosos com DP, dois estudos foram planejados. O primeiro estudo buscará determinar qual o nível de dificuldade da tarefa cognitiva com demanda de memória de trabalho influencia os parâmetros espaço-temporais do andar em idosos com DP. No segundo estudo, foi investigado a influência do tipo da demanda cognitiva da tarefa dupla na locomoção de idosos com DP e idosos neurologicamente saudáveis.

CAPÍTULO 2

**QUAL O NÍVEL DE DIFICULDADE DA TAREFA
COGNITIVA CONCOMITANTE AFETA O ANDAR DE
IDOSOS COM DOENÇA DE PARKINSON?**

2.1 Introdução

Estudos anteriores têm mostrado claramente que uma tarefa cognitiva concomitante prejudica os parâmetros espaço-temporais do andar de idosos com DP (BLOEM et al., 2006; VERVOORT et al., 2016; YOGEV-SELIGMANN; HAUSDORFF; GILADI, 2012). É relatado na literatura que há alteração na regulação da atividade cortical da banda beta durante uma tarefa dupla motora, prejudicando a conectividade entre o hemisfério direito e esquerdo do cérebro, o que necessita de recursos compensatórios para realizar as duas tarefas de forma bem-sucedida (PALMER et al., 2010). Entretanto, devido à limitada capacidade de processamento cognitivo (DIETRICH, 2006; STERN, 2009), os idosos com DP parecem não ter um recurso compensatório para a realização das duas tarefas simultaneamente (HOLTZER et al., 2011), gerando um conflito para a priorização de uma das tarefa (YOGEV-SELIGMANN et al., 2010). Normalmente os indivíduos priorizam a tarefa que poderá trazer mais danos (e.g. locomoção em comparação a tarefa cognitiva) (WILLIAMS, 2006; YOGEV-SELIGMANN; HAUSDORFF; GILADI, 2012), adotando a estratégia de “posture-first” (YOGEV-SELIGMANN; HAUSDORFF; GILADI, 2012). Entretanto, não é claro na literatura quando a estratégia de “posture-first” é adotada durante a locomoção com tarefa cognitiva concomitante, especialmente em idosos com DP que muitas vezes adotam a estratégia de “second-posture” (YOGEV et al., 2005). É possível que a estratégia utilizada pelos idosos com DP seja de acordo com a dificuldade da tarefa cognitiva concomitante

Uma tarefa dupla mais difícil afeta mais a locomoção de idosos com DP comparada a uma tarefa dupla mais fácil (GALLETLY; BRAUER, 2005; STROUWEN et al., 2016). Contudo, devido à falta de informação da coerência do domínio cognitivo das tarefas utilizadas (tarefas cognitivas de mesma classe), é difícil determinar qual o nível de dificuldade da tarefa dupla cognitiva que começa a afetar a locomoção do idoso

com DP e requer diferentes estratégias, deixando subtendido que qualquer tarefa cognitiva concomitante afeta a locomoção. Entretanto, temos a hipótese que uma tarefa cognitiva concomitante muito fácil (e.g. contabilizar quantas vezes um número aparece em uma sequência simples - apenas o próprio número) não afeta a locomoção (parâmetros espaço- temporais) de idosos com DP, havendo um limiar para o início do efeito da tarefa dupla cognitiva na locomoção. Assim, o objetivo deste estudo foi investigar o efeito da dificuldade da tarefa cognitiva concomitante com demanda de memória de trabalho nos parâmetros espaço-temporais da locomoção de idosos com DP e idosos neurologicamente saudáveis. Ainda, o estudo tem o objetivo de determinar qual o nível de dificuldade da tarefa cognitiva concomitante com demanda de memória de trabalho começa a influenciar os parâmetros espaço-temporais de idosos com DP.

2.2 Materiais e método

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. Os participantes forneceram o consentimento para participação no estudo através do termo de comprometimento livre e esclarecido aprovado pelo Comitê de Ética local (CAAE: 78660517.2.0000.5398). Para uma melhor validade ecológica do estudo os participantes realizaram as avaliações clínica, cognitiva e do andar sem e com tarefa dupla cognitiva em estado “ON” da medicação dopaminérgica (aproximadamente 1 hora após a dose de medicação).

2.2.1 Participantes

Participaram deste estudo 14 idosos com DP (de ambas variadas fenotípicas: rígido-acinético e tremor) e 14 idosos neurologicamente saudáveis (grupo controle - GC). Os participantes do grupo DP foram selecionados junto a centros especializados da região de Bauru-SP, especialmente do projeto de extensão ATIVA PARKINSON - UNESP- Bauru, além disso para participar do estudo os participantes com DP deveriam apresentar o diagnóstico de um neurologista que indique a presença de DP determinados pelo Banco de Cérebro de Londres (HUGHES et al., 1992). O número de participantes no presente estudo foi determinado através do software “G power” utilizando o artigo de Bond e colaboradores (2000). O número mínimo de nove participantes por grupo representa um índice de probabilidade de encontrar diferença significativa em 0,95 e valor de α : 0,05

Como critério de inclusão, os idosos com DP deveriam estar sob tratamento medicamentoso. Além disso, foram estabelecidos também os seguintes critérios de exclusão: i) idosos com DP: 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), presença de discinesia devido a doença que afete a locomoção, e déficits cognitivos que impossibilitassem a realização da tarefa, escore menor que 24 no Mini Exame do Estado Mental – MEEM (ALMEIDA, 1998) ajustado de acordo com a escolaridade (BRUCKI et al., 2003), histórico de problemas ortopédicos e de visão que interferissem o cumprimento do protocolo experimental.. ii) grupo controle: déficits cognitivos que impossibilitassem a realização da tarefa, escore menor que 24 no MEEM, histórico de problemas ortopédicos, de visão e vestibulares (vertigem) que interferissem na realização do protocolo experimental.

2.2.2 Avaliação clínica e cognitiva

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

O mesmo avaliador avaliou os participantes através de escalas consideradas padrão ouro para avaliação clínica da DP. Para os idosos com DP, a escala de H&Y foi utilizada para identificar o estágio evolutivo da doença, a existência da unilateralidade/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 identificado o estágio da doença de cada paciente. O grau de acometimento da DP foi avaliado através da UPDRS (FAHN e 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 determinado pela pontuação obtida: quanto maior a pontuação, mais acometido se encontra o paciente.

Para ambos os grupos (idoso com DP e grupo controle) foi avaliado as condições cognitivas através do MEEM e a Avaliação Cognitiva Montreal - MoCA (ROMANN et al., 2012). O MEEM é composto de questões tipicamente agrupadas em sete categorias: orientação para tempo e local, registro de palavras, atenção e cálculo, lembrança de palavras mencionadas, linguagem e capacidade construtivo visual, utilizado para um rastreio das funções cognitivas. Quanto maior a pontuação obtida no MEEM, menor é o

comprometimento cognitivo. O MoCA é utilizado como um instrumento para rastreio cognitivo especificamente para avaliar formas mais ligeiras do declínio cognitivo examinando função executiva, capacidade viso-espacial, memória de curto prazo, atenção, concentração e memória de trabalho, linguagem e orientação temporal e espacial. A máxima pontuação desse teste são 30 pontos, sendo considerado normal uma pontuação maior ou igual a 26 pontos.

2.2.3 Avaliação do andar sem e com tarefa dupla cognitiva

Os participantes caminharam em sua velocidade preferida por 25 s, de forma ininterrupta sob uma passarela, em cada tentativa. Realizando idas e vindas na passarela, sempre parando ao fim da passarela e realizando a mudança de direção parado. Para efeito de segurança, um avaliador acompanhou os participantes durante a execução da tarefa em todas as tentativas.

Nas tentativas com tarefa dupla cognitiva, foi utilizado um áudio de 25 s gravado antecipadamente que apresentava uma sequência de doze números. Os números apresentados foram de 0 a 9, sendo que cada sequência era composta por doze números distintos e a ordem em que os números aparecem se altera em cada condição. Os participantes foram instruídos a quantificar quantas vezes um determinado número escolhido ou mais números escolhidos pelo avaliador foi falado no áudio durante a tarefa. Por exemplo, foi pedido para o participante que ele conte (memorize), sem usar os dedos da mão ou em voz alta, quantas vezes o número 2 apareceu na sequência que foi falada durante a tarefa motora, por exemplo, 0 2 2 4 1 1 5 6 2 1 2 5. Após o término da tentativa era perguntado quantas vezes o número 2 apareceu no áudio. Os números falados pelo áudio não tiveram uma frequência constante de apresentação para evitar que o participante utilizasse como dica auditiva (realizando o contato com o solo ao mesmo

tempo em que o áudio é apresentado). A sequência dos números falados dependia da condição experimental do estudo. Para o aumento gradual da dificuldade nas condições do estudo, algumas condições o participante era informado que deveria contabilizar quantas vezes mais de um único número determinado era falado na sequência, aumentando assim o grau de incerteza se o indivíduo deveria contabilizar ou não o número falado na sequência (Tabela 1). Em todas as condições foi mantida a quantidade de números que eram apresentados na sequência. Ainda, a quantidade de vezes que um determinado número aparece na sequência era aleatória. Em cada condição com tarefa dupla cognitiva foi anotado se houve acerto (indicação correta do número de vezes que o número pedido foi falado, no exemplo, 4 vezes) ou erro (indicação incorreta do número de vezes que o número pedido foi falado, no exemplo, 2 vezes) da tarefa cognitiva, e foi calculado o erro absoluto (diferença entre a resposta certa e a resposta dada pelo participante – no exemplo, se o participante falasse “2”, a amplitude do erro seria: $4 - 2 = 2$). Nas condições com tarefa cognitiva, foi dada a seguinte instrução ao participante: “O(A) senhor(a) ouvirá uma sequência de números. O(a) senhor(a) deverá contar, mentalmente, quantas vezes o número X apareceu na gravação. O(a) senhor(a) não poderá contar em voz alta ou utilizar os dedos para a contagem. Quando o a tarefa acabar, eu vou perguntar para o senhor quantas vezes o número apareceu na sequência”.

Os participantes realizaram três tentativas do andar sem tarefa cognitiva concomitante e três tentativas do andar com tarefa cognitiva concomitante nas seguintes condições (tabela 1): 1) sequência com somente um número (por exemplo, 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1) – participante teve que informar quantas vezes um número indicado apareceu na sequência (tarefa muito fácil); 2) sequência com seis números (por exemplo, 0 2 2 4 1 1 5 6 2 1 2 5) – participante teve que informar quantas vezes um número indicado apareceu na sequência (tarefa fácil); 3) sequência com seis números (por exemplo, 0 2 4

1 2 5 6 2 1 1 2 5) – participante teve que informar quantas vezes dois números indicados apareceram na sequência (tarefa moderada); 4) sequência aleatória de seis números (por exemplo, 0 2 2 4 1 1 5 6 2 1 2 5) – participante teve que informar quantas vezes três números indicados apareceram na sequência (tarefa razoavelmente difícil); 5) sequência com seis números (por exemplo, 0 2 2 4 1 1 5 6 2 1 2 5) – participante teve que informar quantas vezes os quatro números indicados apareceram na sequência (tarefa difícil). A ordem das condições foi randomizada entre os participantes. Os participantes realizaram um total de 18 tentativas. A cada 6 tentativas foi realizado um período de 1 minuto de descanso para evitar efeitos de cansaço e/ou fadiga.

Tabela 1. Exemplos de condições com tarefa dupla

Condição	Áudio	Nº Coringa	Resposta da Tarefa	Incerteza
tarefa muito fácil	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	1	12 vezes	0
tarefa fácil	0 2 2 4 1 1 5 6 2 1 2 5	1	3 vezes	0,16
tarefa moderada	0 2 2 4 1 1 5 6 2 1 2 5	1 e 2	7 vezes	0,33
tarefa razoavelmente difícil	0 2 2 4 1 1 5 6 2 1 2 5	1; 2 e 5	9 vezes	0,50
tarefa difícil	0 2 2 4 1 1 5 6 2 1 2 5	1; 2; 5 e 6	10 vezes	0,66

2.2.5 Coleta e análise dos dados

Para coleta de dados espaço-temporais foi utilizado um sistema de aquisição de dados da Vicon Motion System® com 8 câmeras (Bonita System Cameras) com frequência de coleta de 200 Hz, utilizando o modelo o Plug-in-Gait Full Body model

(Vicon®) com marcadores passivos (39). Os dados foram filtrados através de um filtro passa baixa Buttherworth de 5ª ordem (zero-lag) e frequência de corte de 6 Hz.

Para o cálculo dos parâmetros espaço-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 analisados de 5 a 15 passos (definido como o contato do calcanhar de um membro inferior até o contato do calcanhar do membro inferior contralateral) realizados na parte central da passarela para cada tentativa, evitando que as fases de aceleração e desaceleração (início e fim da passarela, respectivamente) fossem analisadas. Os parâmetros espaço-temporais de interesse para cada passo foram o comprimento, largura, duração e velocidade do passo, porcentagem em duplo suporte. Além disso, foi analisada para cada variável a variabilidade interpassos (ALMEIDA et al., 2005; SIMIELI et al., 2017) que indica a variabilidade entre os passos dentro de uma mesma tentativa, fornecendo informações sobre modulações entre os passos realizados, ajudando na análise do controle online da ação dos participantes. Para o cálculo destas variabilidades foi utilizado o coeficiente de variação (HAUSDORFF; RIOS; EDELBERG, 2001; SIMIELI et al., 2017). Finalmente, foi calculado o custo da tarefa cognitiva e da tarefa motora em cada condição de andar com tarefa dupla cognitiva (HALL et al., 2011) e o índice de simetria entre os passos (BARBIERI et al., 2017).

2.2.6 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 estão apresentados como valor médio, desvio padrão e amplitude. Os dados das escalas cognitivas foram comparados entre os grupos através do teste não paramétrico de

Wilcoxon. O erro absoluto para as tarefas realizadas sentadas e andando foram comparadas através de ANOVAs com dois fatores (2 grupos: idosos com DP, grupo controle; X 6 condições: muito fácil, fácil, moderado, razoavelmente difícil e difícil), com medidas repetidas para condição. Os parâmetros espaço-temporais, incluindo variabilidade e do custo da tarefa foram analisados por meio de ANOVAs com dois fatores (2 grupos: idosos com DP, grupo controle X 6 condições: andar sem tarefa dupla cognitiva e andar com tarefa dupla cognitiva muito fácil, fácil, moderado, razoavelmente difícil e difícil), com medidas repetidas para condição. Os pressupostos da ANOVA foram testados através do teste de esfericidade (Mauchly) e do teste de igualdade das variâncias (Levene). Assim, para as variáveis que violarem os pressupostos, foram utilizados os valores referentes ao teste de Greenhouse-Geisser disponíveis na ANOVA e indicados como correções para tais casos. Além disso, testes Post hoc de Tukey, com níveis de significância ajustados, foram utilizados quando interação significativa entre os fatores for indicada.

2.3 Resultados

A Tabela 2 apresenta as características antropométricas e cognitivas dos idosos com DP e do grupo controle. Não houve diferença significativa entre os grupos para idade, estatura, massa corporal, MEEM e MoCA ($p>0,05$).

Tabela 2. Médias e desvios padrão dos dados antropométricos e clínicos dos participantes.

Grupo	Idade (anos)	Estatura (m)	Massa Corporal (kg)	MEEM (pts)	MoCA (pts)	H&Y
DP	69±5	1,66±0,07	74,8±15,2	28,2±1,1	27,2±1,5	2,2±0,3
GC	67±5.	1,65±0,10	75,6±12,5	27,8±2,2	26,7±1,6	-
p	0,36	0,76	0,87	0,59	0,35	-
Grupo	UPDRS (pts)					
DP	29,2±11,2					
GC	-					
p	-					

2.3.1 Erros na tarefa cognitiva

A ANOVA indicou efeito principal para tarefa durante a realização da tarefa simples ($F_{4,104} = 19,269$; $p < 0,001$). Quando os participantes realizaram a tarefa RD sentados, houve maior erro na tarefa cognitiva quando comparado com a realização das tarefas MF e F sentado ($p < 0,001$). Ainda, quando foi realizada tarefa D sentado, houve maior erro na tarefa cognitiva quando comparado com a realização das tarefas MF, F e M sentado ($p < 0,001$). Não houve efeito principal para grupo ($F_{1,26} = 0,14$; $p = 0,907$) e a ANOVA não apresentou interação entre grupo x tarefa ($F_{4,104} = 1,658$; $p = 0,165$).

Para a realização das tarefas cognitivas com a marcha a ANOVA indicou efeito principal para tarefa ($F_{4,104} = 21,107$; $p < 0,001$), onde o teste post-hoc indicou maior erro

da tarefa cognitiva durante a marcha quando as tarefas M, D e RD foram realizadas em comparação com quando a tarefa F ($p < 0,001$) foi realizada. Ainda, houve maior erro quando as tarefas cognitivas RD e D foram realizadas concomitantemente com o andar em comparação a realização do andar com as tarefas cognitivas F e MF ($p < 0,003$). A ANOVA indicou que não houve efeito principal para grupo ($F_{1,26} = 1,300$; $p = 0,265$) e não apresentou interação entre grupo x tarefa ($F_{4,104} = 0,102$; $p = 0,982$).

Tabela 3. Valor total do erro absoluto durante a realização da tarefa cognitiva sentado e com o andar

Grupo	MF	F	M	RD	D
Tarefa Dupla – concomitantemente com a marcha					
DP	11	8	21	36	59
GC	8	2	10	30	52
Tarefa Simples - Sentado					
DP	1	1	8	12	15
GC	2	0	2	11	21

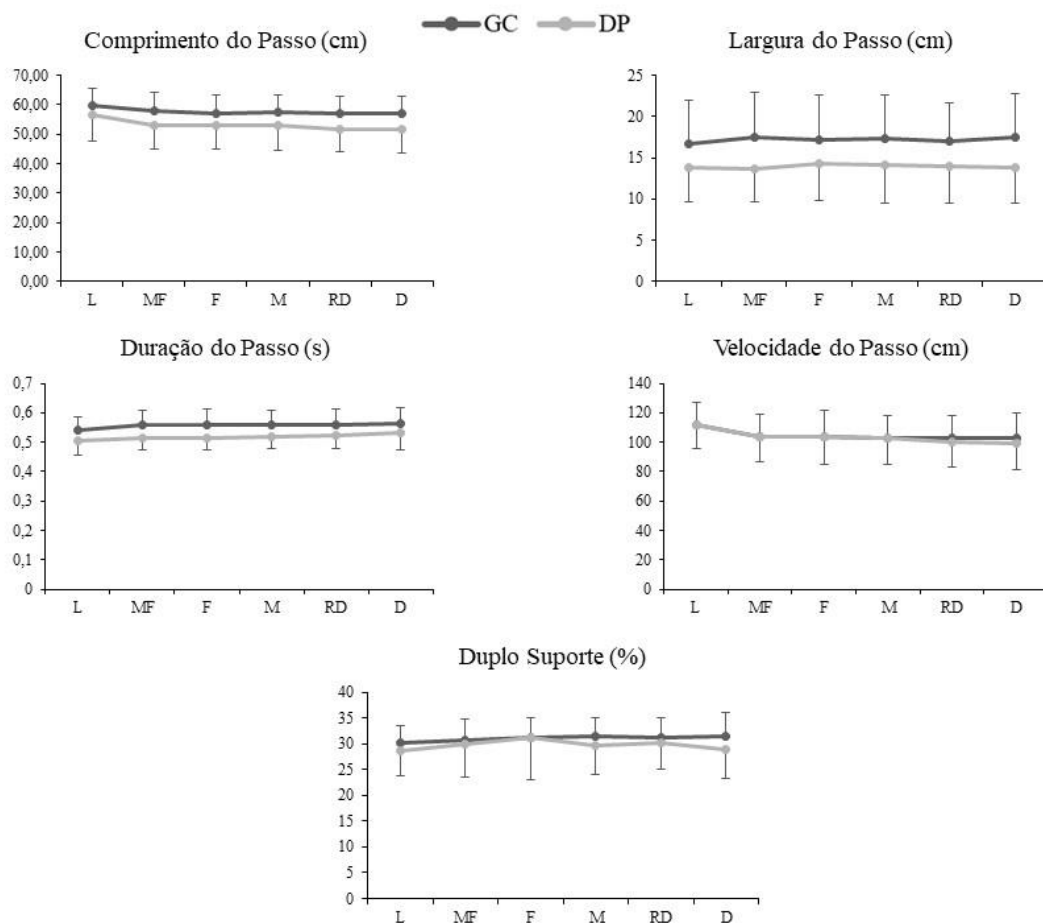
2.3.2 Parâmetros espaço-temporais

Para grupo a ANOVA indicou efeito principal para a duração do passo ($F_{1,26} = 4,981$; $p < 0,034$) (Figura 1). O grupo controle apresentou maior duração do passo quando comparado com o grupo DP ($p < 0,03$) (Figura 1).

A ANOVA indicou efeito principal para tarefa no comprimento do passo ($F_{5,130} = 18,867$; $p < 0,001$) e duração do passo ($F_{5,130} = 4,831$; $p < 0,001$) (Figura 1). Nas tentativas de andar sem tarefa cognitiva concomitante, os participantes apresentaram maior comprimento do passo quando comparado com as condições com tarefa cognitiva

concomitante ($p < 0.001$). Ainda, quando os participantes realizaram a condição MF, houve maior comprimento do passo em comparação com a condição D ($p < 0,01$). Para a duração, houve maior duração do passo na condição D quando comparado com a condição sem tarefa cognitiva concomitante ($p < 0,01$). Por fim, não houve interação para grupo x tarefa ($F_{2,25} = 0,925$; $p = 0,645$).

Figura 1. Média e desvios padrão dos parâmetros espaço-temporais. L = andar sem tarefa dupla concomitante; MF = tarefa cognitiva muito fácil; F = tarefa cognitiva fácil; M = tarefa cognitiva moderada; RD = tarefa cognitiva razoavelmente difícil; D = tarefa cognitiva difícil.



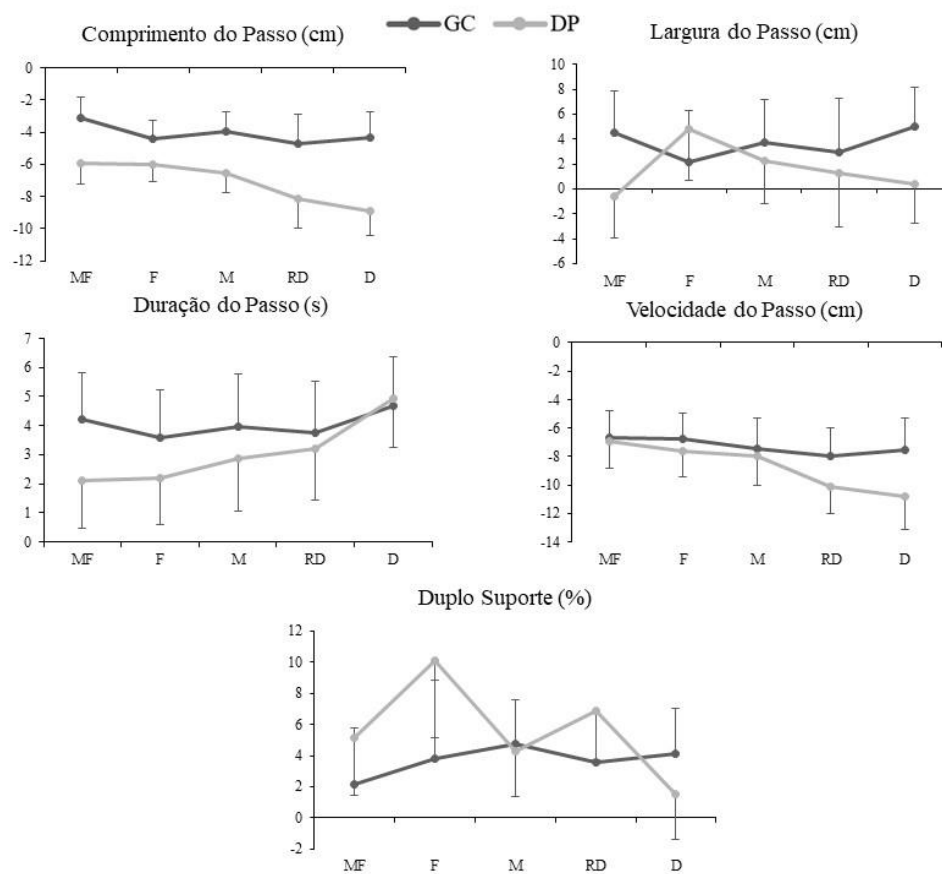
2.3.3. Custo da Tarefa

Não houve efeito principal para grupo ($F_{1,26} = 2,838$; $p = 0,104$). A ANOVA indicou que houve efeito principal para tarefa para o comprimento do passo ($F_{4,104} = 2,999$; $p < 0,02$) e velocidade do passo ($F_{4,104} = 3,276$; $p < 0,014$) (Figura 2). Houve maior

custo quando a tarefa D foi realizada com a marcha para o comprimento ($p<0,007$) e velocidade do passo em comparação com quando a tarefa MF foi realizada com a marcha ($p<0,05$) (Figura 2).

A ANOVA também apresentou interação para grupo x tarefa para o comprimento do passo ($F_{4,104} = 9,612$, $p<0,037$), duração do passo ($F_{4,104} = 3,472$, $p<0,018$) e velocidade do passo ($F_{4,104} = 2,112$, $p<0,025$) (Figura 2). O grupo DP apresentou um maior custo para o comprimento do passo que o grupo controle na condição D ($p<0,04$). Ainda, para o grupo DP houve maior custo da tarefa para o comprimento do passo na condição D quando comparada com as condições MF, F e M. Para a duração do passo, o grupo DP apresentou um maior custo quando a condição D foi realizada com a marcha em comparação com quando a condição MF foi realizada com a marcha ($p<0,02$). Para a velocidade do passo, o grupo DP apresentou maior custo na condição RD e D realizadas concomitante com a marcha quando comparada com a condição MF realizada concomitante com a marcha ($p<0,03$), e maior custo na condição D quando comparada com as condições F e M ($p<0,05$). Não houve efeito significativo para o grupo controle.).

Figura 2. Médias e desvios padrão do custo da tarefa. MF = tarefa cognitiva muito fácil; F = tarefa cognitiva fácil; M = tarefa cognitiva moderada; RD = tarefa cognitiva razoavelmente difícil; D = tarefa cognitiva difícil.



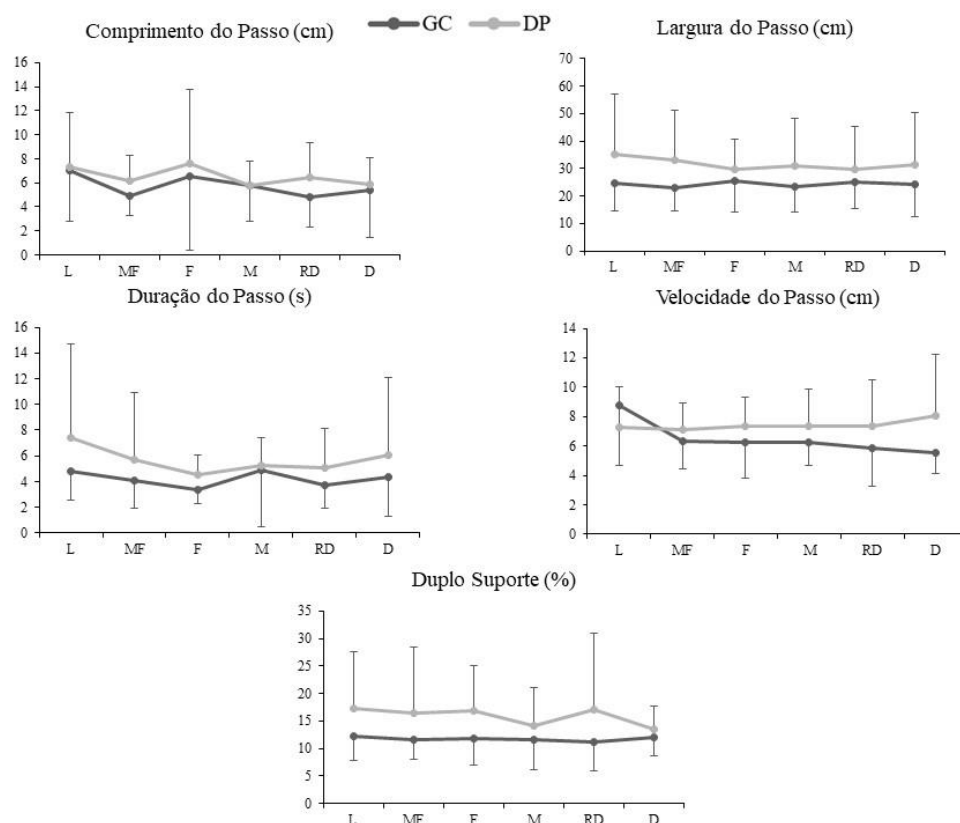
2.3.4. Variabilidade da Marcha

A ANOVA apresentou efeito principal para grupo para a variabilidade do tempo de duplo suporte do passo ($F_{1,26} = 7,897$; $p < 0,009$) (Figura 3). O grupo DP apresentou maior variabilidade do tempo de duplo suporte quando comparado com o grupo controle. Não houve efeito principal para tarefa ($F_{5,130} = 19,76$; $p = 0,086$) (Figura 3).

A ANOVA indicou que houve interação para grupo x tarefa para a variabilidade da velocidade do passo ($F_{5,130} = 2,858$; $p < 0,018$) (Figura 3). O grupo DP apresentou maior variabilidade para a variabilidade da velocidade do passo nas tentativas do andar com a tarefa D quando comparado com o grupo controle ($p < 0,038$). Ainda, o grupo controle

apresentou maior variabilidade da velocidade do passo durante a realização do andar sem tarefa dupla concomitante comparado com todas as condições com andar e tarefa dupla concomitante ($p < 0,022$).

Figura 3. Médias e desvio padrão da variabilidade da marcha. L = andar livre; MF = tarefa cognitiva muito fácil; F = tarefa cognitiva fácil; M = tarefa cognitiva moderada; RD = tarefa cognitiva razoavelmente difícil; D = tarefa cognitiva difícil.



2.4 Discussão

A hipótese do estudo foi que uma tarefa cognitiva concomitante muito fácil não afeta a locomoção de idosos com DP, havendo um limiar de dificuldade para o início do efeito da tarefa dupla cognitiva nos parâmetros espaço-temporais da marcha. Se olharmos somente para os parâmetros espaço-temporais da marcha, nossa hipótese não foi confirmada. Os resultados dos parâmetros espaço-temporais da marcha mostraram que qualquer dificuldade de uma tarefa dupla cognitiva com demanda de memória de trabalho

afeta a locomoção de idosos com DP e neurologicamente saudáveis. Este resultado parece contrariar a teoria de que existe uma reserva cognitiva que é acessada como recurso compensatório para a realização das duas tarefas simultaneamente (HOLTZER et al., 2011). Contudo, quando o custo da tarefa cognitiva na marcha foi analisado, parece que realmente existe um recurso compensatório que é ajustado de acordo com a dificuldade da tarefa dupla cognitiva realizada durante a marcha em idosos com DP. Os resultados de custo da tarefa parecem indicar que a partir da tarefa cognitiva difícil há um aumento significativo dos efeitos da tarefa cognitiva nos parâmetros espaço-temporais da marcha em idosos com DP, o que não ocorreu no grupo controle. Este achado parece corroborar com a literatura que tarefas mais complexas interferem mais nos parâmetros espaço-temporais da marcha (STROUWEN et al., 2016). Entretanto, vale ressaltar que este é o primeiro estudo que manipula a dificuldade de uma mesma tarefa cognitiva, enquanto os estudos anteriores manipularam a dificuldade de tarefas cognitivas distintas. Assim, é preciso certa cautela na interpretação dos resultados. A partir dos resultados apresentados, nos parágrafos seguintes serão apresentadas interpretações para explicar o efeito negativo de qualquer tarefa cognitiva, independente da dificuldade, nos parâmetros espaço-temporais do andar de idosos com DP, e explicações para um possível maior efeito negativo de tarefas cognitivas mais difíceis em comparação à tarefas cognitivas mais fáceis nos parâmetros espaço-temporais do andar de idosos com DP, favorecendo assim a teoria de capacidade de processamento cognitivo que é ajustada para compensar os efeitos da tarefa dupla cognitiva na marcha desta população.

O efeito da tarefa dupla cognitiva nos parâmetros espaço-temporais da marcha em idosos com DP e neurologicamente saudáveis é independente da dificuldade da tarefa dupla cognitiva. Ambos os grupos diminuíram o comprimento do passo quando realizaram qualquer uma das tarefas dupla cognitivas. Os resultados corroboram com a literatura que

indica que idosos com DP tendem a reduzir o comprimento do passo ao realizar tarefas cognitivas simultâneas ao andar (BLOEM et al., 2001a; CAMICIOLI et al., 1998; GALLETLY; BRAUER, 2005; MORRIS et al., 1996; ROCHESTER et al., 2004). Essa mudança no comprimento do passo durante andar pode ser explicada pela degeneração da circuitaria do putâmem, fazendo com que o idoso com DP faça uso da circuitaria associativa do estriado, que é responsável pelo comportamento dirigido a meta (REDGRAVE et al., 2010), apresentando um comportamento mais lento e não automatizado (REDGRAVE et al., 2010; YOGEV-SELIGMANN; HAUSDORFF; GILADI, 2012). Além disso, esse déficit causado no andar pode ser explicado devido ao andar não ser uma atividade apenas motora e depender de funções cognitivas (YOGEV-SELIGMANN; HAUSDORFF; GILADI, 2008), como função executiva, memória de trabalho, velocidade de processamento e habilidades atencionais, que já estão deterioradas nesta população (YOGEV-SELIGMANN; HAUSDORFF; GILADI, 2008). Contudo, nossos resultados indicam que idosos neurologicamente sadios apresentaram o mesmo comportamento, o que parece indicar que o “simples” processo de envelhecer afeta o desempenho de tarefa dupla cognitiva realizada junto com o andar. Uma possível explicação para isso seria que os idosos não estão dando prioridade para marcha e sim para a tarefa cognitiva concomitante fazendo um uso da estratégia “posture second”, estudos anteriores mostram que idosos saudáveis e até mesmo adultos jovens podem ter sua marcha afetada ao realizar uma tarefa concomitante (YOGEV-SELIGMANN; HAUSDORFF; GILADI, 2012). Desta forma, a realização das duas tarefas gera uma competição por recursos compensatórios que parece afetar os parâmetros da marcha independente da dificuldade da tarefa cognitiva.

Uma tarefa cognitiva concomitante de nível difícil parece aumentar o custo do andar em idosos com DP em comparação à uma tarefa cognitiva concomitante de nível

fácil/moderado. Uma possível explicação para este resultado é que tarefas cognitivas concomitantes de nível difícil aumentam a sobrecarga cognitiva, afetando a capacidade compensatória que o sistema pode realizar. Assim, a teoria de reserva cognitiva parece ocorrer, sendo que os ajustes do andar em pessoas com DP ocorrem somente quando o sistema cognitivo é altamente sobrecarregado. Grande parte das teorias cognitivas assumem que os recursos cognitivos são limitados e em situações com mais de uma tarefa necessitam atenção ocorre uma competição entre as tarefas, levando a uma interferência em uma dessas tarefas (STEGEMOLLER et al., 2014). No caso do nosso estudo, o desempenho da tarefa cognitiva durante o andar somente foi afetado na tarefa cognitiva difícil/muito difícil, bem como o custo da tarefa de andar, em idosos com DP. Dessa forma, nossa tarefa difícil parece gerar uma maior competição entre os recursos cognitivos em idosos com DP, o que parece indicar a tarefa cognitiva de nível difícil realizada juntamente com o andar foi capaz de esgotar a reserva cognitiva dos idosos com DP. Estudos anteriores (GALLETLY; BRAUER, 2005; STROUWEN et al., 2016) apontam que a complexidade e o tipo da tarefa secundária influenciam o efeito que a tarefa cognitiva concomitante causa na marcha de idosos com DP. Este é um efeito prejudicial para o idoso com DP que pode ter dificuldade/problemas para realizar tarefas dupla complexas no dia-a-dia comprometendo assim sua qualidade de vida.

Apesar dos achados interessantes, o estudo possui algumas limitações. O local de coleta não permitiu que fosse avaliado o andar contínuo dos participantes do estudo, sendo analisado o andar apenas em tentativas discretas (idas e vindas com paradas ao fim da passarela). Os idosos com DP participantes do estudo participam de um grupo de atividade física que pode melhorar o andar desses idosos em situações de dupla tarefa, enquanto para o grupo controle não foi realizado um questionamento prévio a respeito da prática de atividade física. Porém o andar dos participantes de forma geral foi

influenciado pela tarefa concomitante quando comparado com o andar livre. Para estudos futuros recomenda-se que o fator de prática de atividade física seja considerado.

Mediante aos resultados do nosso estudo, algumas recomendações podem ser feitas. Apesar da literatura indicar que idosos com DP devem evitar situações de dupla tarefa com o andar (MORRIS. et al., 2005; MORRIS et al., 1996), nossos resultados parecem, pelo menos em parte, que isso pode ser dependente da tarefa cognitiva dupla realizada. Para tarefas cognitivas com demanda de memória de trabalho parece que o andar é acometido independente do seu nível de dificuldade e indicando que ao aumentar a dificuldade dessa tarefa os déficits na marcha aumentam. Além disso, existem algumas técnicas relacionadas a dicas e intervenções motoras-cognitivas que podem auxiliar na melhora da realização deste tipo de tarefa (BRAUER; MORRIS, 2010; CANNING; ADA; WOODHOUSE, 2008; GALLETTY; BRAUER, 2005).

2.5 Conclusão

Podemos concluir que a presença de uma tarefa cognitiva concomitante com demanda cognitiva de memória de trabalho prejudica o andar de idosos saudáveis e idosos com DP para os parâmetros espaço-temporais. Contudo, ainda não é claro que existe um limiar de dificuldade da tarefa dupla cognitiva para que ocorra efeitos negativos no andar de pessoas com DP. Alguns dos nossos resultados parecem sugerir que sim, enquanto outros resultados parecem sugerir que não. Assim, parece que tanto idosos neurologicamente saudáveis quanto idosos com DP parecem conseguir utilizar recursos compensatórios apenas em algumas tarefas dupla cognitivas. Com isso, sugerimos que futuros estudos possam abordar mais profundamente esta questão, por exemplo, analisando a atividade cortical durante a realização das tarefas, para esclarecer qual

dificuldade de uma tarefa dupla cognitiva tem efeito negativo na locomoção de pessoas com DP.

CAPÍTULO 3

INFLUÊNCIA DO DOMÍNIO COGNITIVO DA TAREFA DUPLA CONCOMITANTE NO ANDAR EM IDOSOS COM DOENÇA DE PARKINSON

3.1 Introdução

A complexidade de uma tarefa cognitiva pode ser alterada pelo aumento do nível de dificuldade da tarefa e pelo domínio cognitivo que a tarefa exige. Estudos anteriores têm focado o interesse em entender o efeito da dificuldade da tarefa dupla na locomoção de idosos com doença de Parkinson (DP) (GALLETLY; BRAUER, 2005; STROUWEN et al., 2016), apesar de não terem uma resposta clara sobre este efeito. Entretanto, nenhum estudo teve a preocupação de verificar a influência do domínio cognitivo da tarefa dupla na locomoção de idosos com DP. Stegemoller e colaboradores (2014) indicaram que os parâmetros locomotores são influenciados de acordo com o domínio cognitivo exigido pela tarefa dupla em idosos com DP. Os autores relataram que a atenção é diretamente relacionada à velocidade da marcha e o comprimento do passo, a flexibilidade mental é relacionada aos parâmetros de estabilidade, como a largura do passo, e a memória de trabalho não apresentou nenhuma relação com as variáveis da marcha (STEGEMOLLER et al., 2014). Apesar desse estudo analisar diferentes tipos de tarefas, este não faz uma análise com os parâmetros da marcha, apenas relaciona que o efeito da tarefa dupla tem relação com o tipo da tarefa cognitiva.

Dentro deste contexto, o objetivo deste estudo foi analisar o efeito da demanda cognitiva (flexibilidade mental, memória de trabalho e resposta a inibição) da tarefa concomitante nos parâmetros espaço-temporais da locomoção em idosos com DP e idosos neurologicamente saudáveis. Era esperado que o efeito da tarefa cognitiva concomitante nos parâmetros espaço-temporais do andar ocorresse de acordo com o domínio cognitivo da tarefa cognitiva (e.g. tarefa dupla de flexibilidade mental aumenta a largura do passo).

3.2 Método

3.2.1. Participantes

Os idosos com DP foram selecionados da mesma forma do Estudo 1. Participaram deste estudo 14 idosos com DP e 14 idosos neurologicamente sadios (grupo controle). O número de participantes no presente estudo foi determinado através do software “G power” utilizando o artigo de Simieli e colaboradores (2017). O número mínimo de 12 participantes por grupo representa um índice de probabilidade de encontrar diferença significativa em 0,95 e valor de α : 0,05. Os mesmos critérios de exclusão do Estudo 1 foram utilizados neste estudo. Os idosos com DP e o grupo controle realizaram as mesmas avaliações cognitivas e clínicas do Estudo 1, além de realizarem duas avaliações cognitivas para este estudo o teste de Stroop e o Subteste do WISC-III. No teste de stroop é avaliado a resposta a inibição e geração de resposta. O teste requer que os participantes falem o nome da cor da tinta de palavras coloridas impressas em tinta incongruente da forma mais rápida e precisa possível, e em uma tarefa de controle para nomear a cor da tinta de retângulos coloridos da forma mais rápida e precisa possível. O tempo gasto para concluir cada teste e os erros corrigidos e não corrigidos são registrados. A diferença dos dois tempos de conclusão das tarefas de interferência e controle fornece uma medida do efeito Stroop (DIRNBERGER; JAHANSHAH, 2013). O Subteste do WISC-III, avalia a atenção e memória de trabalho. O teste requer que o participante repita uma sequência de números pronunciadas pelo examinador na mesma ordem, conforme o participante obtém sucesso em repetir a sequência falada pelo examinador muda-se a sequência acrescentando um dígito até que ele erre duas vezes. Em seguida é realizado o mesmo procedimento, porém o participante deve repetir os números da sequência na ordem inversa. A pontuação do teste é o resultado da soma dos acertos na ordem direta e inversa

(FIORELLI et al., 2018). Os idosos com DP foram avaliados em estado “ON” da medicação dopaminérgica.

3.2.2 Avaliação do andar com tarefa dupla de acordo com os domínios cognitivos

Os mesmos procedimentos relacionados a locomoção do Estudo 1 foram realizados neste estudo (velocidade preferida, 25 s de locomoção, trajeto do andar, segurança dos participantes, entre outros). Os participantes realizaram 12 tentativas distribuídas em quatro condições (3 tentativas em cada condição): andar sem tarefa cognitiva concomitante, andar com tarefa cognitiva concomitante com demanda de flexibilidade mental, andar com tarefa cognitiva concomitante com demanda de memória de trabalho e andar com tarefa cognitiva concomitante com demanda de resposta a inibição.

Para a tarefa dupla com demanda de dupla com demanda de flexibilidade mental (contagem), os participantes eram instruídos a realizar mentalmente uma sequência cálculos matemáticos (12 cálculos) reproduzidos por um áudio durante cada tentativa (25 s). Os cálculos foram adições que deveriam ser realizadas juntamente com o andar. Por exemplo, $1+1+2+3+4-5+1$. No final da tentativa, o participante informava o resultado do cálculo, sendo anotado se houve acerto ou erro no cálculo. Para a tarefa dupla com demanda de inibição a resposta (Stroop), os participantes foram instruídos a realizar um teste adaptado de Stroop auditivo (STROUWEN et al., 2016) durante cada tentativa. O participante ouviu um áudio que informava as palavras “alto” ou “baixo” em tons altos e baixos. As palavras apareciam 12 vezes no áudio em quatro combinações: palavra “alto” confirmando (alto em tom alto), ou não (alto em tom baixo), e palavra “baixo” confirmando (baixo em tom baixo), ou não (baixo em tom alto). Os participantes serão instruídos a responder, o mais rápido possível durante o andar, se a palavra falada tinha

um tom baixo ou alto, ignorando o conteúdo da frase. Serão contabilizados o acerto e o erro na tarefa. Para a tarefa dupla com demanda de memória de trabalho, foi utilizado a condição difícil (D) da tarefa do Estudo 1 pois essa foi a que pareceu causar maiores efeitos significativos no andar. Foi anotado se houve acerto ou erro da tarefa cognitiva da mesma forma que o Estudo 1. Tentando manter o nível de dificuldade semelhante entre as condições o número de informações dadas nos áudios foi o mesmo.

Antes dos participantes realizarem o andar com tarefa dupla cognitiva concomitante, eles realizaram cada tarefa cognitiva de forma isolada e sentados em uma cadeira para o cálculo do custo cognitivo (HALL et al., 2011). Foram realizadas três tentativas de cada condição de tarefa cognitiva. Foi computado a quantidade de erros e acertos para cada condição.

3.2.3 Coleta e análise dos dados

Para coleta de dados espaço-temporais foi utilizado um sistema de aquisição de dados da Vicon Motion System® com 8 câmeras (Bonita System Cameras) com frequência de coleta de 200 Hz, utilizando o modelo o Plug-in-Gait Full Body model (Vicon®) com marcadores passivos (39). Os dados foram filtrados através de um filtro passa baixa Butterworth de 5ª ordem (zero-lag) e frequência de corte de 6 Hz.

Para o cálculo dos parâmetros espaço-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 analisados de 5 a 15 passos (definido como o contato do calcanhar de um membro inferior até o contato do calcanhar do membro inferior contralateral) realizados na parte central da passarela para cada tentativa, evitando que as fases de aceleração e desaceleração (início e fim da passarela, respectivamente) fossem analisadas. Os parâmetros espaço-temporais de

interesse para cada passo foram o comprimento, largura, duração e velocidade do passo, porcentagem em duplo suporte. Além disso, foi analisada para cada variável a variabilidade interpassos (ALMEIDA et al., 2005; SIMIELI et al., 2017) que indica a variabilidade entre os passos dentro de uma mesma tentativa, fornecendo informações sobre modulações entre os passos realizados, ajudando na análise do controle online da ação dos participantes. Para o cálculo destas variabilidades foi utilizado o coeficiente de variação (HAUSDORFF; RIOS; EDELBERG, 2001; SIMIELI et al., 2017). Finalmente, foi calculado o custo da tarefa cognitiva e da tarefa motora em cada condição de andar com tarefa dupla cognitiva (HALL et al., 2011) e o índice de simetria entre os passos (BARBIERI et al., 2017).

3.2.4 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 estão apresentados como no Estudo 1. Os dados das escalas cognitivas foram comparados entre os grupos através do teste não paramétrico de Wilcoxon. Os parâmetros espaço-temporais, incluindo variabilidade, índice de simetria, e do custo da tarefa foram analisados por meio de ANOVAs com dois fatores (2 grupos: idosos com DP, grupo controle X 4 condições: andar sem tarefa dupla concomitante, andar com tarefa dupla concomitante com demanda de flexibilidade mental, de atenção e da memória de trabalho), com medidas repetidas para condição. Os pressupostos da ANOVA foram testados através do teste de esfericidade (Mauchly) e do teste de igualdade das variâncias (Levene). Assim, para as variáveis que violaram os pressupostos, foram utilizados os valores referentes ao teste de Greenhouse-Geisser disponíveis na ANOVA e indicados

como correções para tais casos. Além disso, testes post hoc de Tukey foram utilizados quando interação significativa entre os fatores foi indicada.

3.3 Resultados

A Tabela 4 apresenta as características antropométricas e cognitivas dos idosos com DP e do grupo controle. O teste-t não apontou diferença significativa entre os grupos para idade, estatura, massa corporal, MEEM, MoCA, Stroop e Subteste do WISC-III.

Tabela 4. Médias e desvios padrão dos dados antropométricos e clínicos dos participantes.

Grupo	Idade (anos)	Estatura (m)	Massa Corporal (kg)	MEEM (pts)	MoCA (pts)	Stroop (s)
DP	69±5	1,66±0,07	74,8±15,2	28,2±1,1	27,2±1,5	50,2±16,3
GC	67±5.	1,65±0,10	75,6±12,5	27,8±2,2	26,7±1,6	45,9±20,4
p	0,36	0,76	0,87	0,59	0,35	0,53
Grupo	WISC-III (pts)	H&Y	UPDRS (pts)			
DP	8,5±1,3	2,2±0,3	29,2±11,2			
GC	8,3±1,7	-	-			
p	0,81	-	-			

3.3.1 Erro tarefa cognitiva

A ANOVA indicou efeito principal para tarefa durante a realização da tarefa cognitiva sentado ($F_{2,52} = 4,279$; $p < 0,019$) (Tabela 5). Quando os participantes realizaram a tarefa cognitiva com demanda de memória de trabalho sentados, houve maior erro na tarefa cognitiva quando comparado com a realização da tarefa de flexibilidade mental ($p < 0,033$). Não houve efeito principal para grupo ($F_{1,26} = 0,181$; $p = 0,674$) e interação grupo*tarefa ($F_{2,52} = 0,054$; $p = 0,947$).

Para a realização das tarefas cognitivas com a marcha a ANOVA indicou efeito principal para tarefa ($F_{2,52} = 5,474$; $p < 0,007$) (Tabela 5). Houve maior erro da tarefa cognitiva durante a marcha quando as tarefas cognitivas concomitantes com demanda de memória de trabalho foram realizadas em comparação com a tarefa de resposta a inibição e de flexibilidade mental ($p < 0,04$) foi realizada. A ANOVA indicou que não houve efeito principal para grupo ($F_{1,26} = 0,282$; $p = 0,60$) e interação entre grupo x tarefa ($F_{2,52} = 0,115$; $p = 0,891$).

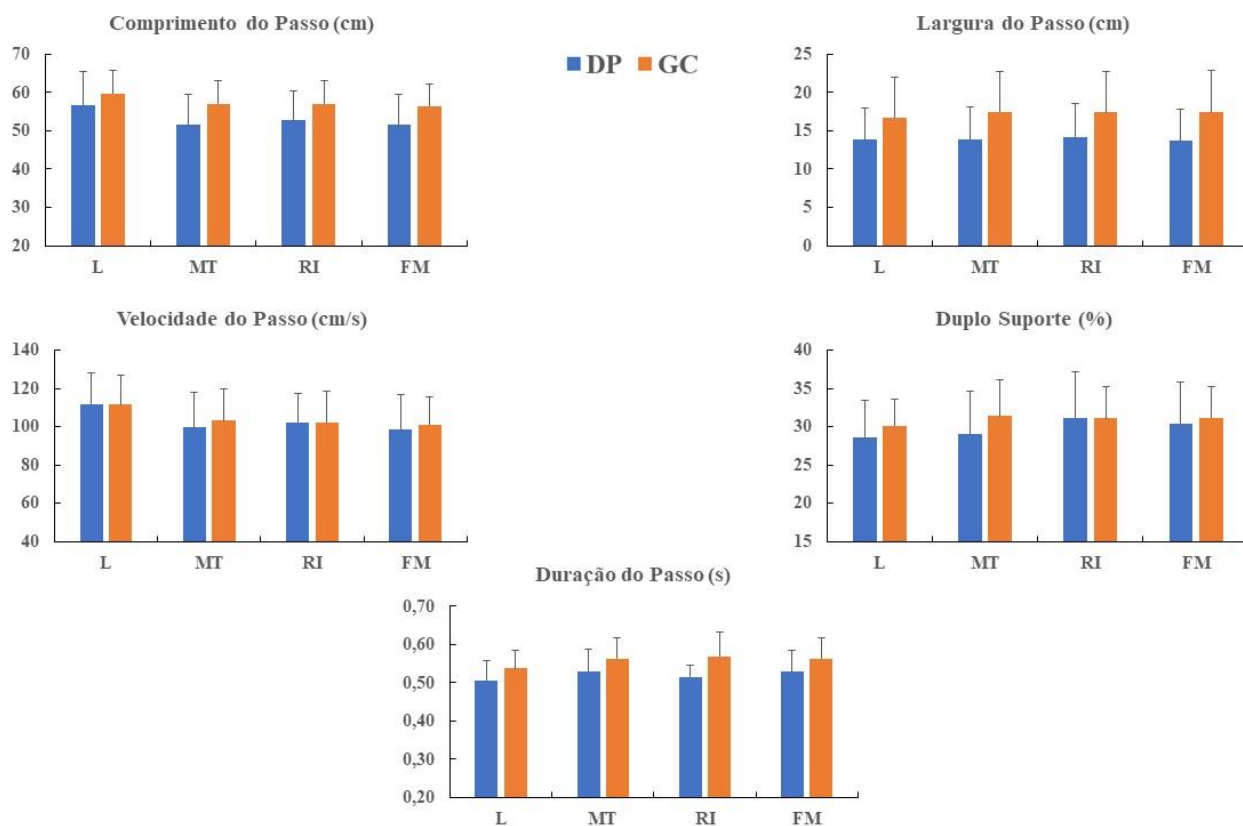
Tabela 5. Erro da tarefa durante a realização da tarefa cognitiva sentado e com o andar.

Grupo	Memória de Trabalho	Resposta a Inibição	Flexibilidade Mental
Tarefa Dupla – concomitantemente com a marcha			
DP	27	16	16
GC	24	13	16
Tarefa Simples – Sentado			
DP	10	9	5
GC	11	9	6

3.3.2 Parâmetros espaço-temporais

A ANOVA indicou efeito principal para grupo para a duração do passo ($F_{1,26} = 4,362$; $p < 0,05$) (Figura 4). O grupo controle apresentou maior duração do passo quando comparado com o grupo DP. Além disso, a ANOVA indicou efeito principal para tarefa para o comprimento do passo ($F_{3,78} = 28,183$; $p < 0,001$), duração do passo ($F_{3,78} = 5,747$; $p < 0,001$) e para velocidade do passo ($F_{3,78} = 29,016$; $p < 0,001$) (Figura 4). Nas tentativas de andar sem tarefa cognitiva concomitante, os participantes apresentaram maior comprimento do passo quando comparado com as condições com tarefa cognitiva concomitante ($p < 0,001$). Para a duração do passo, as tentativas com a tarefa cognitiva concomitante com demanda de memória de trabalho e de flexibilidade mental apresentaram maior duração do passo quando comparadas com as tentativas de andar sem tarefa cognitiva concomitante ($p < 0,05$). Ainda, quando os participantes realizaram andar sem tarefa cognitiva concomitante apresentaram maior velocidade do passo quando comparado com as outras condições com tarefa cognitiva concomitante ($p < 0,001$). Por fim, não houve interação entre grupo e tarefa ($F_{3,78} = 2,184$; $p = 0,097$).

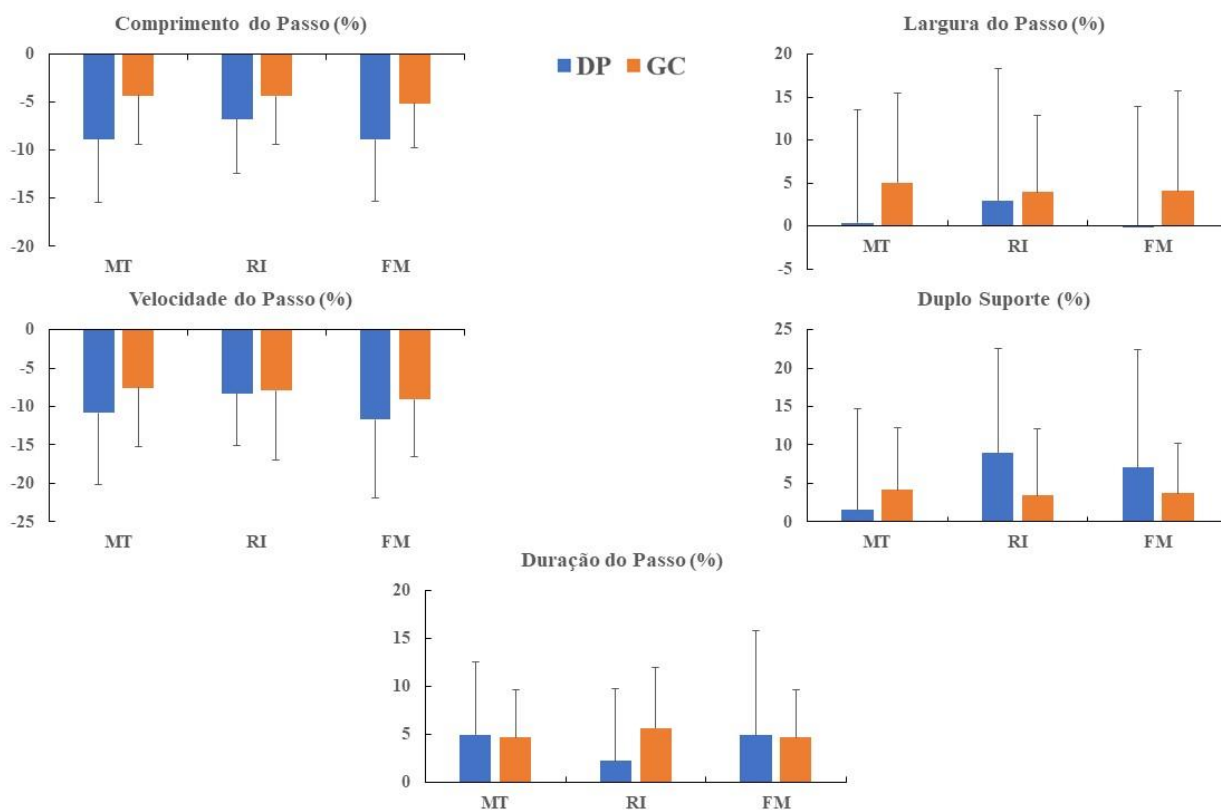
Figura 4. Média e desvios padrão dos parâmetros espaço-temporais. L = andar livre; MT = tarefa cognitiva concomitante com demanda da memória de trabalho; RI: tarefa cognitiva concomitante com demanda de resposta a inibição; FM: tarefa cognitiva concomitante com demanda de flexibilidade mental.



3.3.3 Custo da Tarefa

A ANOVA indicou efeito principal para grupo para o comprimento do passo ($F_{1,26} = 3,126$; $p = 0,05$) (Figura 5). O grupo DP apresentou maior custo para o comprimento do passo quando comparado com o grupo controle ($p < 0,05$). Ainda, a ANOVA indicou que houve efeito principal para tarefa para o comprimento do passo ($F_{2,52} = 3,503$; $p < 0,03$) e velocidade do passo ($F_{2,52} = 3,462$; $p < 0,03$) (Figura 5). As tentativas do andar com a tarefa cognitiva concomitante com demanda de flexibilidade mental apresentaram um maior custo para o comprimento e velocidade do passo em comparação a tarefa com demanda a resposta a inibição. Não houve interação entre grupo e tarefa ($F_{2,52} = 1,985$; $p < 1,48$).

Figura 5. Média e desvios padrão do custo da tarefa. MT = tarefa cognitiva concomitante com demanda da memória de trabalho; RI: tarefa cognitiva concomitante com demanda de resposta a inibição; FM: tarefa cognitiva concomitante com demanda de flexibilidade mental.



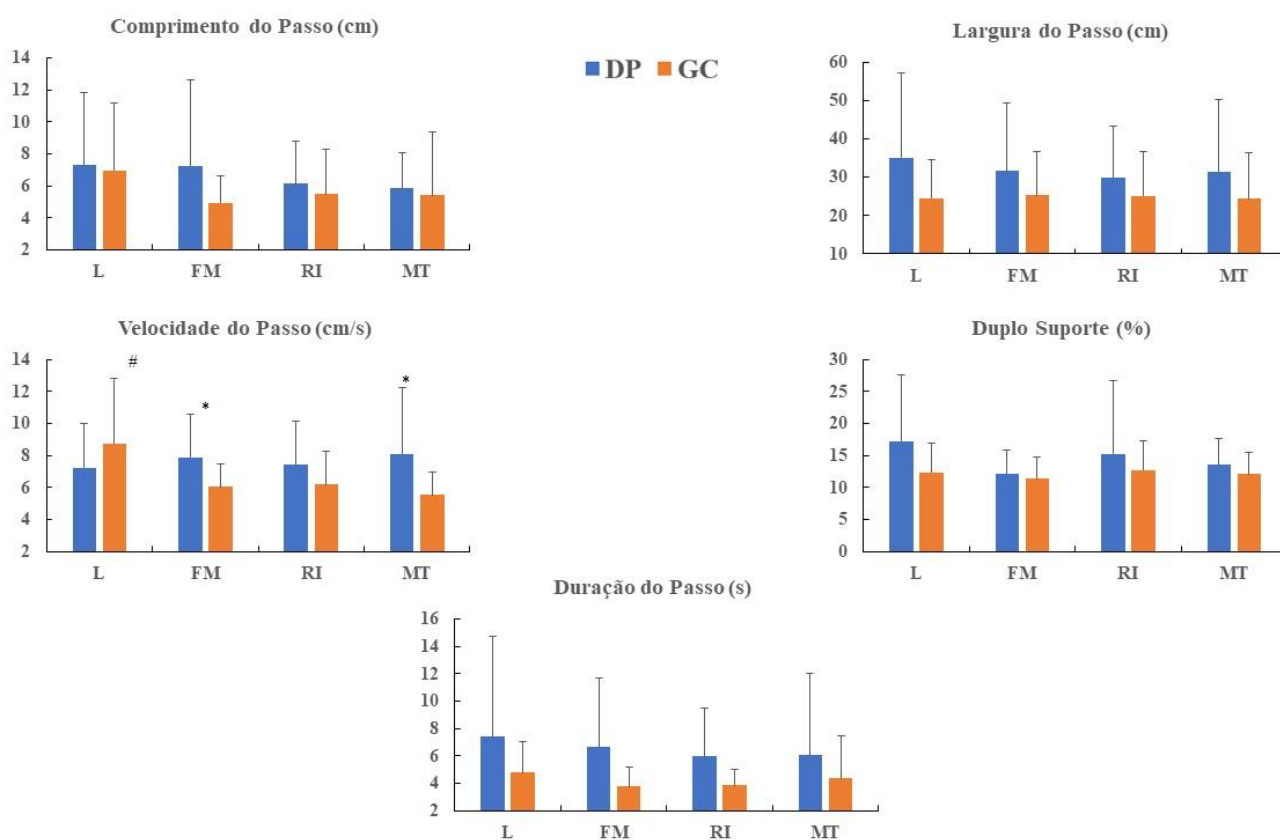
3.3.4 Variabilidade da Marcha

A ANOVA apresentou efeito principal para grupo para a variabilidade do tempo de duplo suporte do passo ($F_{1,26} = 3,412$; $p < 0,05$) e da duração do passo ($F_{1,26} = 3,447$; $p < 0,05$) (Figura 6). O grupo DP apresentou maior variabilidade para a duração do passo e duplo suporte do passo quando comparado com o grupo controle. Não houve efeito principal para tarefa ($F_{3,78} = 1,230$; $p = 0,304$).

A ANOVA também indicou interação entre grupo e tarefa para a variabilidade da velocidade do passo ($F_{3,78} = 4,179$; $p < 0,009$) (Figura 6). O grupo DP apresentou maior variabilidade da velocidade do passo nas tentativas do andar com a tarefa cognitiva

concomitante com demanda da memória de trabalho ($p<0,038$) e com a tarefa com demanda de flexibilidade mental ($p<0,032$) quando comparado com o grupo controle. Ainda, o grupo controle apresentou uma maior variabilidade da velocidade do passo durante a realização do andar sem tarefa cognitiva concomitante em comparação as outras condições com tarefa dupla cognitiva ($p<0,013$).

Figura 6. Médias e desvios padrão da variabilidade do andar. L = andar livre; MT = tarefa cognitiva concomitante com demanda da memória de trabalho; RI: tarefa cognitiva concomitante com demanda de resposta a inibição; FM: tarefa cognitiva concomitante com demanda de flexibilidade mental.



3.4 Discussão

A hipótese do estudo foi que o comportamento do andar de idosos com DP é dependente do domínio cognitivo da tarefa cognitiva concomitante. Os resultados dos parâmetros espaço-temporais da marcha apontaram que a nossa hipótese foi confirmada. O comportamento do andar de idosos com DP foi dependente da tarefa cognitiva

concomitante, sendo que quando a tarefa cognitiva exigiu memória de trabalho e flexibilidade mental houve maior duração do passo, sem efeito quando a tarefa cognitiva com demanda de resposta a inibição foi realizada. Mas, este comportamento foi similar entre os grupos (DP e GC). Por outro lado, a variabilidade da velocidade do passo foi maior para os idosos com DP do que para o GC quando as tarefas com demanda de memória de trabalho e flexibilidade mental foram realizadas. Além disso, ao analisar o custo da tarefa cognitiva concomitante na marcha, parece que quando a tarefa com demanda de flexibilidade mental foi realizada juntamente com o andar, houve maior custo para o comprimento e a velocidade do passo em ambos os grupos. Ainda, os resultados indicaram que a tarefa de resposta a inibição tem pouco efeito no andar de idosos com DP e do GC. Finalmente, é importante indicar que a tarefa cognitiva de memória de trabalho parece ser a mais difícil a ser realizada, haja visto os resultados de erros na tarefa cognitiva durante o andar.

Nos parágrafos seguintes serão apresentadas interpretações para explicar um possível maior efeito negativo de tarefas cognitivas com demanda de flexibilidade mental e memória de trabalho nos parâmetros espaço-temporais do andar de idosos com DP. Apesar disso, é importante indicar que a velocidade e o comprimento do passo são reduzidos quando uma tarefa cognitiva concomitante é realizada com o andar, independente do domínio cognitivo da tarefa cognitiva. Esses resultados corroboram com a literatura indicando que ao realizar o andar com uma tarefa cognitiva concomitante tanto idosos com DP e idosos saudáveis apresentam redução da velocidade e do comprimento do passo (ROCHESTER et al., 2014). A diminuição destes parâmetros pode aumentar a instabilidade do andar, uma vez que uma redução no comprimento e velocidade do andar estão diretamente relacionados com menor estabilidade anterior-posterior (HAK et al., 2013; HOF et al., 2007). Ainda, este comportamento pode ser considerado um aumento

da cautela dos idosos, buscando controlar cada movimento realizado durante o andar (ROCHESTER et al., 2014). Esse comportamento de ambos os grupos provavelmente ocorre devido à um aumento na demanda cognitiva que é exigida quando duas tarefas são realizadas (STEGEMOLLER et al., 2014).

O andar com tarefa cognitiva concomitante com demanda de flexibilidade mental ou memória de trabalho aumentam a variabilidade da velocidade do passo de idosos com DP. Estudos anteriores indicam uma relação entre a velocidade de processamento cognitivo com a velocidade e comprimento do passo (STROUWEN et al., 2016). Ambas as tarefas cognitivas, flexibilidade mental e memória de trabalho, exigiram que o indivíduo memorizasse números, seja quantas vezes eles apareciam em uma sequência ou seja para realizar um cálculo. Assim, o indivíduo deveria memorizar os números e dar uma resposta no final de cada tentativa, o que exige um processamento cognitivo rápido. Possivelmente áreas cerebrais que estão relacionadas com a consistência do andar são exigidas neste tipo de tarefa cognitiva, resultando em uma competição entre as tarefas.

Tarefa cognitiva concomitante com demanda de flexibilidade mental parece aumentar o custo do andar em idosos com DP e neurologicamente saudáveis. Apesar que em nosso estudo esta não foi a tarefa cognitiva que mais exigiu dos participantes (tarefa de memória de trabalho apresentou mais erros), tarefas cognitivas com demanda de flexibilidade mental exigem bastante das funções executivas para que os processos cognitivos se adaptem para responder as exigências da tarefa. Na tarefa cognitiva com demanda de flexibilidade mental, o indivíduo deveria escutar os números falados e realizar cálculos subsequentes para fornecer uma resposta no final da tentativa. Assim, ele precisou adaptar o processamento cognitivo de acordo com os números relatados. Ainda, a tarefa exigiu memória de trabalho para que o indivíduo pudesse relembrar o resultado do cálculo anterior para poder somar com o número falado. Possivelmente a

exigência da tarefa cognitiva foi aumentada consideravelmente. Assim, parece que os indivíduos do estudo, quando realizaram o andar com tarefa cognitiva com demanda de flexibilidade mental, priorizaram a tarefa cognitiva (visto que não foi esta tarefa que apresentou maior número de erro na tarefa cognitiva) ao invés de priorizar a tarefa de andar. Este tipo de estratégia é conhecido como “posture second” (YOGEV et al., 2005) e pode resultar em erros significativos do andar, inclusive quedas (BLOEM et al., 2006). Ainda, é importante indicar que estudos anteriores apontaram que a interferência da tarefa cognitiva concomitante ao andar é dependente da complexidade da tarefa secundária (BRAUER; MORRIS, 2010), sugerindo que em situações de tarefas complexas idosos tem menor capacidade de priorizar a postura (BLOEM et al., 2001b).

Apesar dos achados interessantes, o estudo possui algumas limitações. Como no primeiro estudo, os idosos com DP participantes também frequentam um grupo de atividade física que pode melhorar o andar em situações de dupla tarefa, sendo isso um fator para que o estudo não apresentasse diferenças significativas entre as condições com tarefa dupla. Porém o andar dos participantes de forma geral foi influenciado pela tarefa concomitante quando comparado com o andar livre. Além disso, as tarefas de memória de trabalho e flexibilidade mental apresentavam algumas semelhanças o que também deve ser um fator levado em consideração em nossos resultados.

Tendo em vista os resultados deste estudo, algumas recomendações podem ser feitas. Apesar da literatura indicar que idosos com DP devem evitar situações de dupla tarefa com o andar (MORRIS. et al., 2005; MORRIS et al., 1996), os presentes resultados parecem indicar, que algumas tarefas dependendo da demanda cognitiva exigida podem ter um menor efeito negativo no andar. Além disso, existem algumas técnicas relacionadas a dicas e intervenções motoras-cognitivas que podem auxiliar na melhora da

realização deste tipo de tarefa (BRAUER; MORRIS, 2010; CANNING; ADA; WOODHOUSE, 2008; GALLETTY; BRAUER, 2005).

3.5 Conclusão

De acordo com os resultados desse estudo podemos concluir que a presença de uma tarefa cognitiva concomitante independente do seu tipo prejudica o andar de idosos saudáveis e idosos com DP para os parâmetros espaço-temporais. Porém, alguns dos nossos resultados parecem sugerir que as tarefas cognitivas concomitantes que exigem a memória de trabalho e flexibilidade mental causam maiores déficits no andar tanto de idosos com DP e idosos saudáveis, tornando assim situações de tarefa cognitiva concomitante com essas demandas mais arriscadas. Dessa forma, sugerimos que estudos futuros possam abordar mais profundamente esta questão, por exemplo, analisando a atividade cortical durante a realização de diferentes tipos de tarefas, para esclarecer qual o tipo de uma tarefa cognitiva concomitante tem efeito negativo na locomoção de pessoas com DP, associando a região utilizada pela tarefa e pelo andar.

CAPÍTULO 4

CONSIDERAÇÕES FINAIS

4. Considerações finais

Os achados da presente dissertação aprofundam e avançam em contribuições científicas na compreensão do comportamento do andar de idosos e idosos com DP, quando realizam o andar com uma tarefa cognitiva concomitante. Os resultados encontrados podem contribuir em ações futuras para preparação de possíveis intervenções para estas populações visando uma melhora na sua locomoção.

A presente dissertação mostrou que tanto idosos com DP como idosos saudáveis alteram seu comportamento do andar na presença de uma tarefa cognitiva concomitante, corroborando com a literatura. Além disso, nossos resultados acrescentam para a literatura de que independentemente do tipo e da dificuldade da tarefa concomitante, qualquer tarefa é suficiente para alterar a locomoção de idosos com DP e de idosos saudáveis, e aparentemente tarefas mais complexas parecem causar um maior efeito no andar.

Esse resultado nos permite refletir sobre as atuais intervenções realizadas para idosos e idosos com DP. Profissionais da área da saúde, como profissionais de Educação Física e Fisioterapia podem utilizar desses resultados para suas futuras prescrições tentando incluir intervenções em que visam uma melhora nos parâmetros da marcha com tarefas concomitantes, como treinamentos com tarefas cognitivas concomitantes e treinamentos cognitivos.

5. Referências bibliográficas

AARSLAND, D. et al. Prevalence and characteristics of dementia in Parkinson disease: an 8-year prospective study. **Archives of neurology**, v. 60, n. 3, p. 387–392, 2003.

AARSLAND, D. et al. Mild cognitive impairment in Parkinson disease: A multicenter pooled analysis. **Neurology**, v. 75, n. 12, p. 1062–1069, 2010.

ALMEIDA, O. P. Mini mental state examination and the diagnosis of dementia in Brazil. **Arquivos de neuropsiquiatria**, v. 56, n. 3B, p. 605–612, 1998.

ALMEIDA, Q. J. et al. An evaluation of sensorimotor integration during locomotion toward a target in Parkinson's disease. **Neuroscience**, v. 134, n. 1, p. 283–293, 2005.

AMBONI, M.; BARONE, P.; HAUSDORFF, J. M. **Cognitive contributions to gait and falls: Evidence and implications** *Movement Disorders*, 2013.

ARBUTHNOTT, G.; GARCIA-MUNOZ, M. Dealing with the devil in the detail - some thoughts about the next model of the basal ganglia. **Parkinsonism and Related Disorders**, v. 15, n. SUPPL. 3, 2009.

BARBIERI, F. A. et al. Parkinson's disease and gait asymmetry. In: **Locomotion and Posture in Older Adults: The Role of Aging and Movement Disorders**. [s.l.: s.n.]. p. 161–175.

BARBOSA, M. T. et al. Parkinsonism and Parkinson's disease in the elderly: A community-based survey in Brazil (the Bambuí Study). **Movement Disorders**, v. 21, n. 6, p. 800–808, 2006.

BLANDINI, F. et al. Functional changes of the basal ganglia circuitry in Parkinson's disease. **Progress in Neurobiology**, v. 62, n. 1, p. 63–88, 2000.

BLOEM, B. R. et al. The Multiple Tasks Test: Development and normal strategies. **Gait and Posture**, v. 14, n. 3, p. 191–202, 2001a.

BLOEM, B. R. et al. The multiple tasks test. Strategies in Parkinson's disease. **Experimental Brain Research**, v. 137, n. 3–4, p. 478–486, 2001b.

BLOEM, B. R. et al. The “posture second” strategy: A review of wrong priorities in Parkinson's disease. **Journal of the Neurological Sciences**, v. 248, n. 1–2, p. 196–204, 2006.

BOND, J. M. et al. Goal-Directed Secondary Motor Tasks : Their Effects on Gait in Subjects With Parkinson Disease. v. 81, n. January, p. 110–116, 2000.

BRAAK, H. et al. **Stages in the development of Parkinson's disease-related pathology** *Cell and Tissue Research*, 2004.

BRAAK, H.; BRAAK, E. Pathoanatomy of Parkinson's disease. **Journal of Neurology**, v. 247, n. S2, p. II3–II10, 2000.

BRAUER, S. G.; MORRIS, M. E. Can people with Parkinson's disease improve

dual tasking when walking? **Gait and Posture**, 2010.

BRAUER, S. G.; WOOLLACOTT, M.; SHUMWAY-COOK, A. The Interacting Effects of Cognitive Demand and Recovery of Postural Stability in Balance-Impaired Elderly Persons. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 56, n. 8, p. M489–M496, 2001.

BRUCKI, S. M. D. et al. [Suggestions for utilization of the mini-mental state examination in Brazil]. **Arquivos de neuro-psiquiatria**, v. 61, n. 3B, p. 777–781, 2003.

CAMICOLI, R. et al. Verbal Fluency Task Affects Gait in Parkinson's Disease with Motor Freezing. **Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology**, v. 11, n. 4, p. 181–185, 1998.

CANNING, C. G.; ADA, L.; WOODHOUSE, E. Multiple-task walking training in people with mild to moderate Parkinson's disease: A pilot study. **Clinical Rehabilitation**, 2008.

CLARK, D. J. Automaticity of walking: functional significance, mechanisms, measurement and rehabilitation strategies. **Frontiers in Human Neuroscience**, v. 9, 2015.

CRÉMERS, J. et al. Brain activation pattern related to gait disturbances in Parkinson's disease. **Movement Disorders**, v. 27, n. 12, p. 1498–1505, 2012.

CROPLEY, V. L. et al. **Molecular Imaging of the Dopaminergic System and its Association with Human Cognitive Function** *Biological Psychiatry*, 2006.

DE LAU, L. M. L. et al. Epidemiology of Parkinson's disease. **The Lancet. Neurology**, v. 5, n. 6, p. 525–35, 2006.

DIETRICH, A. Transient hypofrontality as a mechanism for the psychological effects of exercise. **Psychiatry Research**, v. 145, n. 1, p. 79–83, 2006.

DIRNBERGER, G.; JAHANSHAH, M. **Executive dysfunction in Parkinson's disease: A review**. *Journal of Neuropsychology*. **Anais...**2013

GALLETLY, R.; BRAUER, S. G. Does the type of concurrent task affect preferred and cued gait in people with Parkinson's disease? **Australian Journal of Physiotherapy**, v. 51, n. 3, p. 175–180, 2005.

GILAT, M. et al. Dopamine depletion impairs gait automaticity by altering cortico-striatal and cerebellar processing in Parkinson's disease. **NeuroImage**, v. 152, n. November 2016, p. 207–220, 2017.

HAK, L. et al. Stepping strategies used by post-stroke individuals to maintain margins of stability during walking. **Clinical Biomechanics**, 2013.

HALL, C. D. et al. Cognitive and Motor Mechanisms Underlying Older Adults' Ability to Divide Attention While Walking. **Physical Therapy**, v. 91, n. 7, p. 1039–1050, 2011.

HAMMOND, C.; BERGMAN, H.; BROWN, P. **Pathological synchronization in Parkinson's disease: networks, models and treatments** *Trends in Neurosciences*,

2007.

HAUSDORFF, J. M. et al. Dual-task decrements in gait: contributing factors among healthy older adults. **The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences**, v. 63, n. 12, p. 1335–1343, 2008.

HAUSDORFF, J. M.; RIOS, D. A.; EDELBERG, H. K. Gait variability and fall risk in community-living older adults: A 1-year prospective study. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 82, n. 8, p. 1050–1056, 2001.

HERMAN, T.; GILADI, N.; HAUSDORFF, J. M. Neuroimaging as a window into gait disturbances and freezing of gait in patients with Parkinson's disease. **Current Neurology and Neuroscience Reports**, v. 13, n. 12, 2013.

HOF, A. L. et al. Control of lateral balance in walking. Experimental findings in normal subjects and above-knee amputees. **Gait and Posture**, 2007.

HOLTZER, R. et al. fNIRS study of walking and walking while talking in young and old individuals. **Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 66 A, n. 8, p. 879–887, 2011.

HUGHES, A. J. et al. Accuracy of clinical diagnosis of idiopathic Parkinson's disease: a clinico-pathological study of 100 cases. **Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry**, v. 55, n. 3, p. 181–4, 1992.

HUGHES, A. J. et al. The accuracy of diagnosis of parkinsonian syndromes in a specialist movement disorder service. **Brain**, v. 125, n. 4, p. 861–870, 2002.

ISODA, H. et al. In vivo hemodynamic analysis of intracranial aneurysms obtained by magnetic resonance fluid dynamics (MRFD) based on time-resolved three-dimensional phase-contrast MRI. **Neuroradiology**, v. 52, n. 10, p. 921–928, 2010.

KELLY, V. E.; EUSTERBROCK, A. J.; SHUMWAY-COOK, A. A review of dual-task walking deficits in people with Parkinson's disease: Motor and cognitive contributions, mechanisms, and clinical implications. **Parkinson's Disease**, v. 2012, 2012.

LORD, S. et al. Gait variability in Parkinson's disease: An indicator of non-dopaminergic contributors to gait dysfunction? **Journal of Neurology**, v. 258, n. 4, p. 566–572, 2011.

LUU, T. P. et al. Electrocortical correlates of human level- ground , slope , and stair walking. p. 1–15, 2017.

M., M. et al. Three-dimensional gait biomechanics in Parkinson's disease: Evidence for a centrally mediated amplitude regulation disorder. **Movement Disorders**, 2005.

MAYLOR, E. A.; WING, A. M. Age Differences in Postural Stability are Increased by Additional Cognitive Demands. **The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences**, v. 51B, n. 3, p. P143–P154, 1996.

MELZER, I.; BENJUYA, N.; KAPLANSKI, J. Age-related changes of postural control: Effect of cognitive tasks. **Gerontology**, v. 47, n. 4, p. 189–194, 2001.

MORRIS, M. E. et al. Stride length regulation in Parkinson's disease: Normalization strategies and underlying mechanisms. **Brain**, v. 119, p. 551–568, 1996.

MUSLIMOVIĆ, D. et al. Course of cognitive decline in Parkinson's disease: a meta-analysis. **Journal of the International Neuropsychological Society : JINS**, v. 13, n. 6, p. 920–32, 2007.

NIEUWHOF, F. et al. Impaired dual tasking in Parkinson's disease is associated with reduced focusing of cortico-striatal activity. **Brain**, v. 140, n. 5, p. 1384–1398, 2017.

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. **Physical therapy**, v. 82, n. 9, p. 888–897, 2002.

PALMER, S. J. et al. θ , β But not α -band EEG connectivity has implications for dual task performance in Parkinson's disease. **Parkinsonism and Related Disorders**, v. 16, n. 6, p. 393–397, 2010.

PESSIGLIONE, M. Thalamic Neuronal Activity in Dopamine-Depleted Primates: Evidence for a Loss of Functional Segregation within Basal Ganglia Circuits. **Journal of Neuroscience**, v. 25, n. 6, p. 1523–1531, 2005.

REDGRAVE, P. et al. UKPMC Funders Group Goal-directed and habitual control in the basal ganglia : implications for Parkinson's disease. **Nature Publishing Group**, v. 11, n. 11, p. 760–772, 2010.

ROCHESTER, L. et al. Attending to the task: Interference effects of functional tasks on walking in Parkinson's disease and the roles of cognition, depression, fatigue, and balance. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 85, n. 10, p. 1578–1585, 2004.

ROCHESTER, L. et al. The nature of dual-task interference during gait in incident Parkinson's disease. **Neuroscience**, 2014.

ROMANN, A. J. et al. Cognitive assessment instruments in Parkinson's disease patients undergoing deep brain stimulation. **Dement Neuropsychol**, v. 6, n. 1, p. 2–11, 2012.

SALA, S. DELLA et al. Dual-Task Paradigm: A Means To Examine the Central Executive. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 769, n. 1, p. 161–172, 1995.

SCHENKMAN, M. et al. Longitudinal evaluation of economic and physical impact of Parkinson's disease. **Parkinsonism and Related Disorders**, v. 8, n. 1, p. 41–50, 2001.

SHUMWAY-COOK, A. et al. The effects of two types of cognitive tasks on postural stability in older adults with and without a history of falls. **J.Gerontol.A Biol.Sci.Med.Sci.**, v. 52, n. 4, p. M232–M240, 1997.

SIMIELI, L. et al. The variability of the steps preceding obstacle avoidance (approach phase) is dependent on the height of the obstacle in people with Parkinson's disease. **PLoS ONE**, v. 12, n. 9, 2017.

STEGEMOLLER, E. L. et al. Associations Between Cognitive and Gait Performance During Single- and Dual-Task Walking in People With Parkinson Disease. **Physical Therapy**, v. 94, n. 6, p. 757–766, 2014.

STERN, Y. Cognitive reserve. **Neuropsychologia**, v. 47, n. 10, p. 2015–28, 2009.

STOFFERS, D. et al. Slowing of oscillatory brain activity is a stable characteristic of Parkinson's disease without dementia. **Brain**, v. 130, n. 7, p. 1847–1860, 2007.

STOFFERS, D. et al. Increased cortico-cortical functional connectivity in early-stage Parkinson's disease: An MEG study. **NeuroImage**, v. 41, n. 2, p. 212–222, 2008.

STROUWEN, C. et al. Are factors related to dual-task performance in people with Parkinson's disease dependent on the type of dual task? **Parkinsonism & Related Disorders**, v. 23, p. 23–30, 2016.

STUART, S. et al. Maturitas Cortical activity during walking and balance tasks in older adults and in people with Parkinson's disease : A structured review. **Maturitas**, v. 113, n. February, p. 53–72, 2018.

SZAMEITAT, A. J. et al. Localization of Executive Functions in Dual-Task Performance with fMRI. **Journal of Cognitive Neuroscience**, v. 14, n. 8, p. 1184–1199, 2002.

TAKAKUSAKI, K. et al. **Role of basal ganglia-brainstem systems in the control of postural muscle tone and locomotion** *Progress in Brain Research*, 2004.

TAKAKUSAKI, K.; TOMITA, N.; YANO, M. Substrates for normal gait and pathophysiology of gait disturbances with respect to the basal ganglia dysfunction. **Journal of Neurology**, v. 255, n. SUPPL. 4, p. 19–29, 2008.

VAN DEN EEDEN, S. K. Incidence of Parkinson's Disease: Variation by Age, Gender, and Race/Ethnicity. **American Journal of Epidemiology**, 2003.

VELU, P. D.; DE SA, V. R. Single-trial classification of gait and point movement preparation from human EEG. **Frontiers in Neuroscience**, v. 7, n. 7 JUN, p. 1–11, 2013.

VERVOORT, G. et al. Dual-task-related neural connectivity changes in patients with Parkinson's disease. **Neuroscience**, v. 317, p. 36–46, 2016.

WATSON, G. S.; LEVERENZ, J. B. **Profile of cognitive impairment in parkinson's disease**. *Brain Pathology. Anais...*2010

WILLIAMS, L. M. An integrative neuroscience model of “significance” processing. **Journal of integrative neuroscience**, v. 5, n. 1, p. 1–47, 2006.

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, n. 1, p. 1–14, 2002.

WU, T.; HALLETT, M. Dual task interference in Parkinson's disease. **European Neurological Review**, v. 4, n. 2, p. 30–33, 2009.

WU, T.; HALLETT, M.; CHAN, P. Motor automaticity in Parkinson's disease. **Neurobiology of Disease**, v. 82, p. 226–234, 2015.

YOGEV-SELIGMANN, G. et al. How Does Explicit Prioritization Alter Walking During Dual-Task Performance? Effects of Age and Sex on Gait Speed and Variability. **Physical Therapy**, v. 90, n. 2, p. 177–186, 2010.

YOGEV-SELIGMANN, G. et al. Effects of explicit prioritization on dual task walking in patients with Parkinson's disease. **Gait and Posture**, v. 35, n. 4, p. 641–646, 2012.

YOGEV-SELIGMANN, G.; HAUSDORFF, J. M.; GILADI, N. **The role of executive function and attention in gait** **Movement Disorders**, 2008.

YOGEV-SELIGMANN, G.; HAUSDORFF, J. M.; GILADI, N. Do we always prioritize balance when walking? Towards an integrated model of task prioritization. **Movement Disorders**, v. 27, n. 6, p. 765–770, 2012.

YOGEV, G. et al. Dual tasking, gait rhythmicity, and Parkinson's disease: Which aspects of gait are attention demanding? **European Journal of Neuroscience**, v. 22, n. 5, p. 1248–1256, 2005.

ZGALJARDIC, D. et al. An examination of executive dysfunction associated with frontostriatal circuitry in Parkinson's disease. **Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology**, v. 28, n. 7, p. 1127–1144, 2006.

6 Atividades desenvolvidas durante o período de mestrado

A seguir apresento as atividades de pesquisa, ensino e extensão que tive a oportunidade de participar durante o período de mestrado.

6.1 Pesquisa

Durante o meu período de mestrado, auxiliei meus parceiros de laboratório em projetos de pesquisa e estudos realizados no Laboratório de pesquisa em Movimento Humano (MOVI-Lab), o que proporcionaram que eu fosse co-autor de um capítulo de livro de um capítulo de livro, intitulados como “ATIVA PARKINSON - Atividade física para pessoas com doença de Parkinson” (BARBIERI, F. A.; SIMIELI, L.; BAPTISTA, A. M.; PEREIRA, V. A. I.; PAULA, P. H. A.; **PENEDO, T.**; MORETTO, G. F.; IMAIZUMI, L. F. I.; COSTA, E. C.; VASCONCELOS, C. M. T.; POLASTRI, P. F.; RODRIGUES, S. T.; FIORELLI, C. M.) publicado pela Editora Cultura Acadêmica.

Além disso, fui co-autor dos seguintes artigos: “Obstacle Circuvention and Eye Coordination During Walkin to Least and Most Affected Side in People with Parkinson’s Disease.” (BARBIERI, F. A.; POLASTRI, P. F.; GOBBI, L. T. B.; PEREIRA, V. A. I.; BAPTISTA, A. M.; MORETTO, G. F.; FIORELLI, C. M.; IMAIZUMI, L. F. I.; RODRIGUES, S. T.), “Effects of High-Intensity Interval versus Moderate-Intensity Continuous Exercise Training Hemodynamic and Functional Variables in Individuals with Parkinson’s Disease.” (FERNANDES, B.; BARBIERI, F. A.; BALBO, J. L.; ARAÚJO-SILVA, F.; MORETTO, G. F.; IMAIZUMI, L. F. I.; GUIMARÃES, G. V.; CIOLAC, E. G.), “Saccadic eye movements are able to reduce body sway in mildly-affected people with Multiple Sclerosis. Multiple Sclerosis and Related Disorders” (SANTINELLI, F. B.; van EMMERIK, R. E. A.; ARAÚJO-SILVA, F.; IMAIZUMI, L.

F. I.; PENEDO, T.; CANZONIERI, A. M.; RODRIGUES, S. T.; POLASTRI, P. F.; BARBIERI, F. A.)

Em 2017, fui membro da comissão organizadora e palestrante do “2º Curso de Inverno em Motricidade, Envelhecimento e doença de Parkinson, realizado pelo MOVI-LAB. Julho de 2018, participei da comissão organizadora do IX Congresso Brasileiro de Comportamento Motor (Bauru/SP) auxiliando na organização e realização do congresso.

6.2 Ensino

Durante o meu mestrado, realizei estágio em docência superior na Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus Bauru, na disciplina de “Controle Motor” sob supervisão do Prof. Dr. Fabio Augusto Barbieri.

6.3 Extensão

No período do mestrado, participei do “Programa de atividade física sistematizada para pacientes com a doença de Parkinson - ATIVA PARKINSON” vinculado ao Laboratório de Pesquisa em Movimento Humano (MOVI-LAB) da UNESP, Campus Bauru.