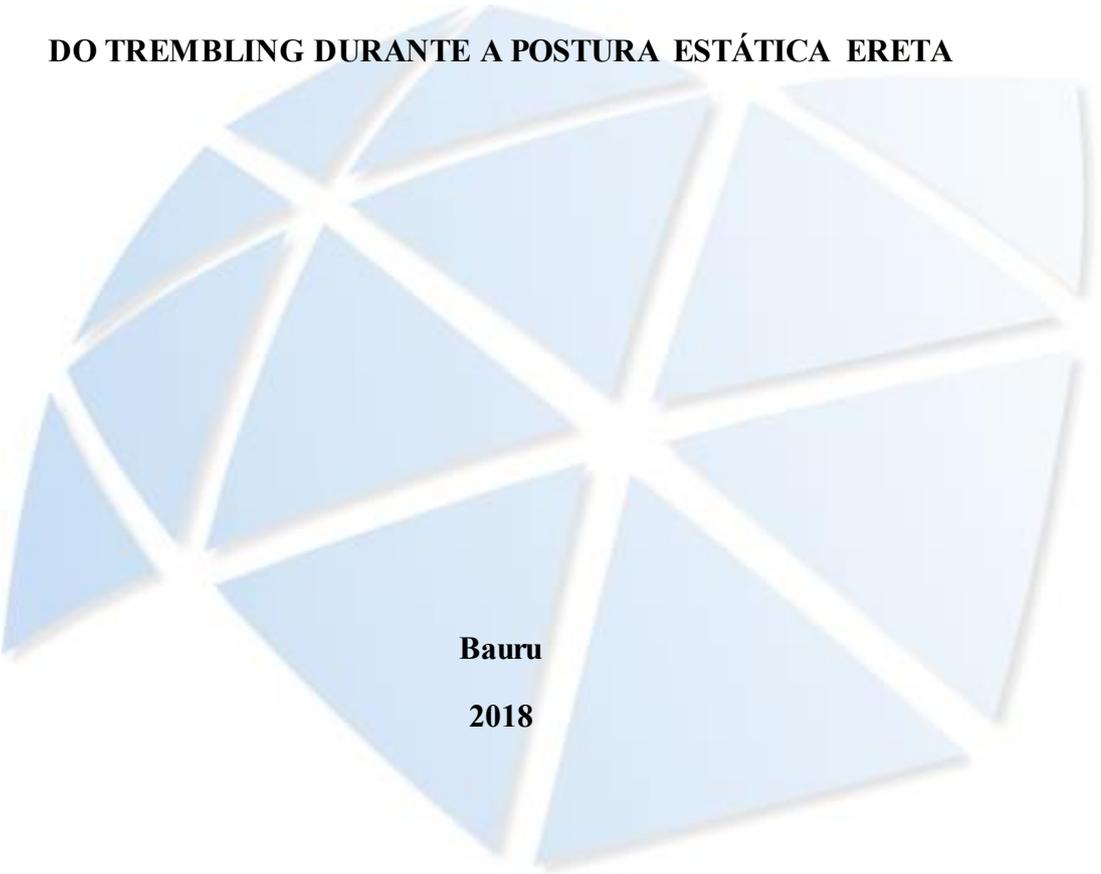


UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
“Júlio de Mesquita Filho”  
Faculdade de Ciências – Campus de Bauru

ELISA DE CARVALHO COSTA

**EFEITO DA DOENÇA DE PARKINSON NA TRAJETÓRIA DO RAMBLING E  
DO TREMBLING DURANTE A POSTURA ESTÁTICA ERETA**



**Bauru**

**2018**

ELISA DE CARVALHO COSTA

**EFEITO DA DOENÇA DE PARKINSON NA TRAJETÓRIA DO RAMBLING E  
DO TREMBLING DURANTE A POSTURA ESTÁTICA ERETA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Campus de Bauru, para obtenção do título de Bacharelado em Educação Física.  
Orientador: Prof. Dr. Fabio Augusto Barbieri

Bauru

2018

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a meus pais, que estiveram comigo em todos os momentos e por todo o suporte que me deram durante todo o período da graduação.

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, que mesmo estando desempregados na época do vestibular e início da faculdade, nunca deixaram de me apoiar e incentivar o meu sonho. Que ao longo destes quatro anos investiram e fizeram um esforço imensurável para garantir o meu bem estar. Que, desde o dia que me deixaram em Bauru, com lágrima nos olhos, sempre me esperam de volta com um carinho, amor e aconchego imensuráveis.

Aos demais familiares, que ajudaram em tudo o que foi preciso, sempre dando apoio, me guiando e incentivando a fazer o meu melhor.

Ao Igor, que me inspirou a entrar na universidade e que sempre esteve comigo, independente da distância, nunca se fazendo ausente, sempre estando disposto a ouvir, aconselhar e ajudar.

À Giovanna Arroyo, companheira de moradia durante um longo período e amiga que levarei para além da faculdade. Que compartilhou comigo aprendizados, muito crescimento, risadas, choros e companheirismo.

À República Jacuzzi, casa que me acolheu e local onde venci preconceitos, vivi momentos inesquecíveis e conheci pessoas maravilhosas.

Ao Laboratório de Pesquisa em Movimento Humano (MOVI-LAB) e à todos seus membros que, desde 2015, me acolheram e transmitiram um conhecimento que não pode ser mensurado. Que pacientemente me ajudaram e estiveram ao meu lado sempre que preciso.

Ao meu orientador, Professor Doutor Fabio Augusto Barbieri, que desde o início, mesmo sabendo da minha inexperiência, nunca desistiu de mim. Que me proporcionou experiências incríveis e fez com que minha passagem pela universidade fosse infinitamente mais válida.

Aos demais amigos de sala, que estiveram comigo todos os dias durante estes quase 4 anos. Que me acompanharam em trabalhos, estudos, provas, estágios e momentos de lazer. Que me proporcionaram momentos inesquecíveis e que levarei comigo para o resto da vida. Com eles, todos os obstáculos ficaram mais fáceis de serem ultrapassados.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro cedido a minha pesquisa. Este auxílio, sem dúvidas, colaborou imensamente para o desenvolvimento do meu trabalho.

## Sumário

<b>1. Introdução geral.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Revisão de literatura.....</b>	<b>3</b>
2.1 Doença de Parkinson .....	3
2.2 Controle postural na Doença de Parkinson.....	4
2.3 Rambling e trembling .....	6
<b>3. Objetivos e hipóteses.....</b>	<b>9</b>
<b>4. Métodos.....</b>	<b>10</b>
4.1 Participantes.....	10
4.2 Avaliação Clínica.....	11
4.3 Avaliação Postural .....	12
4.4 Análise de dados .....	12
4.5 Análise estatística .....	14
<b>5. Resultados .....</b>	<b>15</b>
<b>6. Discussão.....</b>	<b>20</b>
<b>7. Conclusão.....</b>	<b>25</b>
<b>8. Referências .....</b>	<b>26</b>



## Resumo

Pessoas com a doença de Parkinson (DP) têm dificuldades no controle da postura. Assim, torna-se importante entender os mecanismos pelos quais este déficit acontece. Para isso, foi utilizado um método de decomposição do centro de pressão no qual são apontados os comandos centrais (rambling) e periféricos (trembling) do controle postural em pessoas com DP. Portanto, o objetivo do estudo foi analisar e comparar o controle postural de pacientes com DP e indivíduos neurologicamente saudáveis (grupo controle - GC) através da trajetória do rambling e do trembling. Para isso, participaram do estudo 24 indivíduos, sendo 12 do GC e 12 do grupo DP. A avaliação postural foi realizada em uma plataforma de força, com frequência de aquisição em 100 Hz. Os participantes foram avaliados em apoio bipodal, instruídos a permanecer em postura estática ereta por 3 tentativas de 1 minuto. Os três componentes da força e dos momentos de força nas direções anteroposterior, médio-lateral e vertical foram coletados. Para definição das trajetórias do rambling e trembling, as forças aplicadas sobre a plataforma foram analisadas através de um programa escrito em linguagem MATLAB®. Para a avaliação postural, a análise estatística foi realizada por ANOVAs *one-way* com medidas repetidas (fator grupo - DP x GC). Indicado efeito principal, os dados dos parâmetros das trajetórias do rambling e do trembling foram analisados independentemente por meio de ANOVAs *one-way* com medidas repetidas para o grupo com maiores valores apontados. O nível de significância foi mantido em 0,05 para todas as análises. Para efeito principal de grupo, idosos com DP apresentaram maiores valores de RMS ( $p < 0,01$  e  $p < 0,01$ ), deslocamento ( $p < 0,03$  e  $p < 0,001$ ) e velocidade ( $p < 0,02$  e  $p < 0,001$ ) para o rambling e para o trembling respectivamente no sentido anteroposterior, quando comparados ao GC. Ainda, idosos com DP mostraram maiores valores de deslocamento ( $p < 0,01$ ) e velocidade ( $p < 0,01$ ) para o rambling e RMS ( $p < 0,004$ ), deslocamento ( $p < 0,01$ ) e velocidade ( $p < 0,006$ ) para o trembling no sentido médio-lateral em comparação ao GC. Além disso, comparadas as trajetórias do rambling e do trembling do grupo DP, o rambling mostrou maiores valores para o RMS ( $p < 0,001$  e  $p < 0,04$ ), deslocamento ( $p < 0,001$  e  $p < 0,001$ ) e velocidade ( $p < 0,001$  e  $p < 0,002$ ), respectivamente nos sentidos anteroposterior e médio-lateral. Os resultados confirmam, em partes, a hipótese. O grupo DP apresentou maiores valores para rambling e trembling. Porém, como mostrado pela comparação das trajetórias, idosos com DP apresentaram maiores valores para a trajetória do rambling quando comparados à trajetória do trembling.

**Palavras-chave:** Doença de Parkinson; Controle Postural; Rambling; Trembling.

## **Abstract**

People with Parkinson's disease (PD) have difficulties in controlling posture. Thus, it becomes important to understand the mechanisms by which this deficit happens. For this, a method of decomposition of the center of pressure was used in which the central commands (rambling) and peripheral (trembling) of the postural control in people with PD are pointed out. Therefore, the objective of the study was to analyze and compare the postural control of patients with PD and neurologically healthy individuals (control group - GC) through the rambling and trembling trajectory. For this, 24 individuals participated in the study. The postural evaluation was performed on a force platform, with frequency of acquisition in 100 Hz. Participants were evaluated in bipodal support, instructed to remain in upright static posture for 3 attempts of 1 minute. The three components of force and moments of force in the anteroposterior, mid-lateral and vertical directions were collected. To define the rambling and trembling trajectories, the forces applied on the platform were analyzed through a program written in MATLAB® language. For the postural evaluation, the statistical analysis was performed by one-way ANOVAs with repeated measures (group factor - DP x GC). As indicated by the main effect, the parameters of the rambling and trembling trajectories were analyzed independently by means of one-way ANOVAs with repeated measures for the group with the highest values. The level of significance was maintained at 0.05 for all analyzes. Also, the elderly with PD presented higher values of displacement ( $p < 0.01$ ) and velocity ( $p < 0.01$ ) for rambling and RMS ( $p < 0.004$ ), displacement ( $p < 0.01$ ) 0.006) for trembling in the medial-lateral direction compared to GC. In addition, comparing the rambling and trembling trajectories of the DP group, rambling showed higher values for RMS ( $p < 0.001$  and  $p < 0.04$ ), displacement ( $p < 0.001$  and  $p < 0.001$ ) and velocity ( $p < 0.001$  and  $p < 0.001$ )  $< 0.002$ ), respectively in the anteroposterior and medial-lateral directions. The results confirm, in parts, the hypothesis. The DP group presented higher values for rambling and trembling. However, as shown by the comparison of the trajectories, the elderly with DP presented higher values for the rambling trajectory when compared to the trembling trajectory.

**Key words:** Parkinson's disease; Postural control; Rambling; Trembling.

## 1. Introdução geral

Para a manutenção do equilíbrio, o sistema nervoso central (SNC) necessita integrar informações advindas dos sistemas visuais, somatossensorial e vestibular, para poder responder adequadamente às demandas da tarefa, podendo ter origem de duas vias eferentes: espinal e supraespinal (ZATSIORSKY e DUARTE, 2000). Enquanto a via espinal está diretamente relacionada ao controle pelo sistema nervoso periférico, a via supraespinal é controlada pelo SNC. Desta forma, ambas as informações sensoriais e do SNC são importantes para controlar a postura. Doenças que afetam estas vias, como a doença de Parkinson (DP), podem comprometer o controle postural.

A DP é a segunda doença neurodegenerativa com maior prevalência em todo mundo (TOULOUSE; SULLIVAN, 2008). A degeneração dos neurônios dopaminérgicos causados pela DP, provoca inúmeros sinais e sintomas, sendo os déficits no controle postural um dos mais debilitantes nessa população. Estes déficits provocam alta prevalência de quedas (CARPENTER et al., 2004) e afetam negativamente a qualidade de vida, interferindo na realização de tarefas simples, como andar pela rua ou desempenhar atividades laborais e de lazer (HERMAN et al., 2013). Os sinais e sintomas motores são claramente debatidos e apresentados pela literatura, indicando que a falta de dopamina no SNC afeta diretamente o movimento desta população (OBESO et al., 2000). Por outro lado, torna-se importante estudar também o sistema nervoso periférico e como isso afeta o controle postural na DP.

Embora haja numerosos estudos na literatura relatando os déficits no controle postural dessa população (BARBIERI et al., 2016; BERETTA et al., 2015; HORAK et al., 1998; PELYKH et al., 2015), a maioria têm analisado os efeitos motores da DP no

controle postural. Entretanto, nenhum deles buscou investigar qual via, espinal ou supraespinal, é mais atuante para a manutenção do equilíbrio estático de pessoas com DP. Uma possibilidade de quantificar a atuação destas vias no controle postural é a técnica de decomposição do sinal, chamada de rambling e trembling, desenvolvida por Zatsiorsky e Duarte (1999). O rambling reflete modulações realizadas pela via supraespinal, enquanto o trembling reflete sobre adaptações realizadas pelas vias espinais. Aplicar as técnicas do rambling e do trembling pode aumentar o conhecimento sobre as vias atuantes na manutenção do controle postural em pessoas com DP, contribuindo para o desenvolvimento de programas de reabilitação que visem melhorar a via motora mais prejudicada pela DP.

## 2. Revisão de literatura

### 2.1 Doença de Parkinson

A doença de Parkinson afeta entre 0,5-1% da população acima dos 60 anos em todo mundo e é a segunda doença neurodegenerativa mais comum depois da doença de Alzheimer (TOULOUSE; SULLIVAN, 2008). No Brasil, esses números chegam a 3,3% dos idosos acima de 64 anos (BARBOSA et al., 2006). Embora haja teorias que tentam explicar o surgimento da DP, a maioria dos casos (cerca de 90%), permanecem sem causa definida, sendo classificados como DP idiopática.

A DP é denominada como uma doença neurodegenerativa e é caracterizada pela disfunção ou morte dos neurônios produtores da dopamina (TAKAKUSAKI *et al.*, 2004). A degeneração dos neurônios responsáveis pela produção de dopamina causa inúmeros sintomas motores como tremor de repouso, rigidez muscular, dificuldade em iniciar os movimentos (acinesia), execução lenta de movimentos (bradicinesia), diminuição da amplitude dos movimentos (hipometria), dificuldade de locomoção e instabilidade postural (BARBIERI et al., 2016, 2018; HUGHES et al., 1992; SIMIELI et al., 2017), sendo este último sintoma um dos mais prejudiciais na qualidade de vida dessa população. A DP é uma doença sem cura, no entanto, existem tratamentos capazes de desacelerar a progressão da doença e melhorar a qualidade de vida dessa população. O tratamento mais recomendado para a DP é a intervenção farmacológica, principalmente com ingestão de dopamina sintética (Levodopa). Entretanto, com o avanço da perda neuronal, o tratamento com a Levodopa pode resultar em contrações involuntárias anormais, chamadas de discinesias, que podem causar consideráveis deficiências funcionais (LUNDBLAD et al., 2002).

Em relação ao controle postural, a medicação tem mostrado melhoras somente em condições mais desafiadoras (BARBIERI et al., 2016; CARPENTER et al., 2004), sendo sutis as melhoras vistas para posturas mais fáceis como em apoio bipodal com os pés posicionados paralelamente (CARPENTER et al., 2004; ROCCHI; L; B, 2002). Embora sejam conhecidos os principais impactos da DP no controle postural, ainda não são conhecidas as contribuições das vias espinais e supraespinais para a manutenção da postura.

## *2.2 Controle postural na Doença de Parkinson*

Manter o corpo em orientação vertical é uma das tarefas mais complexas do sistema motor humano. A capacidade de equilibrar todas as forças que atuam sobre o corpo quando se está em pé é um pré-requisito para a execução de muitas atividades da vida diária, além de permitir que haja mobilidade e independência (MAKI e McILROY, 1996). O controle postural requer a integração de inúmeros sistemas sensoriais, entre eles os sistemas vestibular, visual e somatossensorial. Além disso, as respostas motoras em decorrência a ajustes posturais podem acontecer por reflexos ou ainda por estruturas mais superiores do SNC (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2014).

Na DP, os efeitos deletérios causados no controle postural são resultados dos comprometimentos causados principalmente no sistema motor (CARPENTER et al., 2004) e sistema somatossensorial (ALMEIDA et al., 2005). Como já é claro na literatura, a DP é caracterizada pela disfunção ou morte dos neurônios produtores da dopamina, principalmente, na substância negra dos núcleos da base que estão localizados no mesencéfalo, causando diversos comprometimentos motores (TAKAKUSAKI et al., 2004), como no controle postural. A diminuição dos níveis dopaminérgicos inibe os

sistemas motores tálamo-cortical e no tronco cerebral, comprometendo outras estruturas cerebrais (OBESO et al., 2000). Com a progressão da doença, essa degeneração fica mais acentuada, comprometendo ainda mais o equilíbrio (BARBIERI et al., 2016; BŁASZCZYK; ORAWIEC, 2011) e ocasionando um alto número de quedas nessa população (CARPENTER et al., 2004).

Os déficits no controle postural em pessoas com DP são caracterizados por um aumento no deslocamento, área, variabilidade, assimetria e velocidade do centro de pressão (CoP) (PELYKH et al., 2015). Ainda, pessoas com DP apresentam respostas anormais às perturbações posturais, inabilidade de modular as respostas posturais, déficits na ativação muscular e atrasos ou redução nas respostas corretivas (BLOEM et al., 2001; CARPENTER et al., 2004; ROCCHI, CHIARI e HORAK, 2002). Além disso, apesar de contestado por estudos recentes (BARBIERI et al., 2016; BERETTA et al., 2015), o tratamento farmacológico parece não ser efetivo para o controle postural para pessoas com DP (BLOEM et al., 1996; ROCCHI, CHIARI e HORAK, 2002). Desta forma, surge a necessidade de investigar o controle postural nessa população, além das ferramentas ditas como tradicionais ou lineares de análise do CoP.

Recentemente, tem sido relatado na literatura que os comprometimentos causados na DP, entre eles no controle postural, não são exclusivamente devido a um déficit no sistema motor, mas também devido a déficits nos sistemas sensoriais e perceptuais (ALMEIDA et al., 2005; KONCZAK et al., 2009). Desta forma, uma adequada integração sensorial e uma precisa ativação muscular, via processo espinal e supraespinal, são essenciais para o controle postural. Entretanto, é pouco conhecido sobre o efeito da DP no controle postural através destas vias. Tradicionalmente, o controle postural tem sido quantificado através da oscilação do CoP, que reflete a média do comportamento (através

das variáveis) da oscilação corporal. Entretanto, estas medidas convencionais do CoP representam somente a resposta neuromuscular para a manutenção da postura (WINTER, 2005). Medidas não-tradicionais ou não-lineares do CoP vêm sendo empregadas para demonstrar a adaptabilidade e outros aspectos do controle postural. A decomposição do sinal do CoP nos componentes da via espinal e supraespinal pode avançar no entendimento do controle postural, especialmente relacionado a forma que a postura é controlada (centros superiores ou mais inferiores do SNC). Uma técnica que vem sendo amplamente utilizada para identificar os tipos de correções do controle postural em idosos e adultos jovens é a técnica do Rambling e Trembling. Com base em uma abordagem biomecânica, Zatsiorsky e Duarte (1999) desenvolveram um método diferente de difusão do estabilograma com o objetivo de distinguir o movimento de um ponto de referência móvel e a oscilação do COP ao redor da trajetória do ponto de referência. Tal procedimento de decomposição pretendia fornecer formas úteis de explorar e examinar os mecanismos de controle postural. Para isso, foi feita a decomposição do ponto de referência móvel, denominado rambling, e a oscilação em torno do ponto de referência, denominado trembling.

### *2.3 Rambling e trembling*

Estudos mostram que, para controlar o equilíbrio, existem pelo menos dois subsistemas envolvidos. O primeiro deles determina um ponto de referência sobre o qual o equilíbrio do corpo é mantido e o segundo preserva o equilíbrio em relação ao ponto de referência selecionado anteriormente. Estes sistemas são denominados como conservadores e operativos, respectivamente (LESTIENNE e GURFILKEL, 1988). Desta forma, surge a necessidade de mensurar como cada sistema contribui para o controle do

equilíbrio durante a postura. Zatsiorsky e Duarte (1999) sugeriram um método no qual o CoP é decomposto em dois componentes, sendo a migração do ponto de referência chamada de rambling e a migração do COP em torno da referência chamada trembling, que refletem os processos supraespinal e espinal, respectivamente.

A análise do rambling e trembling está baseada principalmente no conceito de ponto de equilíbrio ou ponto de força zero (ZATSIORSKY e DUARTE, 1999;2000). O rambling aproxima uma trajetória de equilíbrio do CoP, enquanto que o trembling reflete desvios da trajetória de equilíbrio devido às propriedades mecânicas do corpo e, possivelmente, através do reflexo espinal (FERRONATO e BARELA, 2011). Em outras palavras, o corpo oscila não sobre um ponto fixo, mas sobre uma trajetória de equilíbrio variável no tempo. Desta forma, a trajetória do trembling não acontece através do controle direto pela utilização de feedback pelo sistema nervoso central (SNC) (FERRONATO e BARELA, 2011). Ainda, o SNC não é capaz de perceber essas pequenas alterações que ocorrem no sistema muscular, não podendo, assim, executar as correções necessárias para a modulação do equilíbrio. Apenas oscilações posturais com maior magnitude poderiam ser percebidas pelo SNC. Essas maiores oscilações permitiriam ao SNC atuar para determinar um novo ponto de equilíbrio. Desta forma, o ponto de equilíbrio é prescrito pelo SNC, porém a atualização desta posição ou as pequenas correções realizadas durante a manutenção da postura, são executadas pelo sistema periférico através das propriedades características da musculatura, como por exemplo, as forças elásticas e a rigidez intrínseca do sistema (ZATSIORSKY e DUARTE, 1999;2000).

Sarabom e colaboradores (2013) investigaram o efeito do envelhecimento saudável nas trajetórias do rambling e trembling. Os autores mostraram que o envelhecimento causou maior efeito na trajetória do rambling no que na do trembling,

quando comparados as trajetórias entre si. Isso mostra que o envelhecimento requer maiores processos supraespinais, podendo ser um mecanismo exploratório para identificar os limites de estabilidade ou que idosos permitem maior desvios do corpo antes das correções posturais começarem. Os achados foram corroborados por Degani e colaboradores (2017), onde idosos apresentaram pior desempenho na direção anteroposterior (AP), refletindo uma deterioração no ganho sensorial, integração sensoriomotora e coordenação das ações motoras. Por outro lado, Shin e colaboradores, (2011) investigaram como a esclerose múltipla impacta as trajetórias do rambling e do trembling. Os resultados mostraram que pessoas com esclerose múltipla (com um atraso na resposta do reflexo H), apresentam maior oscilação corporal devido ao componente do trembling. Esse achado mostra que os processos relacionados às modulações por movimento reflexo, refletem na trajetória do trembling. Desta forma, pessoas com doenças neurodegenerativas podem ter uma grande contribuição do sistema nervoso periférico para o controle postural. Entretanto, em pessoas com DP, ainda não está claro qual via tem a principal contribuição, ou se ambas são importantes. Pensando superficialmente nos efeitos da DP, parece que uma contribuição maior da via supraespinal (trajetória do rambling) poderia ser esperada devido a morte dos neurônios dopaminérgicos no SNC. Entretanto, os recentes achados sobre os déficits no sistema nervoso periférico podem indicar que a via espinal (trajetória do trembling) pode ser importante para o controle postural desta população.

### **3. Objetivos e hipóteses**

O objetivo do presente trabalho de conclusão de curso foi investigar o efeito da DP nas trajetórias do rambling e do trembling. Ainda, o estudo tem o objetivo de comparar a trajetória do rambling e do trembling entre pessoas com DP e indivíduos neurologicamente saudáveis.

A primeira hipótese do estudo é de que pessoas com DP apresentem maiores valores dos parâmetros da trajetória do rambling e trembling do que o GC. A segunda hipótese do estudo é que o controle postural de pessoas com DP seja mais afetado pelos parâmetros da trajetória do rambling devido aos déficits no SNC causados pela DP.

## 4. Métodos

### 4.1 Participantes

Participaram deste estudo 12 indivíduos com DP (grupo DP), diagnosticados por um neurologista e que apresentassem a doença de característica idiopática, seguindo os critérios do Banco de Cérebro de Londres (HUGHES et al., 1992). Estes participantes foram recrutados do projeto de extensão ATIVA Parkinson (Atividade Física para Pessoas com a Doença de Parkinson) da UNESP, na cidade de Bauru/SP. Também foram selecionados, a partir do banco de dados do Laboratório de Pesquisa em Movimento Humano (MOVI-LAB) e também através do contato com idosos dos projetos de extensão da universidade, 12 indivíduos neurologicamente sadios para a composição do grupo controle (GC).

Para a participação no estudo, foram estabelecidos os seguintes critérios de inclusão para ambos os grupos: idade acima dos 50 anos, não possuir declínio cognitivo (verificado através do Mini Exame do Estado Mental - ALMEIDA, 1998; FOLSTEIN; FOLSTEIN; MCHUGH, 1975), não apresentar histórico de problemas ortopédicos e/ou osteomioarticulares e de visão, que impossibilitassem o cumprimento do protocolo experimental. Uma anamnese foi realizada anteriormente ao protocolo de avaliação postural para a verificação da presença ou não de problemas ortopédicos e/ou osteomioarticulares. Para a verificação da acuidade visual, foi aplicado o teste de Snellen, sendo excluído da amostra o participante que apresentassem acuidade visual acima de 20/20 (HOLLADAY, 2004).

Para a participação no estudo, todos os participantes do grupo DP deveriam estar sob tratamento medicamentoso para tratamento da DP e apresentar a doença em estágio de um a três na escala de Hoehn & Yahr (H&Y) (HOEHN e YAHR, 1998). Cada

indivíduo permitiu sua participação através da assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Campus de Bauru (CAAE 69287417.8.0000.5398). Todos os procedimentos foram realizados no Laboratório de Pesquisa em Movimento Humano (MOVI-LAB) da UNESP – Campus Bauru. Os pacientes com DP foram avaliados no estado “ON” da medicação específica da DP (aproximadamente uma hora após a ingestão do medicamento) (ESPAY et al., 2012).

#### *4.2 Avaliação Clínica*

Primeiramente, um avaliador experiente em doenças neurodegenerativas fez uma anamnese com o intuito de coletar dados de caracterização da DP (histórico clínico, cognitivo e medicamentoso) e realizar o estudo dos sinais e sintomas do paciente. Ambos foram realizados de forma detalhada para determinar a origem da DP e eliminar a influência de outras doenças que pudessem confundir o diagnóstico, como por exemplo, o acidente vascular encefálico. O mesmo avaliador analisou os participantes através de escalas consideradas padrão ouro para a avaliação do estadiamento da doença, assim como o recordatório (medicação e tempo de início da doença) com os participantes. 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. O grau de acometimento da DP foi avaliado através da UPDRS-III (Unified Parkinson's Disease Rating Scale) correspondente a parte motora (FAHN; ELTON, 1987). Para avaliação cognitiva de ambos os grupos, foi aplicado o Mini Exame do Estado Mental (MEEM), sendo excluídos da amostra aqueles participantes que apresentassem pontuação

abaixo de 24, sendo ajustada a pontuação de corte de acordo com o grau de escolaridade do participante (ALMEIDA, 1998; FOLSTEIN; FOLSTEIN; MCHUGH, 1975).

#### *4.3 Avaliação Postural*

Para a avaliação postural foi utilizada uma plataforma de força (AccuGait, Advanced Mechanical Technologies, Boston, MA), de 50 cm x 50 cm, com frequência de coleta de 100 Hz. Os participantes deveriam permanecer em apoio bipodal e foram instruídos a permanecer em postura ereta estática, o mais parado possível, com os braços posicionados ao lado do corpo e com o olhar dirigido a um alvo posicionado a 1m e na altura dos olhos do participante. Os pés deveriam permanecer paralelos e a distância entre eles similar à largura pélvica individual (TERMOZ et al., 2008). Estas instruções eram dadas antes do início de cada tentativa. Para garantir o posicionamento constante sobre a plataforma de força, foi desenhado o contorno dos pés de cada participante em uma folha de papel pardo. Foram realizadas três tentativas de 1 minuto, com intervalo de 30 segundos entre elas.

#### *4.4 Análise de dados*

Foram coletados os três componentes da força e dos momentos de força nas direções anteroposterior, médio-lateral e vertical. Os 10 s iniciais da coleta foram descartados por serem considerados o momento de adaptação do indivíduo à tarefa. As forças correspondentes a cada eixo ( $F_x$ ,  $F_y$  e  $F_z$ ) foram filtradas por meio de um filtro digital Butterworth passa baixa de 4ª ordem, com frequência de corte de 5Hz. O CoP e seu deslocamento dentro da série temporal, tanto para a direção anteroposterior (AP)

quanto para a direção médio-lateral (ML), foi obtido através de cálculos que utilizaram os valores de força e momentos verticais e horizontais gerados sobre a plataforma.

Para definição das trajetórias do rambling e trembling, as forças aplicadas sobre a plataforma (nos eixos  $F_x$ ,  $F_y$  e  $F_z$ ) foram analisadas através de um programa escrito em linguagem MATLAB®. A determinação das trajetórias do rambling e do trembling seguiu as indicações de Zatsiorsky e Duarte (1999; 2000). Para isso, foram determinados os instantes em que as forças anteroposterior e médio-lateral aplicadas sobre a plataforma são iguais a zero. Este instante onde a força é igual a zero corresponde ao ponto de equilíbrio. Posteriormente, foram definidos os instantes de ocorrência de força horizontal igual a zero na trajetória do CoP. Em seguida, os pontos que determinam a posição da força horizontal igual a zero na trajetória do CoP foram interpolados através de uma função de spline cúbico. Essa interpolação dos pontos de equilíbrio determina a trajetória estimada do rambling. A trajetória do trembling é determinada através da subtração de cada valor da trajetória do CoP em um determinado instante pelo valor correspondente ao mesmo instante da trajetória do rambling. Desta forma, a trajetória do trembling representa as variações que acontecem ao redor da trajetória do rambling. Esse processo foi realizado para ambas as direções (AP e ML).

Para determinar as frequências que compõem o deslocamento das trajetórias do CoP, do rambling e do trembling, nas direções AP e ML, foi realizada uma análise da densidade espectral. Para isso, foi utilizado o método Welch, com segmento de 2048 pontos, sobreposição de 50% e resolução de 0,04 Hz (FERRONATO e BARELA, 2011; ZATSIORSKY e DUARTE, 2000). As variáveis das trajetórias do rambling e do trembling utilizadas foram: deslocamento AP e ML, velocidade média AP e ML, *root mean square* (RMS) AP e ML e frequência mediana AP e ML.

#### 4.5 Análise estatística

O nível de significância foi mantido em 0,05 para todas as análises e o programa SPSS 15.0 (SPSS, Inc.) utilizado para o tratamento estatístico. Para a verificação da normalidade dos dados, o teste de Shapiro-Wilk foi utilizado. Os dados da avaliação cognitiva foram comparados através do teste não-paramétrico de Wilcoxon. Para comparação dos dados antropométricos, foi utilizado o teste t de Student para amostras independentes. As trajetórias do rambling e do trembling foram analisados por meio de ANOVA *one-way* com fator para grupo (DP x GC). Além disso, para verificar qual trajetória (rambling x trembling) teve mais efeito no controle postural para cada grupo, foram realizadas ANOVAs *one-way* com fator para trajetória, separadamente para cada grupo. Os pressupostos da ANOVA foram testados através do teste de esfericidade (Mauchly) e do teste de igualdade das variâncias (Levene).

## 5. Resultados

### 5.1 Parâmetros demográficos e clínicos

A análise estatística não mostrou diferença da avaliação cognitiva (MEEM) entre grupo DP e GC ( $26,33 \pm 2,74$  e  $27,16 \pm 1,69$ , respectivamente) ( $z = -0,675$ ,  $p < 0,500$ ). Para os dados demográficos (Tabela 1), o teste t de student não indicou diferenças entre os grupos para a idade ( $t_{11} = 0,701$ ;  $p = 0,49$ ), massa corporal ( $t_{11} = 0,858$ ;  $p = 0,40$ ) e estatura ( $t_{11} = 1,096$ ;  $p = 0,29$ ).

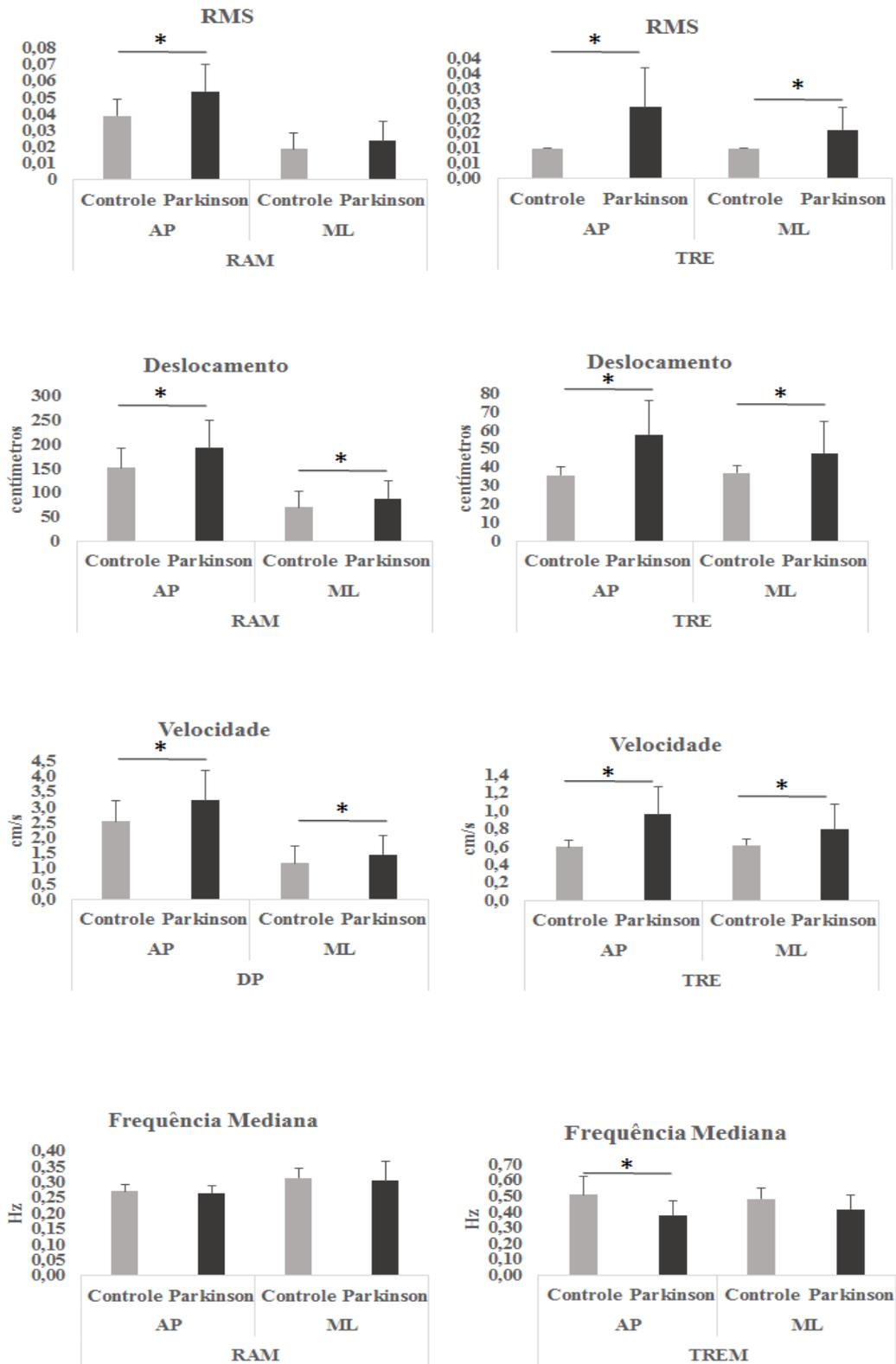
**Tabela 1.** Características e parâmetros clínicos de cada participante do grupo controle e grupo DP. **Ds:** desvio padrão.

	<b>Part.</b>	<b>Sexo (M/F)</b>	<b>Idade (anos)</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>Estatura (m)</b>	<b>MEEM (pts)</b>	<b>H&amp;Y (pts)</b>	<b>UPDRS (pts)</b>
<b>Grupo DP</b>	1	M	60	99,400	1,67	29	1,5	17
	2	F	58	91,500	1,51	28	2	22
	3	M	69	78,550	1,79	26	1	10
	4	M	66	73,150	1,71	25	3	27
	5	F	53	71,600	1,51	29	2	31
	6	F	61	65,700	1,57	19	3	26
	7	M	82	66,500	1,61	27	2	28
	8	M	67	90,900	1,74	27	2,5	30
	9	F	65	50,550	1,56	25	2,5	17
	10	F	79	43,900	1,47	25	3	24
	11	F	65	50,350	1,58	28	2,5	16
	12	M	73	89,700	1,67	28	2	23
	<i>Média</i>	<i>6M/6H</i>	<i>66,50</i>	<i>72,650</i>	<i>1,62</i>	<i>26</i>	<i>2,25</i>	<i>22,58</i>
	<i>ds</i>		<i>8,40</i>	<i>18,164</i>	<i>0,10</i>	<i>2,74</i>	<i>0,62</i>	<i>6,42</i>
<b>Grupo Controle</b>	1	M	61	76,350	1,71	28	---	---
	2	M	60	115,950	1,69	30	---	---
	3	M	70	90,350	1,74	28	---	---
	4	M	77	74,600	1,68	26	---	---
	5	F	74	67,900	1,58	25	---	---
	6	F	68	59,400	1,57	28	---	---
	7	F	83	58,000	1,58	27	---	---
	8	M	69	87,250	1,68	28	---	---
	9	F	64	78,700	1,6	24	---	---
	10	F	65	78,000	1,62	29	---	---
	11	M	67	87,400	1,71	27	---	---
	12	F	62	62,200	1,57	26	---	---
	<i>Média</i>	<i>6M/6H</i>	<i>68,33</i>	<i>78,008</i>	<i>1,64</i>	<i>27</i>	<i>---</i>	<i>---</i>
	<i>ds</i>		<i>6,88</i>	<i>16,180</i>	<i>0,06</i>	<i>1,70</i>		

## 5.2 Avaliação postural

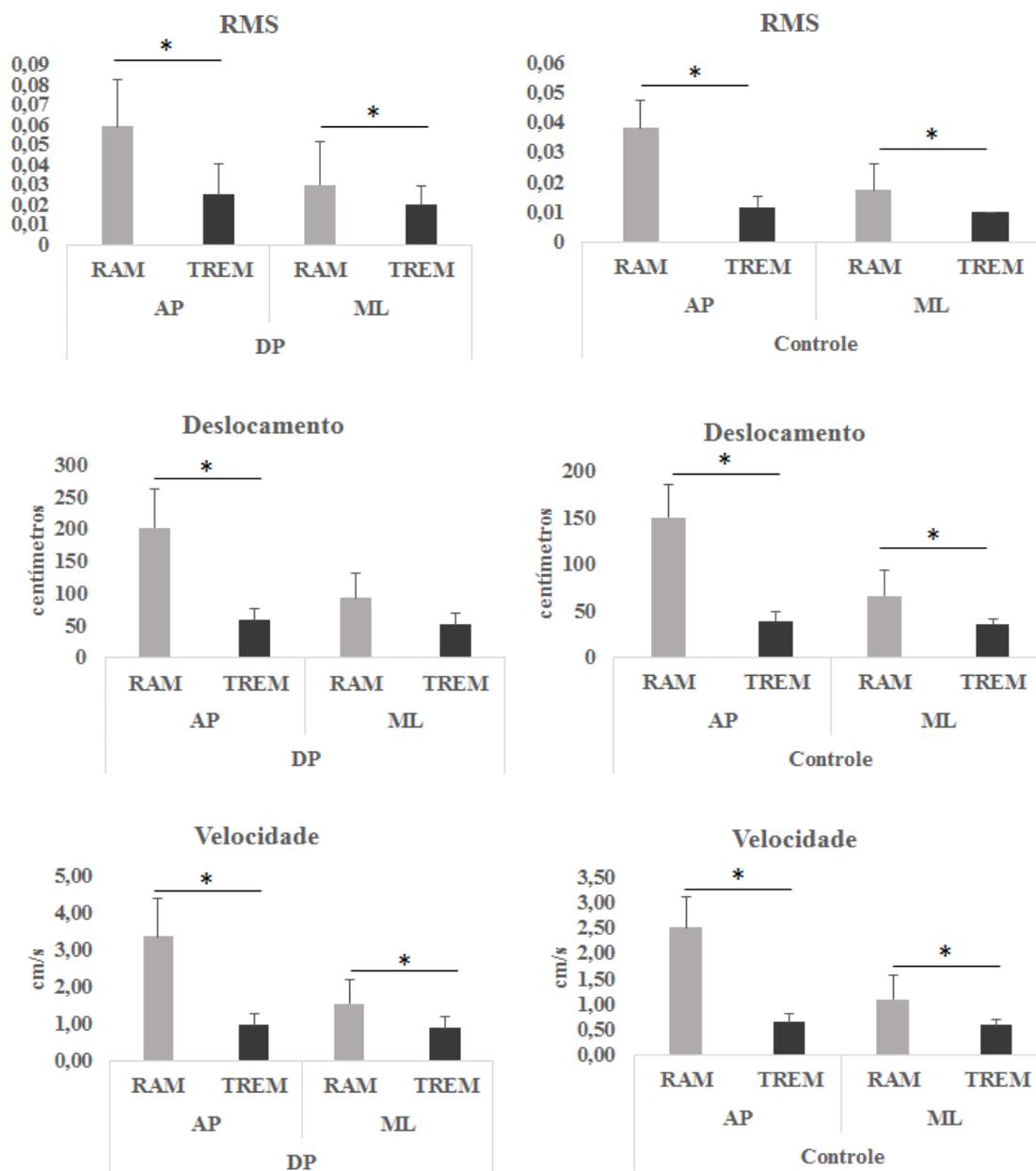
Os grupo DP apresentou maiores valores de RMS ( $F_{(1,11)} = 8,079$ ;  $p < 0,01$  e  $F_{(1,11)} = 9,514$ ;  $p < 0,01$ ), deslocamento ( $F_{(1,11)} = 5,553$ ;  $p < 0,03$  e  $F_{(1,11)} = 24,434$ ;  $p < 0,001$ ) e velocidade ( $F_{(1,11)} = 6,990$ ;  $p < 0,02$  e  $F_{(1,11)} = 21,594$ ;  $p < 0,001$ ), respectivamente, para a trajetória do rambling e do trembling no sentido anteroposterior em comparação aos seus pares neurologicamente sadios (Figura 1). Além disso, o grupo DP apresentou menores valores da frequência mediana AP do trembling ( $F_{(1,11)} = 9,528$ ;  $p < 0,01$ ) em comparação ao GC. Ainda, o grupo DP apresentou maiores valores de deslocamento ( $F_{(1,11)} = 8,905$ ;  $p < 0,01$ ) e velocidade ( $F_{(1,11)} = 8,468$ ;  $p < 0,01$ ) para a trajetória do rambling, e maiores valores do RMS ( $F_{(1,11)} = 13,200$ ;  $p < 0,004$ ), deslocamento ( $F_{(1,11)} = 8,924$ ;  $p < 0,01$ ) e velocidade ( $F_{(1,11)} = 11,563$ ;  $p < 0,006$ ) para a trajetória do trembling no sentido médio-lateral em comparação ao grupo controle.

**Figura 1.** Médias e desvio padrões da trajetória do rambling (RAM) e trembling (TRE) no sentido anteroposterior (AP) e médio-lateral (ML) para o grupo DP e grupo controle. \*: diferença significativa entre grupos; AP: anteroposterior; ML: médio-lateral; RMS: *root mean square*; RAM: rambling; TER: trembling.



Quando as trajetórias do rambling e do trembling foram comparadas, o grupo DP apresentou maiores valores para o RMS ( $F_{(1,11)} = 41,740$ ;  $p < 0,001$  e  $F_{(1,11)} = 5,077$ ;  $p < 0,04$ ), deslocamento ( $F_{(1,11)} = 73,679$ ;  $p < 0,001$  e  $F_{(1,11)} = 21,536$ ;  $p < 0,001$ ) e velocidade ( $F_{(1,11)} = 72,487$ ;  $p < 0,001$  e  $F_{(1,11)} = 16,733$ ;  $p < 0,002$ ), respectivamente, nas direções AP e ML do rambling em comparação ao trembling (Figura 2).

**Figura 2.** Médias e desvio padrões da comparação da trajetória do rambling (RAM) e trembling (TER) no sentido anteroposterior (AP) e médio-lateral (ML) separadamente para o grupo DP e grupo controle. \*: diferença significativa entre a trajetória do rambling e trembling.



## 6. Discussão

O presente trabalho de conclusão de curso teve como objetivo investigar o efeito da DP nas trajetórias do rambling e do trembling. De acordo com a nossa primeira hipótese, esperávamos que o controle postural fosse mais afetado pela trajetória do rambling devido aos déficits causados pela DP no SNC. Nossos achados confirmam a nossa hipótese, indicando maior parâmetros da trajetória do rambling em comparação aos parâmetros da trajetória do trembling. Por outro lado, em nosso segundo objetivo, comparar a trajetória do rambling e do trembling entre pessoas com DP e indivíduos neurologicamente saudáveis, os achados mostraram que pessoas com DP apresentaram maiores valores em ambas as trajetórias do COP (rambling e trembling), o que mostra que os efeitos da DP no controle postural de pessoas com DP ocorrem em ambas as vias, espinal e supraespinal. Desta forma, parece que os efeitos no controle postural são causados também pelos déficits no sistema nervoso periférico. Este resultado confirma em parte nossa segunda hipótese. Estes achados parecem indicar que apesar de haver uma contribuição de ambas as vias para o controle da postural em pessoas com DP, a trajetória do rambling (SNC) parece ter maior efeito no controle postural nesta população. Nos próximos parágrafos serão apresentadas explicações para nossos achados.

A DP afeta ambas as vias supraespinal e espinal para o controle da postura. A literatura apresenta consistentemente que os déficits no controle postural de pessoas com DP são causados pela morte dos neurônios dopaminérgicos dos núcleos da base (TANAKA et al., 2000) ou por uma disfunção na ativação cortical (SMITH; JACOBS; HORAK, 2014). Os resultados do presente estudo confirmam que, embora haja detrimento das estruturas do SNC (supraespinal), há um componente periférico (espinal) importante para o déficit do controle postural dessa população. De fato, estudos anteriores apontaram que os comprometimentos causados pela DP não são exclusivamente devido

a um déficit no sistema motor (via supraespinal), mas também a déficits nos sistemas sensoriais e perceptuais desta população (via espinal) (ALMEIDA et al., 2005; KONCZAK et al., 2009). Pessoas com DP são dependentes da integração de feedback dos sistemas sensoriais para controlar a postura (ALMEIDA et al., 2005). Déficit no feedback proprioceptivo parecem ter um impacto significativo na integração do feedback sensorial para controlar a postura. Estes achados parecem indicar que os núcleos da base têm papel importante na integração sensorial para o controle da postura. Ainda, o sistema periférico é responsável por realizar pequenos ajustes durante a postura (DUARTE e ZATSIORSKY, 1999). Além disso, pessoas com DP parecem ter dificuldade em realizar estes tipos de ajustes, o que parece justificar a maior variação da oscilação postural destas pessoas. Com isso, o fato de ambas as vias de controle estarem prejudicadas, justifica o aumento no número de quedas nessa população (BALASH et al., 2005), a qual é uma das principais causas de óbito e internações em pessoas com DP (BLOEM et al., 2001). Desta forma, sabendo que os dois sistemas que atuam na manutenção do controle postural estarem afetados, intervenções feitas com este grupo devem ter preocupação com ambos os sistemas para que haja melhoras no controle postural.

A contribuição central tem efeito principal no controle da postura de pessoas com DP. Os nossos resultados mostraram que a trajetória do rambling apresentou maiores valores que o trembling para pessoas com DP, o que indica uma maior contribuição do SNC nos déficits do controle postural desta população. Estudos anteriores com idosos mostraram que essas mesmas diferenças foram encontradas quando comparadas as trajetórias entre si (SARABON; PANJAN; LATASH, 2013). Nesse caso, os autores sugerem que esse comportamento adotado pelos idosos pode ser um mecanismo exploratório dos limites de estabilidade. Entretanto na DP, a maior participação da via

supraespinal nos déficits do controle postural ocorre devido a DP afetar principalmente a substância negra da parte central do sistema nervoso, como os núcleos da base (TAKAKUSAKI et al., 2004). Estes efeitos são demonstrados especialmente pelos déficits motores presentes na doença. Ainda, isso explica a maior oscilação postural que as pessoas com DP apresentam durante as tarefas posturais.

Algumas limitações do estudo são aparentes e restringem a discussão dos resultados. Primeiramente, não foi avaliado a responsividade do reflexo H. Esse fator foi mostrado ser importante para identificar diferenças nas trajetórias do rambling em pessoas com esclerose múltipla (SHIN; MOTL; SOSNOFF, 2011), dando mais informações sobre a influência do sistema periférico no controle da postura. Além disso, seria interessante uma comparação entre os estados “ON” e “OFF” da medicação específica para a DP. Este fator poderia influenciar o resultado, uma vez que as vias de controle da postura, com e sem a medicação, podem sofrer alterações, fazendo com que haja diferenças entre rambling e trembling. Novos estudos devem ser feitos com diferentes níveis de incapacidade da DP e também com diferentes níveis de dificuldade da tarefa (posturas mais desafiadoras). A amostra do nosso estudo é heterogênea em relação ao estadiamento da doença, podendo de alguma maneira este fator influenciar nos resultados.

A partir dos resultados encontrados, a importância do exercício físico como tratamento para a doença de Parkinson fica ainda mais evidenciada. Sabendo que ambas as vias do controle postural estão prejudicadas, cabe ao profissional trabalhar para que o paciente seja beneficiado. Estudos mostram que o exercício físico pode melhorar os níveis do fator neurotrófico (BDNF) no cérebro, fato facilita o funcionamento de redes neuronais

comprometidas pela patologia nos gânglios da base e, especialmente, no trato nigrostriatal dopaminérgico, melhorando assim os sintomas da DP (MARUSIAK et al., 2015).

## **7. Conclusão**

A partir dos resultados do estudo, a conclusão deste trabalho de conclusão de curso é que pessoas com a DP apresentam maiores valores da trajetória do rambling e do trembling quando comparados a idosos neurologicamente saudáveis, o que indica que não somente os centros mais superiores do SNC são responsáveis pelo controle postural na DP, mas também o sistema periférico. Mais ainda, que ambos os sistemas são afetados pela DP. Entretanto, a via supraespinal parece ser mais afetada pela DP.

## 8. Referências

- 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.
- BALASH, Y. et al. Falls in outpatients with Parkinson's disease: Frequency, impact and identifying factors. **Journal of Neurology**, v. 252, n. 11, p. 1310–1315, 2005.
- BARBIERI, F. A. et al. Effects of disease severity and medication state on postural control asymmetry during challenging postural tasks in individuals with Parkinson's disease. **Human Movement Science**, v. 46, p. 96–103, 2016.
- BARBIERI, F. A. et al. Obstacle Avoidance Increases Asymmetry of Crossing Step in Individuals With Parkinson's Disease and Neurologically Healthy Individuals. **Journal of Motor Behavior**, v. 50, n. 1, p. 17–25, 2018.
- 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.
- BERETTA, V. S. et al. Challenging postural tasks increase asymmetry in patients with Parkinson's disease. **PLoS ONE**, v. 10, n. 9, p. 1–11, 2015.
- BŁASZCZYK, J. W.; ORAWIEC, R. Assessment of postural control in patients with Parkinson's disease: Sway ratio analysis. **Human Movement Science**, v. 30, n. 2, p. 396–404, 2011.
- BLOEM, B. R. et al. Influence of dopaminergic medication on automatic postural responses and balance impairment in Parkinson's disease. **Movement Disorders**, v. 11, n. 5, p. 509–521, 1996.
- BLOEM, B. R. et al. Prospective assessment of falls in Parkinson's disease. **Journal of Neurology**, v. 248, n. 11, p. 950–958, 2001.
- CARPENTER, M. G. et al. Postural abnormalities to multidirectional stance perturbations in Parkinson's disease. **Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry**, v. 75, n. 9, p. 1245–1254, 2004.
- DEGANI, A. M.; LEONARD, C. T.; DANNA-DOS-SANTOS, A. The effects of early stages of aging on postural sway: A multiple domain balance assessment using a force platform. **Journal of Biomechanics**, v. 64, n. 2017, p. 8–15, 2017.
- DUARTE, M.; ZATSIORSKY, V. M. Patterns of center of pressure migration during prolonged unconstrained standing. **Motor Control**, v. 3, n. 1, p. 12–27, 1999.
- ESPAY, A. J. et al. "On" state freezing of gait in Parkinson disease: A paradoxical levodopa-induced complication. **Neurology**, v. 78, n. 7, p. 454–457, 2012.
- FAHN, S.; ELTON, R. Unified Parkinson's Disease Rating Scale. In: **Recent developments in Parkinson's disease**. [s.l: s.n.]. p. 153–63.
- FERRONATO, P. A. M.; BARELA, J. A. Age-Related Changes in Postural Control:

- Rambling and Trembling Trajectories. **Motor control**, v. 15, n. 4, p. 481–93, 2011.
- FOLSTEIN, M. F.; FOLSTEIN, S. E.; MCHUGH, P. R. “Mini-mental state”. A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. **Journal of Psychiatric Research**, v. 12, n. 3, p. 189–198, 1975.
- 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.
- HOEHN, M. M.; YAHR, M. D. Parkinsonism: Onset, progression, and mortality. **Neurology**, v. 50, n. 2, p. 318–318, 1998.
- HOLLADAY, J. T. Visual acuity measurements. **Journal of Cataract and Refractive Surgery**, v. 30, n. 2, p. 287–290, 2004.
- HORAK, Fay B .; SHUPERT, Charlotte L .; MIRKA, Alar. Componentes do descontrolo postural em idosos: uma revisão. **Neurobiologia do envelhecimento** , v. 10, n. 6, p. 727-738, 1989.
- 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, p. 181–184, 1992.
- KONCZAK, J. et al. Proprioception and Motor Control in Parkinson’s Disease. **Journal of Motor Behavior**, v. 41, n. 6, p. 543–552, 2009.
- LESTIENNE, F. G.; GURFINKEL, V. S. Posture as an organizational structure based on a dual process: a formal basis to interpret changes of posture in weightlessness. In: **Progress in brain research**. Elsevier, 1988. p. 307-313.
- LUNDBLAD, Martin et al. Pharmacological validation of behavioural measures of akinesia and dyskinesia in a rat model of Parkinson's disease. **European Journal of Neuroscience**, v. 15, n. 1, p. 120-132, 2002.
- MAKI, Brian E.; MCILROY, William E. Postural control in the older adult. **Clinics in geriatric medicine**, v. 12, n. 4, p. 635-658, 1996.
- MARUSIAK, Jarosław et al. Interval training-induced alleviation of rigidity and hypertonia in patients with Parkinson's disease is accompanied by increased basal serum brain-derived neurotrophic factor. **Journal of rehabilitation medicine**, v. 47, n. 4, p. 372-375, 2015.
- OBESO, J. A. et al. Pathophysiology of the basal ganglia in Parkinson ’ s disease. **Trends Neurosciences**, v. 23, n. Box 1, p. 9–19, 2000.
- PELYKH, O. et al. Dynamics of postural control in Parkinson patients with and without symptoms of freezing of gait. **Gait and Posture**, v. 42, n. 3, p. 246–250, 2015.
- ROCCHI, L.; L, C.; B, H. F. Effects of deep brain stimulation and levodopa on postural sway in Parkinson’s disease. **Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry**, v. 73, n. 3, p. 267–274, 2002.
- SARABON, N.; PANJAN, A.; LATASH, M. The effects of aging on the rambling and trembling components of postural sway: Effects of motor and sensory challenges. **Gait and Posture**, v. 38, n. 4, p. 637–642, 2013.
- SHIN, S.; MOTL, R. W.; SOSNOFF, J. J. A test of the rambling and trengling hypothesis:

- multiple sclerosis and postural control. **Motor Control**, v. 15, p. 568–579, 2011.
- SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT, M. H. **Motor control: Translating research into clinical practice: Fourth edition**. [s.l: s.n.].
- SIMIELLI, L. et al. Gaze and motor behavior of people with PD during obstacle circumvention. **Gait and Posture**, v. 58, n. September, p. 504–509, 2017.
- SMITH, B. A.; JACOBS, J. V.; HORAK, F. B. Effects of amplitude cueing on postural responses and preparatory cortical activity of people with Parkinson disease. **Journal of Neurologic Physical Therapy**, v. 38, n. 4, p. 207–215, 2014.
- TAKAKUSAKI, K. et al. **Role of basal ganglia-brainstem systems in the control of postural muscle tone and locomotion****Progress in Brain Research**, 2004.
- TANAKA, H. et al. The effects of visual input on postural control mechanisms: an analysis of center-of-pressure trajectories using the auto-regressive model. **Journal of human ergology**, v. 29, n. 1–2, p. 15–25, 2000.
- TERMOZ, N. et al. The control of upright stance in young, elderly and persons with Parkinson's disease. **Gait and Posture**, v. 27, n. 3, p. 463–470, 2008.
- TOULOUSE, A.; SULLIVAN, A. M. Progress in Parkinson's disease-Where do we stand? **Progress in Neurobiology**, v. 85, n. 4, p. 376–392, 2008.
- WINTER, D. A. **Biomechanics and Motor Control of Human Movement**. [s.l: s.n.].
- ZATSIORSKY, V. M.; DUARTE, M. Instant Equilibrium Point and Its Migration in Standing Tasks: Rambling and Trembling Components of the Stabilogram. **Motor Control**, v. 3, n. 1, p. 28–38, 1999.
- ZATSIORSKY, V. M.; DUARTE, M. Rambling and Trembling in Quiet Standing. **Motor Control**, v. 4, n. 2, p. 185–200, 2000.