

UFBA

Universidade Federal da Bahia  
Instituto de Ciências da Saúde

Juliana Leal de Oliveira

PROCESSOS INTERATIVOS  
DOS ÓRGÃOS E SISTEMAS  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO • ICS • UFBA



**PARÂMETROS CINEMÁTICOS DO EQUILÍBRIO NA  
POSTURA ESTÁTICA OBTIDOS POR CINEMETRIA  
EM INDIVÍDUOS COM A DOENÇA DE PARKINSON**

Salvador  
2019



**PROCESSOS INTERATIVOS  
DOS ÓRGÃOS E SISTEMAS**  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO • ICS • UFBA

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROCESSOS  
INTERATIVOS DOS ÓRGÃOS E SISTEMAS**

**Juliana Leal de Oliveira**

**PARÂMETROS CINEMÁTICOS DO EQUILÍBRIO NA POSTURA ESTÁTICA  
OBTIDOS POR CINEMETRIA EM INDIVÍDUOS COM A DOENÇA DE  
PARKINSON**

Salvador  
2019

Juliana Leal de Oliveira

**PARÂMETROS CINEMÁTICOS DO EQUILÍBRIO NA POSTURA ESTÁTICA  
OBTIDOS POR CINEMETRIA EM INDIVÍDUOS COM A DOENÇA DE  
PARKINSON**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas, Instituto de Ciências da Saúde, da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção de grau de Doutor em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas.

**Orientador:** Prof. Dr. Carlos Maurício Cardeal Mendes  
**Coorientador:** Prof. Dr. Nildo Manoel da Silva Ribeiro

SALVADOR  
2019

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

**O45p** Oliveira, Juliana Leal de.

Parâmetros cinemáticos do equilíbrio na postura estática obtidos por cinematria em indivíduos com doença de Parkinson/ por Juliana Leal de Oliveira. - Salvador, 2019.

128f.

Orientadora: Prof. Dr. Carlos Maurício Cardeal Mendes.

Coorientador: Prof. Dr. Nildo Manoel da Silva Ribeiro.

Tese (Doutorado em Processos Interativos de Órgãos e Sistemas) – Universidade Federal da Bahia, Instituto de Ciências da Saúde, Salvador, 2019.

1. Equilíbrio postural. 2. Cinemática. 3. Doença de Parkinson. 4. Fisioterapia. 5. Cvmob. I. Mendes, Carlos Maurício Cardeal. II. Ribeiro, Nildo Manoel da Silva. III. Universidade Federal da Bahia.

CDD 616.858

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE




PROCESSOS INTERATIVOS  
DOS ÓRGÃOS E SISTEMAS  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO - ICBS - UFBA

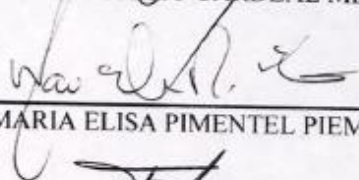
TERMO DE APROVAÇÃO  
DEFESA PÚBLICA DE TESE  
JULIANA LEAL DE OLIVEIRA

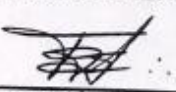
Parâmetros cinemáticos do equilíbrio na postura estática obtidos por cinemetria em  
indivíduos com a doença de Parkinson

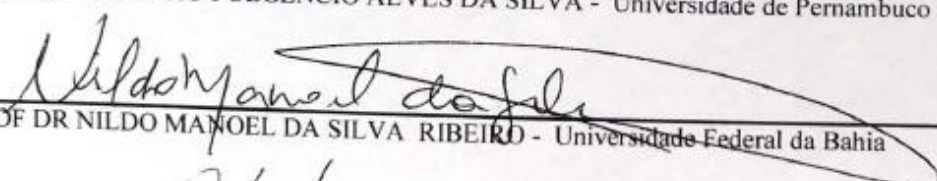
Salvador, Bahia, 11 de março de 2019

COMISSÃO EXAMINADORA:

  
\_\_\_\_\_  
PROF DR CARLOS MAURICIO CARDEAL MENDES - Universidade Federal da Bahia

  
\_\_\_\_\_  
PROFA DRA MARIA ELISA PIMENTEL PIEMONTE - Universidade de São Paulo

  
\_\_\_\_\_  
PROF DR TARCÍSIO FULGÊNCIO ALVES DA SILVA - Universidade de Pernambuco

  
\_\_\_\_\_  
PROF DR NILDO MANOEL DA SILVA RIBEIRO - Universidade Federal da Bahia

  
\_\_\_\_\_  
PROF DR CRISTIANO SENA DA CONCEIÇÃO - Universidade Federal da Bahia

*Dedico este trabalho à minha família por todo o incentivo e a todos os pacientes com doença de Parkinson que conheci ao longo desta trajetória.*

## **AGRADECIMENTOS:**

*Gostaria de agradecer imensamente ao meu orientador, Maurício Cardeal, que acompanha minha trajetória acadêmica há mais de seis anos. Não haveria possibilidades de este trabalho acontecer sem a sua intensa participação e parceria durante todo o processo. Muito obrigada pelo exemplo de professor, pelos conhecimentos compartilhados, pela paciência, por sua amizade, incentivo e por acreditar no meu potencial!*

*À minha grande amiga, Manuella Castro Silva Pestana, pelo exemplo de força, coragem e determinação, pela amizade que levo para a minha vida inteira e por ter compartilhado comigo, intensamente, todo processo do doutorado.*

*Agradeço ao professor José Garcia, grande incentivador, que não poupou esforços para me ajudar durante a elaboração do projeto, bem como, torná-lo real, além do conhecimento compartilhado.*

*Agradeço ao professor Norberto por sua presença, participação, dedicação, colaboração, ensinamentos e orientações durante a realização da pesquisa.*

*Agradeço ao grupo de pesquisa, NITRE, que me recebeu, acolheu e me ajudou a tornar a minha pesquisa real.*

*Ao professor Nildo Ribeiro, pelo carinho, acolhimento, ajuda e atenção durante a pesquisa.*

*Agradeço aos médicos neurologistas, especialmente a Dr. Ailton Melo, a Dr. Saul e a Dra. Roberta; aos farmacêuticos, aos fisioterapeutas, às secretárias e aos demais profissionais do ambulatório de neurociências do Ambulatório Magalhães Neto pela ajuda e pelo suporte durante toda a coleta de dados.*

*Agradeço aos pacientes e seus acompanhantes que participaram da pesquisa, pois, sem eles, nada disso seria possível.*

*Aos secretários do programa de Pós-graduação em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas, especialmente, Célia e Carlos, pela grande dedicação e atenção atribuída ao programa e aos alunos.*

*À professora e coordenadora do Programa de Pós-graduação Processos Interativo dos Órgãos e Sistemas pelo cuidado e dedicação ao programa.*

*Aos meus colegas do doutorado, pela amizade, carinho e momentos compartilhados, com destaque para Anderson Cunha e Renata Campos.*

*Às minhas colegas de trabalho que, muitas vezes, precisaram me ajudar, em especial, a minha coordenadora Juliana Oliveira, por deixar o ambiente de trabalho leve e me apoiar sempre*

*durante toda a condução da minha pesquisa.*

*Agradeço à minha base emocional, meu pai, de modo especial, pela imensa paciência, pelo amor incondicional e por sempre me apoiar e acreditar nas minhas escolhas!*

*Aos meus irmãos, Thiago e Tainã, meus amigos e parceiros, além de grande incentivadores!*

*À Rose pela paciência, carinho e apoio durante todo esse período.*

*Às minhas sobrinhas, Lis e Aurora, minha saudade diária pela paz e pelo amor que transmitem; e aos meus afilhados, Matheus e Dom, pelo sorriso, carinho e momentos de descontração compartilhados.*

*Às minhas primas, em especial, Rafaela e Marcela, pelas palavras de conforto e amizade.*

*Às minhas tias, Regina, Gracinha, Wandy, Zane e Tânia pelo carinho, amor e incentivo.*

*À minha madrinha, Jady que, mesmo distante, esteve sempre preocupada e cuidadosa durante todo esse tempo.*

*Agradeço a toda a minha família por entender as minhas ausências, por acreditar e apoiar minhas decisões, sempre de forma positiva.*

*Aos meus amigos que entenderam minhas faltas em muitos momentos e mesmo assim me incentivaram.*

*À minha amiga, Jose, por me ouvir pacientemente e diariamente me encorajando e motivando e à minha amiga Clarissa, sempre presente e grande incentivadora nas minhas conquistas.*

*A todos que torceram por mim e me ajudaram direta ou indiretamente durante essa longa etapa e torcem por mim por mais uma conquista.*

*À minha mãe, diante de todo o amor dedicado a mim, pelo exemplo de força e determinação e que, mesmo não estando mais presente em minha vida, ocupa meus pensamentos diários.*

*E, por último, mas não menos importante, a Deus, meu grande amigo e condutor, por me guiar e me fortalecer em todos os momentos da minha vida.*



*“Grandes descobertas científicas são realizadas a partir de um olhar profundo sobre aquilo que se parece óbvio à primeira vista”.*

Autor desconhecido

OLIVEIRA, Juliana Leal. Parâmetros do equilíbrio estático em indivíduos com e sem a doença de parkinson. 2019. 128. il. (Tese). Doutorado em processos interativos de órgãos e sistemas – Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Federal da Bahia.

## RESUMO

**INTRODUÇÃO:** O equilíbrio na postura estática é a habilidade de manter a posição do corpo dentro da base de sustentação e depende da interação de diversos sistemas. A doença de Parkinson (DP) é considerada uma doença motora com envolvimento do sistema nervoso central (SNC) pela redução da dopamina na substância negra, acarretando em rigidez, bradicinesia, tremor e instabilidade postural. O objetivo do trabalho foi descrever e comparar o comportamento dos parâmetros cinemáticos da medida de equilíbrio na postura estática em indivíduos com e sem a DP (Artigo 1) e de acordo com o estadiamento da doença (Artigo 2). **METÓDO:** Trata-se de um estudo de desenho híbrido: Estudo prospectivo para medidas repetidas de variáveis cinemáticas no tempo acrescido de um estudo de corte seccional para as avaliações demográficas e clínicas realizadas em apenas um momento no tempo. Cento e quatro indivíduos, 52 com DP, todos medicados com levodopa, nos estágios da escala Hoehn & Yahr (H&Y) até 3 e 52 indivíduos sem DP participaram do estudo. A avaliação do equilíbrio na postura estática foi realizada através de filmagens do movimento da cabeça e avaliadas no CvMob que gerou os parâmetros cinemáticos do equilíbrio, os quais foram analisados através de estatística circular: ângulo médio circular ( $\theta$ ), concentração angular média ( $\rho$ ), e os parâmetros lineares, deslocamento médio ( $r$ ) e velocidade média. **RESULTADOS:** Apesar da diferença encontrada ( $p < 0,05$ ) nos ângulos médios circulares entre os grupos ( $\theta$  DP=225,2° e  $\theta$  GC=119,2°), as concentrações angulares baixas ( $\rho$  GP = 0,09 e  $\rho$  GC = 0,32) e semelhantes entre os grupos ( $p=0,245$ ) indicam ausência de direcionalidade entre eles (Artigo 1). Na comparação entre os estágios também não houve diferença entre os ângulos médios ( $p = 0,142$ ) e na concentração angular ( $\rho$ ) indicando uma ausência de tendência à direcionalidade ( $p=0,602$ ). O deslocamento médio na DP foi de 1,4 (0,5) cm e no grupo controle (GC) de 0,8 (0,3) cm, diferente entre os grupos ( $d$  de Cohen 1,2;  $p < 0,05$ ). A média (desvio-padrão) do desvio-padrão médio do raio médio foi de 0,76 cm para o grupo com DP e 0,47 cm para o GC ( $d$  de Cohen 1,1;  $p < 0,05$ ), indicando maior oscilação na DP. Não foram encontrados diferenças no deslocamento médio ( $\eta^2 = 0,117$ ;  $p=0,11$ ) e oscilação ( $r = 0,98$ ;  $p=0,07$ ) de acordo com os estágios da DP. A velocidade média apresentou diferenças entre os grupos com e sem DP ( $p < 0,05$ ) e de acordo com o aumento da gravidade ( $r = 1,44$ ;  $p = 0,01$ ). **CONCLUSÃO:** Não foi encontrada tendência de direcionalidade de oscilação para ambos os grupos (com e sem DP)

e de acordo com a gravidade da doença, os indivíduos com DP apresentaram um deslocamento médio maior e oscilaram mais em comparação com o GC e isso não foi observado entre os estágios da doença. Já a velocidade média foi maior no grupo com DP e de acordo com o aumento da gravidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Equilíbrio postural. Cinemática. Doença de Parkinson. Fisioterapia. Software.

OLIVEIRA, Juliana Leal. Parameters of static balance in subjects with and without Parkinson's disease. 2019. 128. II. (Thesis). Doctorate degree in Interactive processes of systems and organs – Health Science Institute, Federal University of Bahia.

## ABSTRACT

**INTRODUCTION:** The balance in the static posture is the ability to maintain the position of the body within the base of support and depends on the interaction of several systems. Parkinson's disease (PD) is considered a motor disease with involvement of the central nervous system (CNS) by reduction of dopamine in the substantia nigra, leading to rigidity, bradykinesia, tremor and postural instability. The objective of this work was to describe and compare the behavior of the kinematic parameters of the static measure of balance in individuals with and without PD (Article 1) and according to the staging of the disease (Article 2). **METHOD:** This is a hybrid design study: Prospective study for repeated measures of time kinematic variables plus a cross-sectional study for demographic and clinical evaluations performed at only one moment in time. One hundred and four subjects, 52 with PD, all receiving levodopa, in the Hoehn & Yahr (H & Y) stages, up to 3 and 52 subjects without PD participated in the study. Static posture was evaluated by means of head movement images and evaluated in the CvMob, which generated the kinematic parameters of the balance, which were analyzed through circular statistics: circular mean angle ( $\theta$ ), mean angular concentration ( $\rho$ ), and the linear parameters, mean displacement ( $r$ ) and mean velocity. **RESULTS:** Despite the difference ( $p < 0.05$ ) in the mean circular angles between the groups ( $\theta_{DP} = 225.20$  and  $\theta_{GC} = 119.20$ ), the low angular concentrations ( $\rho_{GP} = 0.09$  and  $\rho_{GC} = 0.32$ ) and similar between groups ( $p = 0.245$ ) indicate absence of directionality between them (Article 1). In the comparison between the stages there was also no difference between the mean angles ( $p = 0.142$ ) and the angular concentration ( $\rho$ ) indicating an absence of directionality tendency ( $p = 0.602$ ). The mean PD displacement was 1.4 (0.5) cm and in the control group (GC) of 0.8 (0.3) cm, different between the groups (d of Cohen 1,2,  $p < 0, 05$ ). The mean (standard deviation) of the mean standard deviation of the mean radius was 0.76 cm for the PD group and 0.47 cm for the CG (Cohen d 1.1;  $p < 0.05$ ), indicating greater oscillation in PD. No differences were found in the mean displacement ( $\eta^2 = 0.117$ ,  $p = 0.11$ ) and oscillation ( $r = 0.98$ ,  $p = 0.07$ ) in agreement with the PD stages. The mean velocity presented differences between the groups with and without PD ( $p < 0.05$ ) and according to the increase in severity ( $r = 1.44$ ,  $p = 0.01$ ). **CONCLUSION:** There was no trend of oscillation directionality for both groups (with and without PD) and according to the severity of the disease, individuals with PD had a higher average displacement and oscillated more in comparison to the GC, and this was not observed between the stages of the

disease. Mean velocity was higher in the PD group and according to the increase in severity.

**KEYWORDS:** Postural balance. Biomechanical phenomena. Parkinson Disease. Physical Therapy. Software.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Ilustração do posicionamento do participante e da câmera durante a avaliação do equilíbrio.....	49
<b>Figura 2</b>	Ilustração da passadeira com marcador adesivo .....	49
<b>Figura 3</b>	Representação do plano cartesiano e da coordenada polar em uma circunferência .....	52
<b>Figura 4</b>	Ilustração da oscilação da cabeça de um indivíduo que pode ocorrer em qualquer direção e sua exemplificação na circunferência.....	54
<b>Figura 1</b>	Artigo 1. Representação dos ângulo médios e da concentração angular dos grupos com e sem doença de parkinson nas figuras A e B.....	63
<b>Figura 2</b>	Artigo 1. Distâncias médias individuais e distâncias médias (deslocamento) de acordo com os grupos com e sem DP .....	65
<b>Figura 3</b>	Artigo 1. Desvios-padrão médios das distâncias (deslocamento) médias individuais e de acordo com os grupos com e sem DP.....	66

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b>	Estágios da DP de acordo com a Escala de Hoehn e Yahr (modificada).....	47
<b>Quadro 2</b>	Ilustração hipotética para demonstrar como foram obtidos o ângulo médio, raio médio e velocidade média de um indivíduo de cada grupo.....	56
<b>Quadro 3</b>	Ilustração hipotética para demonstrar como foi obtido o ângulo médio, raio médio e velocidade média dos grupos.....	56

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b>	Artigo 1. Características clínico-demográficas dos 104 indivíduos com (n=52) e sem diagnóstico da doença de Parkinson (n=52).....	62
<b>Tabela 2</b>	Artigo 1. Distribuição e comparação dos ângulos médios (graus) e concentrações angulares (rho) médias dos grupos com e sem doença de Parkinson.....	64
<b>Tabela 3</b>	Artigo 1. Distância média (cm) e desvio padrão médio da distância média (cm) dos grupos com e sem doença de Parkinson.....	66
<b>Tabela 4</b>	Artigo 1. Velocidade média (cm/s <sup>2</sup> ) dos grupos com e sem doença de Parkinson.....	67
<b>Tabela 1</b>	Artigo 2. Características clínico-demográficas dos 52 indivíduos com diagnóstico da doença de Parkinson.....	77
<b>Tabela 2</b>	Artigo 2. Ângulos médios e concentração angular dos 52 indivíduos com DP de acordo com o estadiamento da doença de Parkinson.....	78
<b>Tabela 3</b>	Artigo 2. Distância média (cm) do centro do equilíbrio dos 52 pacientes de acordo com o estadiamento da doença de Parkinson.....	78
<b>Tabela 4</b>	Artigo 2. Desvio-padrão médio da distância média (cm) do centro de equilíbrio (oscilação) dos 52 pacientes com DP de acordo com o estadiamento da doença de Parkinson.....	79
<b>Tabela 5</b>	Comparação 2 a 2 das velocidades médias (cm/s <sup>2</sup> ) do deslocamento em torno do centro de equilíbrio dos 52 pacientes de acordo com o estadiamento da doença de Parkinson.....	79
<b>Tabela 6</b>	Comparação 2 a 2 das velocidades médias (cm/s <sup>2</sup> ) do deslocamento em torno do centro de equilíbrio dos 52 pacientes de acordo com o estadiamento da doença de Parkinson.....	80
<b>Tabela 7</b>	Variabilidade da velocidade média (cm/s <sup>2</sup> ) do deslocamento em torno do centro de equilíbrio dos 52 pacientes de acordo com o estadiamento da doença de Parkinson.....	80
<b>Tabela 8</b>	Comparação 2 a 2 da variabilidade das velocidades médias (cm/s <sup>2</sup> ) do deslocamento em torno do centro de equilíbrio dos 52 pacientes de acordo com o estadiamento da doença de Parkinson.....	81



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AADC	Aminoácido aromático descarboxilase
ABP	Associação Brasileira de Parkinson
AP	Antero-posterior
BS	Base de sustentação
CG	Centro de gravidade
CM	Centro de massa
COMT	Catecol-O-metil transferase
CP	Centro de pressão
DP	Doença de Parkinson
DA	Doença de Alzheimer
EEB	Escala de equilíbrio de Berg
F <sub>x</sub>	Força x
F <sub>y</sub>	Força y
F <sub>z</sub>	Força z
GC	Grupo controle
GP	Grupo parkinson
GPe	Globo pálido externo
GPi	Globo pálido interno
H&Y	Escala de Hoehn e Yahr
HUPES	Hospital Universitário Professor Edgard Santos
IQQ	Intervalo Interquartilico
IMC	Índice de massa corpórea
MEEM	Mini Exame do estado Mental
Máx	Máximo
Mín	Mínimo
M <sub>x</sub>	Momentos de força x
M <sub>y</sub>	Momento de força y
M <sub>z</sub>	Momento de força z
ML	Médio-lateral
NB	Núcleos da base

PF	Plataforma de força
PK	Parkinson
r	Raio
rho	Concentração angular
SNC	Sistema Nervoso Central
SNr	Substância negra reticulada
TCLE	Termo de consentimneto livre e esclarecido
UFBA	Universidade Federal da Bahia
Vm	Velocidade Média
WBB	Wii Balance Board

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	20
1.2 OBJETIVOS: .....	22
1.2.1 Objetivo geral:.....	22
1.2.2 Objetivo específico:.....	22
1.3 JUSTIFICATIVA.....	22
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	23
2.1 EQUILÍBRIO POSTURAL: .....	23
2.1.2 Estratégias sensoriais: .....	24
2.1.3 Estratégias de movimento: .....	24
2.1.4 Controle dinâmico e processamento cognitivo: .....	25
2.2 SISTEMAS NEURAIS ENVOLVIDOS NO CONTROLE DO EQUILÍBRIO .....	25
2.2.1 Sistema Vestibular: .....	26
2.2.2 Sistema Visual: .....	26
2.2.3 Sistema Somatossensorial: .....	27
2.2.4 Medula Espinal:.....	27
2.2.5 Tronco Cerebral:.....	28
2.2.6 Cerebelo: .....	29
2.2.7 Núcleos da base (NB):.....	29
2.2.8 Córtex Cerebral: .....	29
2.3 INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO DO EQUILÍBRIO.....	30
2.3.1 Teste de Romberg .....	31
2.3.2 Escala de Equilíbrio de Berg (EEB).....	31
2.3.3 <i>Pull Test</i> .....	32
2.3.4 Timed Up and Go Test.....	32
2.3.5 Teste de Tinetti .....	33
2.3.6 Plataforma de Força (PF) .....	33
2.3.7 Baropodometria:.....	34
2.3.8 Plataforma Wii Balance Board (WBB) .....	34
2.3.9 Acelerômetro .....	34
2.3.10 CVMOB .....	35
2.4 DOENÇA DE PARKINSON.....	36
2.4.1 Conceito: .....	36
2.4.2 Epidemiologia: .....	36
2.4.3 Fisiopatologia.....	37
2.4.4 Manifestações Clínicas:.....	38
2.4.5 Aspectos funcionais na doença de Parkinson:.....	42

2.4.6 Diagnóstico e Tratamento: .....	42
<b>3 MÉTODOS:</b> .....	44
3.1 DESENHO DE ESTUDO: .....	45
3.2 LOCAL E POPULAÇÃO DE ESTUDO: .....	45
3.3 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO:.....	45
3.4 CRITÉRIOS DE NÃO INCLUSÃO: .....	45
3.5 COLETA DE DADOS: .....	46
3.5.1 Avaliação Cognitiva: .....	46
3.5.2 Ficha de avaliação: .....	47
3.5.3 Escala de Hoehn e Yahr (H&Y) modificada: .....	47
3.5.4 Sorteio simples: .....	47
3.5.5 CVOMB .....	47
3.5.6 Protocolo experimental para captura das imagens para avaliação do equilíbrio na postura estática:.....	48
3.5.7 Protocolo para avaliação do equilíbrio na postura estática: .....	50
3.6 EXTRAÇÃO DOS DADOS COM O CVMOB:.....	50
3.6.1 Centragem: .....	51
3.6.2 Cordenadas cartesianas, polares, conversão de coordenadas e cálculo do ângulo médio e concentração angular:.....	51
3.6.3 Descrição dos parâmetros do equilíbrio: .....	54
3.6.4 Obtenção dos parâmetros do equilíbrio individuais e nos grupos:.....	55
3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA: .....	56
3.8 ÉTICA EM PESQUISA: .....	56
<b>4 RESULTADOS</b> .....	56
<b>4.1 ARTIGO 1</b> .....	57
<b>4.2 ARTIGO 2</b> .....	72
<b>5 DISCUSSÃO GERAL DA TESE</b> .....	85
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	89
ANEXOS.....	102
7.1 ANEXO I: MINI EXAME DO ESTADO MENTAL .....	102
7.2 ANEXO II – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA .....	105
APÊNDICE .....	113
8.1 APÊNDICE I – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO .....	113
8.2 APÊNDICE II - FICHA DE COLETA DE DADOS PARA O PARTICIPANTE COM DOENÇA DE PARKINSON .....	125
8.3 APÊNDICE II - FICHA DE COLETA DE DADOS PARA O GRUPO CONTROLE .....	128

## 1 INTRODUÇÃO

O estudo do controle motor envolve o conhecimento sobre o comportamento motor, a aprendizagem motora, o desenvolvimento motor, a elaboração e o controle dos movimentos, bem como a organização do sistema nervoso central (SNC) para permitir a coordenação dos movimentos com auxílio muscular e articular e sua interação com o meio ambiente, as informações sensoriais e do corpo (1).

O controle postural faz parte do sistema de controle motor capaz de produzir estabilidade e permite que o movimento aconteça tanto em atividades estáticas como dinâmicas e o equilíbrio postural é um componente fundamental nesse processo (2). O equilíbrio postural se refere aos ajustes das forças internas e externas que agem no corpo durante suas atividades motoras (3), fazendo com que essas forças distintas que atuam sobre o corpo se compensem ou se anulem mutuamente (4), sendo, portanto uma tarefa complexa e dinâmica que envolve estabilidade e mobilidade (5), bem como a interação entre a informação sensorial e a motora (3).

Na posição em pé, acredita-se que o sistema motor do organismo humano permita a manutenção do equilíbrio tanto na postura estática quanto dinâmica lutando contra as forças da gravidade e, o sistema neuromuscular recebe informações proprioceptivas, labirínticas e visuais as quais informam o deslocamento do centro da gravidade permitindo correções na tentativa de manter a posição corporal (4).

A realização de atividades funcionais cotidianas requer o controle do equilíbrio corporal (6) sendo este considerado a base para a realização de todas as habilidades motoras voluntárias (7), podendo aumentar ou diminuir a ação dos componentes necessários para seu controle de acordo com a tarefa desempenhada (8). Diante disso, déficits de equilíbrio podem causar prejuízos nas atividades de vida diária e aumentar o risco para quedas (9). Na presença de condições patológicas que afetam o SNC, o sistema nervoso periférico e o sistema musculoesquelético, pode haver o prejuízo do controle do equilíbrio corporal (6), a exemplo do que acontece na doença de Parkinson (DP), por se tratar de uma condição neurológica crônica que acomete principalmente o sistema motor, caracterizada pela perda progressiva de neurônios presentes na substância negra, resultando na diminuição de dopamina, importante neurotransmissor no controle dos movimentos (10).

A doença de Parkinson é considerada frequente na população geral sendo o segundo distúrbio neurodegenerativo mais comum após a doença de Alzheimer (11). De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), 4 milhões de pessoas no mundo apresentam a doença que vem em curva de crescimento ao longo dos anos (12), afetando 1% da população acima de 60 anos (13). No Brasil, existem poucos dados da frequência da DP sendo que em um estudo de base comunitária mostrou uma prevalência de 3,3% em idosos com DP (14). Essa doença pode apresentar sinais motores de rigidez, acinesia, bradicinesia, tremor e a instabilidade postural (10), e este último sintoma pode estar presente nos estágios avançados da doença (15) acarretando em impacto na realização de atividades funcionais na postura ortostática (16).

Diante de uma condição que provoque prejuízo no controle postural (10) e comprometimento para a realização de atividades de vida diária (AVD) (9), a avaliação por meio de testes de equilíbrio é fundamental no estabelecimento de planos terapêuticos visando à recuperação funcional do indivíduo (17). Há na literatura a descrição de uma série de ferramentas disponíveis utilizando avaliações para o equilíbrio de forma subjetiva, observacional, quantitativa, funcional, cronometrada e estática (18), como exemplo, a escala de equilíbrio de Berg (19), o teste de Tinetti (20) e o teste Time Up and Go (6), além de ferramentas quantitativas capazes de obter parâmetros do equilíbrio postural. A plataforma de força é uma ferramenta considerada padrão ouro para avaliação do equilíbrio (21), sendo que outros instrumentos quantitativos também são descritos na literatura com a mesma finalidade, como a tecnologia do Nitendo, o Wii Balance Board (WBB), o acelerômetro (22) e a avaliação por meio de cinemetria cuja análise é feita no computador por um *software* desenvolvido com a finalidade de avaliar dados cinemáticos contínuos (23–25).

A avaliação do controle postural com parâmetros cinemáticos pode ser obtida por meio da oscilação do movimento da cabeça (23). O controle neural do movimento da cabeça desempenha um papel fundamental na coordenação do tronco para a reorientação do corpo em direção a uma finalidade em determinada tarefa (26), sendo que o posicionamento da mesma influencia no baixo consumo de energia do corpo o que é necessário para o equilíbrio musculoesquelético adequado (27). O movimento da cabeça foi identificado como sendo uma medida válida para obter informações sobre o controle postural, visto que, os parâmetros cinemáticos obtidos produziu resultados semelhantes com o as medidas do centro de pressão (CP) observadas por meio de gravações simultâneas concomitantes a avaliação na plataforma de força (23).

O Centro de Pressão (CP) é o parâmetro mais utilizado para a medida do equilíbrio corporal (28) e suas oscilações referentes ao deslocamento no eixo antero-posterior (AP) e

médio-lateral (ML) (29) são mensurados pela plataforma de força (28). O CP representa o resultado da combinação entre as forças extrínsecas que agem no corpo, a exemplo, a força da gravidade, e as forças intrínsecas, como os mecanismos biológicos utilizados para o controle motor referente ao equilíbrio (30). E, portanto, detêm informações sobre as estratégias motoras necessárias para a manutenção do controle postural (31). As medidas cinemáticas de velocidade, aceleração, angulação e deslocamento são variáveis importantes na quantificação do equilíbrio e podem ser obtidas por diferentes instrumentos de avaliação (32,33).

Por ser o equilíbrio um dos componentes possivelmente afetados nos pacientes com DP, pelo seu impacto funcional e sabendo-se que é uma condição que pode ser treinada e melhorada com o aprendizado o conhecimento do comportamento dos seus parâmetros cinemáticos na postura estática pode vir contribuir na prática clínica, através de um melhor acompanhamento desses pacientes ao longo de sua doença, bem como o conhecimento de sua possível associação com a gravidade da doença.

## 1.2 OBJETIVOS:

### 1.2.1 Objetivo geral:

Comparar o comportamento dos parâmetros cinemáticos da medida de equilíbrio na postura estática em indivíduos com e sem doença de Parkinson no ambulatório de neurociências de um hospital universitário da cidade do Salvador.

### 1.2.2 Objetivo específico:

Descrever os resultados obtidos dos parâmetros da medida de equilíbrio, na postura estática, encontrados de acordo com o estadiamento da doença pela escala de Hoehn e Yahr (H&Y) modificada.

## 1.3 JUSTIFICATIVA

O equilíbrio é uma condição importante para a funcionalidade do indivíduo, visto que, a realização de atividades tanto nas posturas estáticas como dinâmicas exigem um bom controle postural. Sabendo-se que essa condição pode ser treinada e melhorada com o aprendizado, a mensuração de parâmetros cinemáticos da medida de equilíbrio na postura estática e a descrição das oscilações presentes em uma atividade específica, compreendendo dessa forma, as condições que estão vinculadas ao entendimento da organização postural, são de grande

importância para a prática clínica do profissional, favorecendo o conhecimento do comportamento do equilíbrio em situações individuais, o acompanhamento da doença e a condução terapêutica. Por ser a doença de Parkinson uma patologia frequente na população geral, sendo considerada fator de risco para o surgimento de incapacidade funcional e quedas, com consequências importantes para o indivíduo, a família e a sociedade, o conhecimento sobre parâmetros relativos ao equilíbrio torna-se fundamental.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 EQUILÍBRIO POSTURAL:**

A manutenção de uma postura depende da coordenação e controle de várias estruturas corporais e a sua interação com o meio ambiente e a tarefa, ressaltando a importância da relação entre a informação sensorial e motora com o objetivo de manter a orientação postural e o equilíbrio, importantes para o controle postural (3). Portanto, o controle postural é a habilidade motora do indivíduo em manter o seu estado de equilíbrio, controlando o seu corpo no espaço, durante qualquer postura ou atividade, dependentes da orientação e da estabilidade (34,35).

A orientação postural é considerada a capacidade em manter a relação apropriada entre os seguimentos corporais e o ambiente, é dependente do controle do alinhamento biomecânico corporal (36) e das propriedades estruturais e funcionais musculoesqueléticas para a manutenção do tônus muscular em relação à gravidade (37), da superfície de suporte, das referências internas, da informação sensorial (36), visual e vestibular (38). No que se refere ao equilíbrio, este é definido como sendo uma habilidade motora capaz de manter a posição do corpo, o seu centro da massa (CM), dentro da base de sustentação (BS), que também envolve a coordenação de estratégias sensório-motoras (36,38), através da inter-relação de várias forças que atuam sobre o corpo, sendo elas, a força da gravidade, dos músculos e inerciais (36). O controle do equilíbrio durante a postura ortostática quieta e durante os movimentos depende de uma interação complexa de mecanismos fisiológicos, processamento de nível superior, da informação sensorial de acordo com o esquema corporal postural e nas expectativas, metas, fatores cognitivos e experiência prévia do indivíduo (37).

No que se refere ao equilíbrio na postura estática, também conhecido como ortostatismo imóvel, trata-se da capacidade de manter o corpo em uma postura quieta (29,34) com pequenos balanços corporais espontâneos e também sofre influência do alinhamento biomecânico postural. A oscilação corporal durante a postura ereta é detectada por três sistemas sensoriais: visual, vestibular e somatosensorial, que englobam proprioceptores e aferências da pele (39). A



postura ortostática requer a ativação muscular principalmente dos músculos antigravitacionais: sóleo e gastrocnêmios, tibial anterior, glúteo médio, tensor da fáscia lata, iliopsoas, eretor espinal do tronco e ação constante dos abdominais, músculos posteriores da coluna cervical e levantadores da mandíbula; associados aos estímulos sensoriais são fundamentais para a manutenção do tônus postural (34,40).

O sistema postural depende de condições que são responsáveis para a manutenção da orientação postural e do equilíbrio, a exemplo, têm-se: biomecânica postural, estratégias sensoriais, estratégias de movimento, controle da dinâmica e processamento cognitivo. Em condições que ocorre prejuízos desses subcomponentes, pode haver alterações no equilíbrio e aumento de ocorrência de quedas (38).

#### 2.1.1 Biomecânica postural:

Em relação a condição biomecânica o equilíbrio é determinado pela sua base de sustentação e as condições articulares, de força muscular e da informação sensorial disponíveis para detectar os limites de estabilidade do corpo (41). Nesse caso, restrições biomecânicas podem limitar o uso das possibilidades de respostas necessárias para o controle do equilíbrio (42).

#### 2.1.2 Estratégias sensoriais:

Em se tratando das estratégias sensoriais referem-se à utilização dos sistemas sensorial, visual e vestibular na atividade desempenhada e a integridade desses sistemas contribui para o controle postural (38,41). O sistema somatosensorial informa ao SNC sobre a posição do movimento do corpo no espaço; o sistema visual confere informações sobre o movimento da cabeça e do corpo em relação ao ambiente e o sistema vestibular contribui com o SNC informando sobre a posição e o movimento da cabeça em relação as forças gravitacionais e inerciais que agem sobre o corpo (34).

#### 2.1.3 Estratégias de movimento:

As estratégias de movimento podem ser utilizadas a fim de manter ou retomar o equilíbrio (41), que podem ser compensatórias e/ou antecipatórias (35,42) envolvendo a utilização de movimentos do tornozelo ou quadril e dando um passo a frente (35,41).

A estratégia do tornozelo tem o intuito de manter a estabilidade no sentido anteroposterior do corpo, através de sinergias musculares e acontece quando as perturbações do equilíbrio são pequenas e a superfície de apoio é firme (38). Em se tratando de uma instabilidade anterior haverá ativação dos músculos gastrocnêmios, isquiotibiais e paravertebrais impedindo o deslocamento anterior do corpo. Já na instabilidade posterior, haverá ativação dos músculos tibial anterior, quadríceps e abdominais limitando o deslocamento posterior (34,43).

Já a estratégia do quadril é usada quando se pretende recuperar o equilíbrio em situações que acontecem perturbações mais rápidas e maiores ou em casos que a superfície de sustentação do corpo é menor que os pés ou mais móvel (38). Nesse caso, os músculos mais ativados são os abdominais e quadríceps na instabilidade anterior e os paravertebrais e isquiotibiais na perturbação posterior. Na impossibilidade de recuperar o equilíbrio com essas estratégias sinalizadas, um passo para frente torna-se necessário para a restauração do equilíbrio (34,38). As estabilidades mediolateral e multidirecional também devem ser levadas em consideração. O controle da estabilidade mediolateral se dá principalmente no quadril e no tronco pela ação muscular dos adutores e abdutores do quadril e sugere-se que a estabilidade multidirecional requer padrões de respostas musculares complexas e não de sinergias musculares separadas (34), visto que, alguns desses músculos encontravam-se mais ativos do que outros em uma determinada direção não havendo um padrão único de ativação muscular (44).

#### 2.1.4 Controle dinâmico e processamento cognitivo:

Por fim, o controle dinâmico e o processamento cognitivo envolvem um mecanismo complexo durante a marcha e movimentos de mudanças posturais (38) envolvendo aspectos adaptativos e antecipatórios do controle postural (34).

Portanto, a resposta postural adotada necessita de uma ativação da estratégia postural correta e isso envolve um acionamento de respostas centrais pré-programadas, informação sensorial e experiência prévia do indivíduo, além das condições do ambiente. Os indivíduos, portanto, podem utilizar uma combinação de estratégias motoras a fim de neutralizar a perturbação do equilíbrio de acordo com a exigência da atividade requerida (45).

## 2.2 SISTEMAS NEURAIS ENVOLVIDOS NO CONTROLE DO EQUILÍBRIO

Antigamente acreditava-se que o controle postural era baseado em respostas reflexas da

medula espinal, porém, houve uma mudança nessa teoria demonstrando que diversos subsistemas neurais fazem parte do controle e equilíbrio postural (42), dentre eles se destacam não só a medula espinal, como também o tronco cerebral, o cerebelo, os núcleos basais e os centros do córtex superior. Diante disso, o SNC precisa processar e integrar todas as informações sensoriais provenientes dos sistemas vestibular, visual e somatosensorial para perceber os movimentos da cabeça e do corpo e dessa forma promover respostas musculares sinérgicas permitindo o controle do equilíbrio e postura (34,46).

### 2.2.1 Sistema Vestibular:

O sistema vestibular apresenta cinco órgãos sensoriais importantes que contribuem para a manutenção do equilíbrio principalmente durante os movimentos da cabeça e em superfícies instáveis, são eles: os canais semicirculares (horizontal, anterior e posterior) e os órgãos otolíticos (utrículo e sacúlo) (46). Os canais semicirculares detectam a velocidade de rotação da cabeça e os órgãos otolíticos detectam movimentos lineares (47) como orientação e inclinação da cabeça em relação à gravidade, e portanto, funcionam como aferências vestibulares que somado as aferências somatosensoriais informam ao SNC sobre a inclinação e oscilação do corpo (46).

Essa percepção dos estímulos mecânicos ocorre devido a um conjunto de células ciliadas, presentes nessas estruturas vestibulares, que sofrem despolarização através dos estímulos provenientes das fibras nervosas relacionadas a elas (46). Posteriormente, o nervo vestibular leva informações aos núcleos vestibulares presente no bulbo responsáveis por integrar as sinalizações provenientes do sistema vestibular e visual, da medula espinal e do cerebelo orientando em relação a posição da cabeça e do corpo. Por sua vez, através dos sistemas motores vestibular, cerebelar e reticular ativam os músculos relacionados ao controle do equilíbrio para a manutenção da postura ereta (46,48).

A rede central de conexões vestibulares presente no bulbo se conectam com o sistema oculomotor e são responsáveis pelo surgimento do reflexo vestibulo-ocular, sendo este importante para a estabilização dos olhos durante o movimento da cabeça (46).

### 2.2.2 Sistema Visual:

O sistema visual apesar de promover uma resposta mais lenta no que se refere ao controle do equilíbrio, ele fornece informações sobre a orientação e movimentação do corpo,

importantes, nos ajustes posturais antecipatórios e permite uma maior estabilização durante a postura quieta (46). A sensibilização da retina pela luminosidade chega ao córtex visual o que determina modificações no tônus muscular antigravitacional, principalmente nos músculos levantadores da mandíbula que impedem a queda da mandíbula mantendo a posição da cabeça (40).

### 2.2.3 Sistema Somatossensorial:

O sistema somatossensorial apresenta receptores espalhados pelo corpo que fornecem informações de diferentes estímulos, dentre eles, a posição do corpo e envia sinais para o sistema nervoso sobre a qualidade da superfície de suporte, a força que o corpo exerce sobre a base de sustentação, a posição e a velocidade dos segmentos corporais, o contato do corpo com estruturas externas, e a orientação da gravidade (47).

As fibras aferentes somatossensoriais enviam as informações sensoriais e são provenientes das fibras rápidas de grande diâmetro do grupo I, aferentes Ia dos fusos musculares e aferentes Ib dos órgãos tendinosos de Golgi, e atuam na manutenção do equilíbrio na postura ortostática. As fibras do grupo I informam sobre a biomecânica do corpo, respostas ao estiramento muscular, força e tensão muscular e pressão na sola dos pés. Já as fibras do grupo II dos fusos musculares e receptores cutâneos geram uma resposta mais lenta nas reações posturais automáticas e informam sobre a orientação postural (46).

### 2.2.4 Medula Espinal:

A informação somatossensorial inicialmente se processa na medula espinal, que tem um importante papel nos movimentos reflexos e no controle da postura (34) atuando na sustentação antigravitacional do corpo pela ação no tônus muscular (46). A medula espinal estimula uma contração de curta latência nos músculos distais da perna de forma reflexa (49) ou por meio de uma resposta transmitida aos motoneurônios que pode ser processada no SNC (34). Após essa resposta curta e automática, o estímulo nos membros inferiores continua como respostas sinérgicas musculares propagadas pelo corpo (50) desencadeadas no tronco cerebral e respostas posturais subsequentes podem ser modificadas pelos circuitos corticais como uma resposta de longa latência que dependerá do tipo de perturbação e da tarefa (51).

### 2.2.5 Tronco Cerebral:

O tronco cerebral é formado pelo mesencéfalo, ponte e bulbo e contém núcleos importantes que participam do controle postural: os núcleos reticulares, os núcleos vestibulares e o núcleo rubro. Essas estruturas contêm tratos ascendentes e descendentes que levam as informações sensoriais e motoras para outras vias do SNC (34,52) podendo disparar respostas posturais automáticas para o equilíbrio e orientação. É possível que as sinergias musculares que atuam nas respostas posturais automáticas estejam organizadas mais precisamente na região reticular (46), que o núcleo vestibular tenha uma participação importante no controle tônico muscular antigravitacional (40) e o o núcleo rubro esteja envolvido na coordenação dos reflexos para ajustes posturais (52).

O núcleo reticular é dividido em dois outros núcleos que atuam de maneira antagônica, o núcleo reticular pontino e o núcleo reticular bulbar, o primeiro excitando a musculatura antigravitacional e o segundo inibindo essa ação, favorecendo a postura ortostática e a realização de tarefas nessa posição (48). O núcleo vestibular recebe informações do sistema visual, fusos musculares e do aparelho vestibular e age juntamente com o núcleo reticular pontino através dos feixes vestibuloespinais, controlando seletivamente os sinais excitatórios para os músculos antigravitatórios (48).

A formação reticular está situada no interior do bulbo e recebe impulsos nervosos de várias regiões do SNC além de receber impulsos de todos os tractos sensitivos que ascendem o bulbo, e portanto, sua associação com as fibras descendentes vestibulares excitam os  $\gamma$ -motoneurônios dos músculos antigravitacionais (extensores dos membros inferiores, dorso-lombares, cervicais posteriores e levantadores da mandíbula) favorecendo a manutenção da postura ereta (40).

O locus Coeruleus é um núcleo pequeno situado bilateralmente no tegmento pontino e inerva áreas do SNC que incluem medula espinal, neocortex, hipocampo e cerebelo, produz norepinefrina e suas funções estão relacionadas a regulação das respostas autonômicas, cognitivas e controle motor (53). É sugerido que exista uma interação forte entre o controle postural e o sistema de alerta e a possível implicação do locus coeruleus nesse processo (54), visto que, uma resposta imediata frente a uma perturbação inesperada é extremamente importante para evitar uma queda. E pelo fato desta região também estar relacionada à regulação autonômica já que uma hipotensão ortostática poderia também aumentar as chances de queda (53).

Além disso, é citado na literatura que possivelmente exista uma ligação entre o locus

coeruleus e a medula espinal que contribui para o controle dos reflexos vestibuloespinais na manutenção da postura ortostática, principalmente durante o movimento da cabeça (53). O controle do equilíbrio requer a interação de muitos sistemas, incluindo não só as questões motoras como também as cognitivas.

#### 2.2.6 Cerebelo:

O cerebelo atua juntamente com o tronco encefálico na geração de comandos descendentes enviados ao corpo, no tronco ocorre a integração de aferências sensoriais as quais podem influenciar na orientação e equilíbrio corporal (46). Dessa forma, o cerebelo recebe informações da medula espinal e do córtex cerebral sobre o movimento e envia para o tronco encefálico, ajustando as respostas posturais e modulando a força e a amplitude dos movimentos de acordo com as mudanças do ambiente e às demandas das atividades (34,51,55).

#### 2.2.7 Núcleos da base (NB):

No que se refere aos núcleos da base, provavelmente, também estão incluídos na via córtico-tronco cerebral com importante atuação no ajuste postural (51), devido seu papel no controle do tônus muscular postural via comunicação tálamo-cortical com o tronco cerebral (56). As projeções descendentes provenientes do globo pálido e da substância negra em direção ao tronco encefálico são vias pelas quais os NB podem influenciar diretamente nos circuitos motores do tronco encefálico, em especial, no equilíbrio (46). Disfunções nos NB podem prejudicar as mudanças das respostas posturais imediatas frente a uma perturbação bem como em responder com diferentes estratégias posturais (57–59).

#### 2.2.8 Córtex Cerebral:

O córtex cerebral pode atuar nas respostas posturais automáticas e antecipatórias (46) e utilizar duas alças principais diferentes, uma através do cerebelo e outra incluindo os gânglios da base. A alça cortical-cerebelar é responsável por adaptar as respostas posturais de acordo com a experiência prévia do sujeito e os gânglios da base são responsáveis por pré-selecionar e otimizar as respostas posturais com base no contexto atual (51).

De maneira geral, o SNC normalmente escolhe um melhor caminho para um ajuste postural de maneira antecipada preparando o corpo para uma resposta postural apropriada,

porém, frente a uma perturbação, se a resposta postural for inadequada para recuperação do equilíbrio o córtex cerebral é novamente recrutado nas fases tardias das respostas posturais a fim de promover ajustes posturais adicionais e evitar a queda (51).

### 2.3 INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO DO EQUILÍBRIO

A compreensão do equilíbrio é fundamental para a identificação dos problemas relacionados a ele e portanto há na literatura diversos instrumentos utilizando diferentes metodologias e protocolos por meio de avaliações subjetivas, observacionais, quantitativas, funcionais, cronometradas e estáticas (18). Os métodos utilizados para avaliação quantitativa das diferentes formas de movimento podem ser obtidos por meio da cinemetria, dinamometria, antropometria e eletromiografia. No que se refere a obtenção de medidas quantitativas para avaliar o equilíbrio, estas, podem ser feitas por meio de uma análise cinética, cinemática do movimento e/ou eletrofisiológica (33). O entendimento das forças internas e externas que influenciam no movimento é feito através da análise cinética. Já a descrição das características de um objeto em movimento que envolve deslocamento, velocidade e aceleração linear e angular referem-se a análise cinemática (34).

A cinemetria é um método que descreve o deslocamento do corpo no espaço e sua relação com o tempo (60) por meio de filmagens e para isso, avalia parâmetros cinemáticos do movimento humano, dentre eles, a posição, o tempo, a velocidade, a orientação, a aceleração, os ângulos do corpo (61) e o deslocamento (34). Os vídeos gerados são analisados em um *software* no computador responsável pela conversão em medidas cinemáticas, além dessa forma de avaliação, existem sistemas ótico-eletrônicos que permitem a leitura *online* desses marcadores, goniômetros, velocímetros e acelerômetros que também fornecem parâmetros cinemáticos do movimento (62).

Na dinamometria utiliza-se sistemas de produção de medidas das forças internas e externas que atuam no corpo caracterizando a análise cinética do movimento (34). Os modelos antropométricos obtidos pelos cálculos do peso e altura atuam como auxiliares para obter variáveis cinemáticas do centro de gravidade do corpo. E a eletromiografia estuda a função muscular dentro de uma atividade ou postura (63).

A forma mais utilizada para avaliar o equilíbrio postural é através da observação da oscilação do corpo na postura ereta (28) e para seu entendimento, bem como para a compreensão sobre os parâmetros utilizados para avaliação do equilíbrio, algumas definições são importantes sobre as forças que atuam no corpo, como: o Centro de Massa (CM) definida

como a média ponderada de cada segmento do corpo no espaço tridimensional; o Centro da Gravidade (CG) é a projeção vertical do solo do CM (64); e o CP representa a média ponderada de todas as forças que agem sobre a superfície da área em contato com o solo, como a força peso e as forças internas (musculares e articulares) transmitidas ao solo (28). A rapidez do movimento do centro de massa em direção aos limites da base de sustentação é um fator determinante para a instabilidade postural (46) e portanto, o CP tendência a se ajustar com a finalidade de manter o CM dentro da base de sustentação (43), sendo que o principal instrumento que mensura essas variáveis é a plataforma de força.

Na postura estática, as oscilações do deslocamento corporal nos eixos AP, ML e vertical são quantificados (28) a fim de compreender o equilíbrio, assim como a amplitude, a área e a velocidade (32), o raio e o balanço desses deslocamentos (65). A interpretação dessas variáveis é importante para o entendimento do controle postural. De acordo com a amplitude, quanto maior for o seu valor menor será a estabilidade. Já em relação a área, quanto menor a superfície de deslocamento melhor será a estabilidade, bem como a velocidade que quanto menos veloz o movimento maior será o controle postural (33). Serão descritas abaixo algumas ferramentas de avaliação do equilíbrio.

Serão descritas à seguir algumas ferramentas de avaliação do equilíbrio importantes para acompanhar a evolução da condição de saúde do paciente.

### 2.3.1 Teste de Romberg

A prova de Romberg trata-se de uma avaliação subjetiva do equilíbrio estático onde se pede para o indivíduo avaliado ficar na postura ortostática, mantendo os pés juntos e braços estendidos ao longo do corpo e deve-se considerar os movimentos laterais, retropulsão ou anteropulsão como indicativos de anormalidade do equilíbrio (9). Inicialmente o indivíduo é avaliado com os olhos abertos e posteriormente com os olhos fechados durante 20 segundos (66) e avalia principalmente o sistema proprioceptivo (67,68). O teste é considerado positivo caso o indivíduo oscile de maneira irregular ou evolua para a queda (66).

### 2.3.2 Escala de Equilíbrio de Berg (EEB)

A escala de equilíbrio de Berg é um instrumento validado e avalia o desempenho funcional do equilíbrio através de 14 itens de atividades da vida diária, a máxima pontuação é de 56 pontos (19,69) sendo que cada item possui uma escala ordinal com cinco alternativas que varia de uma graduação de 0 a 4 pontos (0 é incapaz de realizar a tarefa e 4 realiza a tarefa



independente (19,70). Quanto menor a pontuação maior o risco de quedas. O teste foi desenvolvido para indivíduos idosos e é simples, fácil de administrar, rápido e tem baixo custo (19).

A escala equilíbrio de Berg é bastante utilizada na prática clínica, porém não conseguem detectar mudanças sutis no desempenho do equilíbrio em indivíduos (17). Segundo Blum et al. 2008, em seu estudo de revisão, a aplicação da escala de Berg em pacientes com doença neurológica sugeriu que esse instrumento não pode detectar alterações significativas quando aplicada em indivíduos com alterações leves e graves do equilíbrio e, nesses casos, quando houver melhoras no equilíbrio essas podem não ser detectadas. Portanto, instrumentos que forneçam medidas das oscilações corporais mais exatas são necessários (29).

### 2.3.3 *Pull Test*

Na prática clínica o *pull test* ou o teste de tração é muito usado em indivíduos com DP e permite uma avaliação da reação motora a uma puxada súbita e rápida para trás nos ombros do sujeito (65). Não está muito bem descrito na literatura como esse teste deve ser executado e como deve ser feita a pontuação da reação do equilíbrio, sendo que, o número de passos dados para manter a postura é usado como critério de normalidade e segundo Visser et al., 2003, a reação de dois passos dados pelo sujeito indica alteração no teste (71). A repetibilidade do teste de tração é limitada pelos tamanhos e pesos variados do paciente sendo que alguns examinadores avisam ao paciente antes de realizar a puxada no ombro, outros não sinalizam (65).

### 2.3.4 Timed Up and Go Test

O *Timed up and go Test* é um instrumento validado que avalia mobilidade funcional (72), risco para quedas e equilíbrio (73) e envolve atividades práticas, de fácil aplicação e necessitando de mínimos equipamentos. É uma importante ferramenta para avaliação do equilíbrio (72). Este teste mede o tempo cronometrado em segundos que o indivíduo leva para realizar algumas atividades funcionais como, levantar-se a partir da postura sentada, caminhar três metros, dar uma volta e sentar-se novamente na cadeira que são funções importantes para mobilidade independente (74,75), e seus valores normativos já estão descritos na literatura (76) e segundo Alexandre et al., 2012, um ponto de corte de 12,47 segundos para risco de quedas pode ser um critério utilizado na população idosa brasileira (77).

### 2.3.5 Teste de Tinetti

O Teste de Tinetti é dividido em duas partes, uma destinada a avaliar o equilíbrio e a outra, prejuízos da marcha, portanto objetiva observar a mobilidade e risco para quedas. É composto por 16 itens, nos quais 9 são destinados ao equilíbrio e 7 para a avaliação da marcha. A avaliação do equilíbrio envolve componentes estáticos e dinâmicos e a avaliação da marcha envolve aspectos de velocidade, distância do passo, simetria, posição do tronco e distância dos tornozelos. A pontuação total é de 28 pontos, sendo 12 pontos para a marcha e 16 para o equilíbrio do corpo, um escore abaixo de 19 pontos indica alto risco para quedas (20,78).

### 2.3.6 Plataforma de Força (PF)

A PF fornece a força de reação do solo na superfície de contato durante a fase de apoio do movimento, e portanto, informa sobre medidas diretas de força, postura e equilíbrio (43). Essa força de reação ao solo é representada como um vetor em função do tempo (componente vertical, anteroposterior e médiolateral), dessa maneira, a PF consegue quantificar a variação dinâmica da força de reação do solo durante a fase de contato entre os corpos (63).

Essa tecnologia consiste em duas superfícies rígidas onde se encontram quatro sensores de força e através de transdutores específicos há a possibilidade de mensurar três componentes de força ( $F_x$ ,  $F_y$ ,  $F_z$ ) e os três componentes do momento de força ( $M_x$ ,  $M_y$ ,  $M_z$ ) em que x, y e z correspondem as direções anteroposterior (AP), médiolateral (ML) e vertical, respectivamente. Os dados obtidos são armazenados e analisados em computadores específicos (2).

A PF pode ser usada para quantificar a oscilação postural (79) e o suporte de peso (80) em uma postura ortostática bem como para avaliar atividades dinâmicas (81), fornecendo informações sobre mecanismos biomecânicos e neuromusculares (43), dessa forma permite a identificação de déficits de equilíbrio e risco de quedas.

Apesar da PF ser considerada o padrão ouro para avaliação do equilíbrio (21), visto que, consegue mensurar o CP (29), o seu custo é elevado, é difícil de ser transportada e de ser manuseada e por isso não é tão viável para ser aplicada em ambientes clínicos e sim em laboratórios específicos (17).

### 2.3.7 Baropodometria:

A análise pela baropodometria avalia principalmente as disfunções nos pés mas também pode fornecer parâmetros estabilométricos provenientes do comportamento espacial e temporal do centro de pressão (82). Esse instrumento pode ser usado como forma de avaliação do equilíbrio postural em condições patológicas (83,84), apesar de terem poucos trabalhos citados na literatura, talvez pela falta de precisão e padronização de calibração (82).

### 2.3.8 Plataforma Wii Balance Board (WBB)

O sistema WBB é uma inovação da neuroengenharia, de baixo custo, fácil transporte e que pode ser utilizado em ambientes clínicos para avaliação do equilíbrio e apresenta características de uma plataforma de força. Estes dispositivos fornecem medidas do CP que é uma aproximação do CM, ou ponto de equilíbrio. O CP é uma medida importante para avaliação do equilíbrio visto que se aproxima da oscilação corporal e vem sendo pesquisado para o uso em neuroreabilitação. Portanto, o WBB mensura as oscilações do corpo nos sentidos lateral, anterior e posterior através de sensores de força presentes no aparelho que é transmitido pelo Bluetooth ao computador e seus resultados são interpretados por meio de um *software* específico (85).

A representação temporal das trajetórias do CP na direção AP ou ML é conhecida pelo estabilograma, na medida em que, a visualização espaço-temporal dessas trajetórias nas direções AP e ML simultaneamente são obtidas por meio do chamado estatocinesiograma (86), e essas medidas podem ser obtidas pela WBB com o uso de um *software* (87).

O WBB pode ser uma ferramenta eficaz para avaliação do equilíbrio em pacientes com diferentes alterações neurológicas (88–90), identificando alterações no equilíbrio na postura estática e dinâmica, e nas assimetrias do controle do peso corporal sendo um importante instrumento para avaliar mudanças que ocorrem ao longo do tempo ou em respostas a intervenções terapêuticas (90)

### 2.3.9 Acelerômetro

O acelerômetro é considerado um sistema vestível constituído de sensores inerciais acoplados ao corpo capaz de monitorizar o movimento e já vem sendo utilizado em pesquisas para avaliação da oscilação postural em indivíduos saudáveis e com patologias neurológicas (22,91). É uma alternativa portátil e de baixo custo o que facilita a avaliação, mas os trabalhos

ainda têm investigado quais os melhores dados de interpretação que podem ser usados por esse instrumento para entender o equilíbrio (91).

### 2.3.10 CvMob

A cinemetria utiliza ferramentas capazes de obter parâmetros cinemáticos do movimento humano (61), portanto, o equilíbrio na postura ortostática pode ser avaliado por meio da mensuração da oscilação anteroposterior e mediolateral feita por registro de imagens em câmeras de vídeo, posteriormente, essas imagens serão transferidas para um *software* específico e analisadas (92) através da leitura de marcadores reflexivos colocados em pontos anatômicos que são registrados na captura dessas imagens (33).

O CvMob é um *software* livre de visão computacional, validado, desenvolvido no Laboratório de Física Nuclear da Universidade Federal da Bahia, que possibilita o rastreamento de um ponto especificado no vídeo, determinando medidas cinemáticas contínuas e sua principal finalidade é servir como ferramenta de avaliação do movimento humano, embora outros estudos já tenham sido conduzidos com o uso do CvMob (93). A calibração do vídeo é realizada usando distâncias conhecidas no vídeo e a taxa de amostragem pode ser de 29 e 120 quadros por segundo, de forma que o *software* possa converter as medidas de pixels/frame para metros/segundo. Depois de feita a calibração, o *software* processa o vídeo e retorna um arquivo de saída com as séries temporais de trajetórias, velocidade e a aceleração dos pontos marcados (25).

A avaliação com o CvMob pode ser considerada de baixo custo e os vídeos podem ser realizados em uma câmera de filmagem simples e está disponível para o Windows, Linux e Mac OS. Dentre os dados cinemáticos originados do *software* CvMob de acordo com o tempo avaliado, tem-se: as trajetórias no eixo antero-posterior (trajetória no eixo y) e as trajetórias no eixo medio-lateral (trajetória no eixo x), dada em metros (m); velocidade instantânea do movimento total (m/s); aceleração do movimento ( $m/s^2$ ); velocidade instantânea no eixo x (m/s); velocidade instantânea no eixo y (m/s). (<http://www.cvmob.ufba.br/>).

Poucos estudos têm investigado sobre o equilíbrio na postura estática através do movimento da cabeça (23). Segundo Círia et al., 2016, o movimento de oscilação da cabeça pode ser um método alternativo para avaliar as desordens do equilíbrio, em que, nesta avaliação foram encontrados resultados similares entre as medidas cinemáticas obtidas no CvMob e as medidas do centro de pressão obtidos pela plataforma de força no sentido AP e ML.

O movimento da cabeça tem sido investigado durante a marcha em indivíduos saudáveis

por meio do acelerômetro (22,94) e com desordens motoras através de análise cinemática por filmagens (22,95,96) sendo que essas oscilações da cabeça podem ser sensíveis a pequenas mudanças caracterizando instabilidade postural. Tais percepções podem ajudar a orientar na reabilitação bem como na redução de quedas em pessoas com patologias (22). A cabeça tem uma participação na mecânica do ato motor, nela, estão presentes estruturas importantes na percepção do movimento, dentre elas o sistema visual e o vestibular que levam informações ao SNC sobre a posição da cabeça e do corpo favorecendo no controle do equilíbrio postural (46,97). A cabeça tem um papel de estabilização, de referência e orientação na realização de tarefas funcionais sendo importante para o mecanismo do controle postural (97) e essa estratégia da cabeça como estabilizadora para o movimento é utilizada por indivíduos frente a grandes oscilações do corpo a fim de manter o equilíbrio (26).

## 2.4 DOENÇA DE PARKINSON

### 2.4.1 Conceito:

A doença de Parkinson (DP) foi descrita pela primeira vez em 1817 por James Parkinson e é caracterizada por um acometimento crônico e progressivo do sistema nervoso central, com envolvimento dos núcleos da base gerando alterações dos padrões de movimento e distúrbios do equilíbrio (98), sua etiologia é idiopática e pode ter influência de fatores genéticos, fatores ambientais (99), fatores tóxicos, estresse oxidativo, disfunção mitocondrial, reações neuroimunes e neuroinflamatórias que podem contribuir para o processo neurodegenerativo (100). É uma desordem do movimento, com envolvimento multissistêmico e surgimento não só de sintomas motores mas também não motores (14).

### 2.4.2 Epidemiologia:

O processo de envelhecimento está ligado ao surgimento da DP (101) justificada pela aceleração da perda dos neurônios dopaminérgicos (10), sendo que com o avançar da idade segundo Tysnes et al., 2017, a doença afeta 1% da população acima de 60 anos e aumenta a chance em dez vezes a sua prevalência na faixa etária entre 50 e 80 anos (102). A DP é considerada o segundo distúrbio neurodegenerativo mais comum após a doença de Alzheimer (DA) (11).

O número de indivíduos com DP em 2005 citou-se entre 4,1 e 4,6 milhões e estima-se que dobre para 8,7 e 9,3 milhões até 2030 (103). A taxa de incidência global da DP aumenta ao

longo do tempo sendo que para o sexo feminino na faixa etária superior a 70 anos foi de 104,9 para cada 100.000 ao ano e para o sexo masculino de 132,7:100.000 (104). Em 2016, foram identificados a presença de 6,1 milhões de indivíduos com a DP globalmente em comparação com 2,5 milhões em 1990 (12).

De acordo com a Organização Mundial de Saúde, cerca de 4 milhões de pessoas em todo o mundo apresentam a DP. Segundo estimativas da Associação Brasileira de Parkinson (ABP), 200 mil pessoas têm a doença, e a cada ano, 20 novos casos serão diagnosticados para cada 100.000 pessoas, sem distinção de sexo (105), com custos para o sistema de saúde no que se refere aos sintomas motores acarretados pela DP (106). Uma pesquisa brasileira de base comunitária mostrou uma prevalência da DP de 3,3% em indivíduos com idade superior a 64 anos (14).

É mais frequente em homens do que em mulheres (107,108), em uma proporção de 3:2 respectivamente (109), provavelmente pelo efeito protetor dos hormônios sexuais femininos, pelo mecanismo genético ou por fatores de risco ambientais (100).

#### 2.4.3 Fisiopatologia:

A doença de Parkinson é caracterizada pela perda progressiva de neurônios dopaminérgicos em áreas específicas da substância negra e pelo acúmulo anormal de proteína intracelular,  $\alpha$ -sinucleína, com deposição de corpúsculos de Lewy nos neurônios, dificultando sua funcionalidade (100).

Os núcleos da base (NB) são estruturas que formam uma rede organizada e estão envolvidas na DP, se localizam na região subcortical e são formados por alguns núcleos: o corpo estriado (putamen e núcleo caudado), o globo pálido (porções interna e externa), núcleo subtalâmico e substância negra (parte compacta e reticulada); que se conectam com áreas do córtex cerebral e do tálamo e estão envolvidos no controle dos movimentos (110,111).

As áreas motoras corticais projetam vias neuronais para o estriado, principal via de entrada dos NB, e os axônios estriatais seguem por dois caminhos diferentes: a via direta e a via indireta; sendo que as principais vias de saída do NB são o globo pálido interno (GPI) e a substância negra porção reticulada (SNr) (110,111).

Na via direta ocorrerá uma projeção dos neurônios dopaminérgicos excitatórios com receptores D1 que recebem informações do córtex e vão em direção ao putamen como via de entrada do NB e saem pelas vias do GPI e SNr direcionada ao tálamo aumentando sua resposta excitatória em direção ao córtex motor e estimulando a formação dos movimentos. Na via

indireta os neurônios dopaminérgicos inibitórios com receptores D2 seguem a via do putamem em direção ao globo pálido externo (GPe) e em seguida ao núcleo subtalâmico através de uma via glutamérgica excitatória que resulta em um excesso de excitação nos neurônios do GPI e SNr atuando no tálamo diminuindo sua resposta ao córtex, reduzindo portanto os movimentos (110,112).

Na doença de parkinson, segundo o modelo clássico citado anteriormente, os sinais de bradicinesia podem ser justificados pois há uma diminuição dos neurônios dopaminérgicos excitatórios D1 da substância negra compacta com conseqüente diminuição da ação da via direta e aumento da atividade inibitória da via indireta sobre as vias de saída do NB, diminuindo a ação do impulsos tálamo-corticais com redução da velocidade e execução dos movimentos (113). Explicando dessa maneira, o aparecimento da bradicinesia mas deixando ainda dúvidas sobre a explicação do surgimento de outros sintomas motores, por isso, mais conhecimentos sobre a função dos NB são necessários para compreender melhor a patofisiologia da DP(95)(93), visto que, sua organização parece ser mais elaborada e complexa do que a explicação do modelo citado anteriormente (112).

É importante sinalizar que alterações neuropatológicas em áreas diversas do SNC resultam em prejuízos e envolvimento de outras vias não-dopaminérgicas influenciando no surgimento das alterações motoras e não motoras na DP (113,114), além da identificação de comunicações entre o NB e o cerebelo, podendo essa estrutura também ter um papel na patogênese de sinais e sintomas da DP (115).

As regiões específicas que envolvem degeneração neuronal na DP podem se relacionar com a progressão da doença. Na fase inicial, a perda de neurônios dopaminérgicos acontece na substância cinzenta ventrolateral e com o avançar da doença esse prejuízo se torna mais generalizado (116). Já o achado anatomopatológico da deposição anormal da proteína  $\alpha$ -sinucleína no citoplasma dos neurônios ocorre em regiões cerebrais diferentes, com acúmulo de corpos de Lewy, que são constituídos boa parte de agregados de  $\alpha$ -sinucleína (117). A função da  $\alpha$ -sinucleína pode estar relacionada na dinâmica sináptica das vesículas, na função mitocondrial e no transporte intracelular axonal (118), portanto, seu acúmulo anormal pode prejudicar o mecanismo da fisiologia celular.

#### 2.4.4 Manifestações Clínicas:

As manifestações clínicas na DP relacionadas aos sintomas motores incluem a presença de bradicinesia associada a pelo menos um sintoma motor: a rigidez ou o tremor de repouso e

geralmente os sintomas aparecem de forma unilateral e assimétrico (100). Com a evolução da doença, a fadiga pode ser um sintoma relatado, levando a fraqueza e letargia no decorrer do dia (42).

A bradicinesia é um distúrbio funcional do movimento caracterizado pela lentidão (119) acarretando em prejuízos na motricidade fina, na fala e na deglutição, redução ou perda da expressão facial, diminuição na velocidade dos movimentos funcionais e do balanço dos braços na marcha (120) com prejuízos na realização das atividades de vida diária (119).

A rigidez presente na DP é caracterizada pelo aumento da resistência no movimento passivo afetando inicialmente músculos proximais e com a evolução da doença atinge outros grupos musculares reduzindo a amplitude de movimento e prejudicando o estado funcional. Já o tremor de repouso é caracterizado pela oscilação involuntária em uma parte do corpo e ocorre com uma frequência de 4 a 6 Hz, geralmente acomete a mão, em maior frequência, podendo se manifestar também no antebraço, perna, mandíbula, cabeça (113,119) e tronco. O tremor postural geralmente é visto na postura contra a gravidade (119).

Alterações posturais, instabilidade postural e prejuízos na marcha podem acontecer com a progressão da doença (119). Na DP a perda de reflexos posturais susceptibiliza a ocorrência de quedas e a incapacidade de ficar na postura ortostática independente (109). As quedas são consequências dessa instabilidade postural e representam um dos principais problemas de saúde pública, já nos estágios intermediários da doença (121).

Os indivíduos com DP apresentam um comprometimento no controle global, no planejamento de ações motoras, devido a isso o surgimento de episódios de congelamento ou bloqueio motor, uma pobreza de movimentos com prejuízos importantes nos movimentos rotacionais (119).

A discinesia e as flutuações motoras podem aparecer e têm sido associadas ao tratamento medicamentoso com o levodopa sendo que alguns fatores clínicos podem influenciar no aparecimento e intensidade desse sintoma motor: a duração da doença e do tratamento, a gravidade da doença e a dose de levodopa (110). As flutuações motoras mais comuns são as chamadas “deteriorização no final da dose” (*wearing-off*) e as flutuações aleatórias (fenômeno *on-off*). A primeira é caracterizada por ter um encurtamento do tempo de efeito da dose de levodopa sendo necessário ingerir uma nova dose para o retorno da mobilidade, e a segunda, ocorre uma alteração brusca da mobilidade do indivíduo não relacionada com a ingestão e o tempo de efeito da dose (122). Portanto, o tratamento com levodopa pode aumentar a oscilação em indivíduos que fazem uso desse medicamento devido as discinesias e favorecer ao risco de quedas (123).



Já os sintomas não motores envolvem uma infinidade de condições, incluindo distúrbios do sono, comprometimento cognitivo, problemas envolvendo a memória, distúrbios do humor, disfunção autonômica, sintomas sensoriais e dor (100).

#### 2.4.5 Déficit de equilíbrio na doença de Parkinson:

O equilíbrio é dependente de um adequado controle neuromuscular e é extremamente importante para a realização das atividades da vida diária. Diante disso, um indivíduo que apresenta uma doença neurológica pode apresentar padrões de respostas posturais inadequadas e conseqüentemente influenciar na sua funcionalidade, além de aumentar o risco para quedas. A instabilidade postural é um fenômeno amplo e decorrente de diferentes processos fisiopatológicos, visto que, vários sistemas estão envolvidos no seu controle, sendo assim, os mecanismos envolvidos no equilíbrio postural na DP continuam sendo investigados (124).

Segundo Bloem et al., 1992, já sinalizavam que as lesões nos circuitos dopaminérgicos e não dopaminérgicos causam reflexos posturais anormais e contribuem para o déficit de equilíbrio na DP (45), reforçando a participação do circuito não dopaminérgico diante a inefetiva resposta na melhora do equilíbrio com a administração da levodopa (124). Esses prejuízos do equilíbrio geralmente surgem com a progressão da doença e muitas vezes não se manifestam nos estágios iniciais (119). Alguns fatores relacionados ao sistema dopaminérgico contribuem para a instabilidade postural e já foram identificados: déficits das resposta posturais automáticas, a bradicinesia diante a correção de um movimento, a rigidez nos movimentos dos membros superiores e tronco (53).

Do ponto de vista dos sistemas não dopaminérgicos, estes podem estar relacionados a redução de neurotransmissores noradrenérgicos, serotoninérgicos e colinérgicos. O sistema noradrenérgico é responsável pela produção de norepinefrina sendo que a sua diminuição no locus coeruleus pode levar ao déficit de equilíbrio na DP e é suposto que isso ocorra com o aumento da idade, devido a redução desse neurotransmissor com o envelhecimento (125). Ainda não há evidências convincentes sobre a participação dos sistemas serotoninérgico e colinérgico no envolvimento com o déficit do equilíbrio na DP (53).

As alterações do equilíbrio na postura estática são descritas na literatura porém os resultados dos estudos ainda são contraditórios (126). Na postura estática com os pés paralelos avaliados em uma PF não foram observadas diferenças nos mecanismos de controle postural de indivíduos com DP quando comparados a indivíduos saudáveis jovens e em idade avançada sugerindo que na DP ocorra um maior risco de quedas em atividades complexas que envolva

múltiplas estratégias posturais quando comparado a uma tarefa simples na postura estática com pés paralelos (127). Segundo Miranda, 2009, 14 indivíduos com DP avaliados pela baropodometria apresentaram uma tendência a uma maior oscilação corporal quando comparados aos 14 sujeitos controles, porém sem diferenças estatísticas (128). Tsutiya et al., 2006, também não identificaram para o equilíbrio na postura estática diferenças significativas em parâmetros estabilométricos de 26 indivíduos idosos com DP comparados a 26 idosos sem a patologia (129). A oscilação avaliada em condição estática com olhos abertos na fase *off* da medicação ocorreu apenas com o aumento da gravidade da doença, sem surgimento de quedas, e 3/102 indivíduos, apenas, caíram na avaliação com os olhos fechados (130). Porém, segundo Beuter et al., 2008, as mudanças na oscilação postural ocorreram já nos estágios iniciais da doença, bem como para Chastan et al., 2008, houve aumento da atividade na direção ML da DP indicando mudança do controle postural já na fase precoce da doença (131). Os indivíduos com DP apresentaram oscilação AP e ML maiores que o grupo controle com idade correspondente (132) e uma maior oscilação ML foi correlacionada com o aumento da gravidade e risco para quedas na DP (133,134). Outros achados também identificaram diferenças importantes na DP quando comparados ao grupo controle de acordo com parâmetros posturográficos da medida do equilíbrio na postura estática com olhos abertos e fechados: raio, a velocidade de deslocamento, em menor proporção (65), a oscilação e a área (65,133).

Já em se tratando de uma avaliação multidirecional, os indivíduos com DP apresentam instabilidade postural direcional e incapacidade de modificar suas respostas posturais frente a uma demanda postural (59). Segundo Horak et al., 2005, o CP é menor e mais lento em indivíduos com DP e as margens de estabilidade para o balanço do corpo foram menores na direção para trás e lateral com conseqüente aumento de quedas quando comparados ao grupo controle (115), reforçando a ideia de que sujeitos com DP têm dificuldade de manter seu centro de massa dentro dos limites da base de sustentação (135) Durante a perturbação do corpo através de um teste de tração pelo ombro na plataforma de força foi observado que os indivíduos com DP apresentaram uma maior oscilação corporal em direção à perturbação quando comparados ao grupo controle (124).

Os indivíduos com DP apresentam uma seleção de ações posturais inadequadas em resposta a perturbações na postura ortostática gerando uma falta de padrão ascendente (distal para proximal) da ativação muscular (45). Durante essa resposta à perturbações foi identificado que ocorre uma coativação muscular entre agonistas e antagonistas (45,58) resultando em aumento da rigidez em torno das articulações com conseqüente ineficiência de uma resposta postural rápida para evitar quedas (45,58,127,136). Além disso, esses sujeitos apresentam uma

reduzida capacidade para alterar e adaptar respostas posturais frente a modificações do ambiente, com isso, eles podem utilizar estratégias complexas de controle do equilíbrio com aumento da oscilação o que resulta em instabilidade postural após pequenas perturbações (58).

A gravidade e evolução da instabilidade postural pode ser bem diferente de um sujeito para outro com DP, bem como, os motivos que levam a esta instabilidade. Sintomas iniciais da doença como a bradicinesia e rigidez podem contribuir (137), além da perda de amplitude de movimento, perda de mobilidade de tronco e redução de força muscular (119). E, com a progressão da doença outras condições que não respondem ao tratamento medicamentoso podem surgir como discinesia, inflexibilidade do controle postural, falta de automaticidade e disfunção executiva prejudicando a sua autonomia e funcionalidade (137).

A rigidez muscular pode afetar o controle postural devido a desarranjos biomecânicos provocados como alinhamento postural inadequado, postura fletida, cabeça anteriorizada, síndrome de Pisa e camptocornia. Essas condições podem levar a um padrão de resposta postural lentificada, e associado a isso é provável que ocorra um encurtamento do músculo tibial anterior prejudicando a utilização correta das estratégias posturais (137).

#### 2.4.6 Aspectos funcionais relacionados a doença de Parkinson:

Até a década de 1970, o processo de saúde-doença era restrito às questões anatômicas, fisiológicas e bioquímicas, não se atentando aos aspectos funcionais do indivíduo (138). Com o passar dos anos houve uma aumento da longevidade e redução das doenças infecto-contagiosas com crescimento de doenças crônico-degenerativas e da incapacidade funcional (139). Diante dessas mudanças, alguns modelos foram propostos para conhecer os mecanismos que levam ao surgimento de incapacidade funcional a fim de encontrar intervenções para prevenir, adiar ou reverter essa condição (140,141).

Em 1980, a Organização Mundial de Saúde (OMS) propôs o modelo de Classificação Internacional de Deficiências, Incapacidades e Desvantagens (CIDDIH) (141) e uma nova definição foi proposta pela OMS em 2001, Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF) (142). Nessa nova definição, a incapacidade passa a ser uma classificação dos componentes da saúde, ao invés de uma consequência da doença. Neste conceito, a funcionalidade engloba as funções corporais, tarefas ou ação e participação social, já a incapacidade compreende as deficiências, limitações ou restrições na realização das atividades (143).

A Funcionalidade é um termo que engloba todas as funções do corpo, atividades e à

participação, já a incapacidade é um termo que inclui deficiências, limitação da atividade ou restrição na participação (144). Do ponto de vista do equilíbrio, este é considerado uma função motora capaz de manter a posição corporal e, diante disso, não há como separá-lo da funcionalidade, visto que, eles caminham juntos para desenvolver uma ação. As atividades funcionais como mudanças de postura, deslocamentos, AVD e dupla tarefa exigem uma interação complexa de diversos sistemas envolvidos no controle postural bem como a integridade desses sistemas permitindo que mudanças no tônus muscular aconteçam de acordo com as exigências de cada tarefa. Por isso, é importante compreender a biomecânica e a demanda exigida pela atividade permitindo assim avaliar seu provável impacto no desempenho motor e no equilíbrio postural (8).

Os pacientes com DP geralmente são classificados de acordo com o grau de gravidade da doença. Nos estágios iniciais podem haver completa funcionalidade, tremor e rigidez unilateral; em estágios intermediários a evolução para a bilateralidade associado a bradicinesia, alterações posturais e distúrbios da marcha e no estágio tardio tornam-se dependentes funcionais (145). Segundo Guimarães et al., 2013, a gravidade da DP está relacionada com o aumento das limitações funcionais, da perda de mobilidade e da instabilidade postural dos pacientes, comprometendo a realização de atividades cotidianas e favorecendo para o surgimento de quedas (146).

#### 2.4.7 Diagnóstico e Tratamento:

O diagnóstico da DP é essencialmente clínico sendo necessário a exclusão de outras doenças com sintomas semelhantes por meio de exames complementares e com o teste terapêutico para avaliar a responsividade à levodopa com a administração de apomorfina endovenosa (agonista dopaminérgico) (109). O tratamento é baseado na sintomatologia devido a DP ter caráter crônico e progressivo, e tem como intuito, aumentar a disponibilidade da dopamina no SNC. Os medicamentos precursores da dopamina (o levodopa), os agonistas dopaminérgicos que atuam nos receptores dopaminérgicos D1 e D2 (o pramipexol) e os inibidores do metabolismo da dopamina (tolcapona e entocapona) são utilizados como tratamento de escolha a fim de restaurar a concentração de dopamina no cérebro e controlar os sintomas da doença (147). Um dos critérios de confirmação diagnóstica é a resposta satisfatória ao uso de medicamentos dopaminérgicos, especialmente a levodopa (123).

A levodopa continua sendo o medicamento padrão ouro e seu uso pode ser feito concomitante a outros medicamentos para o controle sintomatológico, permitir uma maior

liberdade de movimento, diminuição de rigidez e do tremor (148). Porém, o uso contínuo desse fármaco pode resultar em sensibilização ao medicamento diminuindo a resposta da janela terapêutica com surgimento de flutuações motoras e discinesias (123).

A instabilidade postural é um problema de longo prazo incapacitante na DP e falha em responder a agentes farmacológicos o que aumenta o risco de quedas (149). O papel da levodopa no controle do equilíbrio é incerto sendo que uma resposta positiva foi encontrada em 8/10 indivíduos avaliados comparando a fase on e off da medicação. Segundo Beuter et al., 2009, na fase inicial da doença o uso da levodopa pode influenciar na diminuição da oscilação postural, porém, nas fases avançadas, o prejuízo nos circuitos não dopaminérgicos e a aceleração da resposta ao medicamento ao longo do tempo poderiam influenciar à sua resposta parcial no controle postural (150). Diversos autores sinalizam que o déficit de equilíbrio não é melhorado com a administração da levodopa (124,136,151,152). Além do uso da levodopa poder estar ligado ao risco de quedas devido a presença de discinesias e os fenômenos “on-off“ (126).

Alguns fármacos podem ser utilizados para melhorar a biodisponibilidade da levodopa para o SNC através da sua atuação na inibição das enzimas aminoácido aromático descarboxilase (AADC) e catecol-O-metil transferase (COMT) na periferia, a primeira enzima é responsável pela conversão da levodopa em dopamina e a segunda, na degradação da dopamina (147).

Uma outra forma de conduzir o tratamento é com a associação dos agonistas de receptores de dopamina, estes apresentam uma meia vida mais longa do que o levodopa e tem menos efeitos de promover discinesias e flutuações, porém, seu uso contínuo pode induzir a efeitos adversos importantes como alucinações e sonhos vívidos (100,147).

A utilização da farmacologia não dopaminérgica pode ser escolhida para a redução das discinesias provocadas pelo longo período de uso do levodopa, é o caso da amantadina, agindo no bloqueio da recaptação da dopamina na fenda sináptica (100,147). Outros tratamentos incluem a cirurgia ablativa (119), implantação cirúrgica de estimulação cerebral profunda (100), terapia celular (153) acompanhamento com equipe multiprofissional (154), incluindo terapia nutricional (123), a fonoaudiologia (155) e a reabilitação com fisioterapia a fim de melhorar a qualidade de vida dos indivíduos (119), bem como favorecer às atividades de vida diária preservando a independência funcional do sujeito (156,157) e tem benefícios na melhora da instabilidade postural em indivíduos com DP (158).

### **3 MÉTODOS:**

### 3.1 DESENHO DE ESTUDO:

Trata-se de um estudo de desenho híbrido, constituído por uma parte prospectiva na qual foram obtidas medidas cinemáticas no tempo para cada indivíduo e uma parte seccional em que foram mensurados aspectos demográficos e clínicos em apenas um momento no tempo.

### 3.2 LOCAL E POPULAÇÃO DE ESTUDO:

O presente estudo foi realizado no serviço de neurologia do Hospital Universitário Professor Edgard Santos/ Universidade Federal da Bahia (HUPES/UFBA), no período de fevereiro a agosto de 2018, em todos os 104 sujeitos que atenderam aos critérios de inclusão e não inclusão nesse período. Deles, 52 com diagnóstico da doença de Parkinson e 52, fazendo parte do grupo-controle, sem o diagnóstico da DP, obtidos por conveniência.

### 3.3 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO:

Foram incluídos, nesta pesquisa, indivíduos de ambos os sexos, com idade superior a 18 anos, com diagnóstico confirmado da doença neurológica supracitada, estáveis clinicamente, em uso de levodopa no estado *on* da medicação, no momento da avaliação, com capacidade de se manter na postura ortostática, no mínimo, por um minuto, sem suporte, e que não faziam uso de órtese para manter-se no apoio bipodal. Os indivíduos diagnosticados com doença de Parkinson tiveram escore de até 3, na escala modificada de Hoehn e Yahr, visto que, devido à maior gravidade acima do score 3, apesar de serem capazes de andar e ficar em pé sem assistência, são marcadamente incapacitados (159), apresentando um grande risco para quedas (88).

Em relação ao grupo-controle, todos eram acompanhantes dos pacientes, recrutados do referido ambulatório, de ambos os sexos e com idade superior a 18 anos, saudáveis e sem doença de Parkinson ou outras patologias neurológicas.

### 3.4 CRITÉRIOS DE NÃO INCLUSÃO:

Por outro lado, os critérios de não inclusão nesta pesquisa, para ambos os grupos, foram para aqueles indivíduos que tinham *déficit* de cognição, deficiência visual, alterações vestibulares, uso de medicamentos que foram prescritos para a melhora do equilíbrio, utilização de endopróteses de quadril e joelho, alguma doença osteomuscular que inviabilizasse a realização das atividades propostas, assim como aqueles que não aceitassem participar da

pesquisa e, portanto, não assinarem o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (APÊNDICE I).

### 3.5 COLETA DE DADOS:

A princípio, foi realizado um contato prévio com alguns pacientes por telefone e solicitando-lhes que viessem acompanhados e, a partir da aceitação na participação da pesquisa, foi realizado o agendamento da avaliação. Outros pacientes, bem como os seus acompanhantes, foram recrutados no próprio ambulatório durante a consulta médica de rotina. No primeiro contato, foi explicado sobre os objetivos da pesquisa e as avaliações que seriam realizadas, orientando aos voluntários sobre a utilização de roupas leves e confortáveis.

Um projeto-piloto foi realizado, inicialmente, no local de realização da pesquisa, a fim de fazer os ajustes necessários para a aplicação do protocolo da pesquisa. Os indivíduos que participaram da pesquisa, de acordo com os critérios de inclusão estabelecidos, foram encaminhados da sala de espera para uma sala de avaliação pela fisioterapeuta. Todos os sujeitos foram avaliados por duas fisioterapeutas experientes e treinadas para o protocolo da pesquisa e passaram pelas mesmas avaliações, exceto no grupo controle no que se refere a testes e perguntas específicas relacionadas à doença de Parkinson (tempo e início do diagnóstico, comprometimento motor, aplicação da escala de Hoehn e Yahr modificada, realização de fisioterapia). As avaliações aconteceram na seguinte ordem que serão descritas, a seguir: aplicação do minixame do estado mental, da ficha de avaliação, da escala de estadiamento da doença H&Y para os pacientes com DP e da avaliação do equilíbrio pelas filmagens com análise no *software* CvMob.

#### 3.5.1 Avaliação Cognitiva:

Inicialmente, foi aplicado o Minexame do Estado Mental (MEEM) (ANEXO I), elaborado por FOLSTEIN et al., 1975 (160), nos Estados Unidos, traduzido e validado para o Brasil por BERTOLUCCI et al., 1994 (161) para rastrear a perda cognitiva dos participantes da pesquisa. Trata-se de um instrumento útil e de fácil aplicabilidade, composto por dez perguntas que avaliam memória em curto e longo prazo, orientação, informação do cotidiano e a capacidade de calcular. O critério adotado para classificar o indivíduo como tendo *déficit* cognitivo foi segundo Lourenço e Veras et al., 2006, com escore acima de 24 pontos para escolarizados e, para analfabetos, acima de 19 pontos (162).

### 3.5.2 Ficha de avaliação:

A fim de caracterizar a amostra foi realizada uma entrevista para coleta de dados das seguintes informações: sexo, idade, peso, altura, naturalidade, diagnóstico clínico, tempo de diagnóstico, início de diagnóstico, realização, tempo de início e frequência das sessões de fisioterapia, realização de outras atividades físicas, tempo e duração dessas atividades e histórico de quedas no último ano (APÊNDICE II). O critério de classificação para o estado nutricional utilizando o índice de massa corpórea (IMC) foi proposto pela Organização Mundial de Saúde (OMS): baixo peso:  $IMC < 18,5 \text{kg/m}^2$ ; eutrofia:  $IMC$  de 18,5 a 24,9  $\text{kg/m}^2$ ; sobrepeso:  $IMC$  de 25 a 29,9  $\text{kg/m}^2$ ; obesidade:  $IMC > 30 \text{kg/m}^2$  (163).

### 3.5.3 Escala de Hoehn e Yahr (H&Y) modificada:

Foi aplicada a escala modificada de Hoehn e Yahr nos sujeitos com a DP para avaliar a gravidade da doença e quantificado, posteriormente, o escore obtido (QUADRO 1).

QUADRO 1. Estágios da DP de acordo com a Escala de Hoehn e Yahr (modificada)

ESTÁGIO 0	Nenhum sinal da doença
ESTÁGIO 1	Doença Unilateral
ESTÁGIO 1,5	Envolvimento unilateral axial
ESTÁGIO 2	Doença bilateral sem déficit de equilíbrio
ESTÁGIO 2,5	Doença bilateral leve, com recuperação no “teste do empurrão”
ESTÁGIO 3	Doença bilateral leve a moderada; alguma instabilidade postural; capacidade para viver independente
ESTÁGIO 4	Incapacidade grave, ainda capaz de caminhar ou permanecer de pé sem ajuda
ESTÁGIO 5	Confinado à cama ou cadeira de rodas a não ser que receba ajuda.

Adaptado de SCHENKMAN et al., 2001 (164); GOURLAT e PEREIRA, 2005 (165).

### 3.5.4 Sorteio simples:

Após o preenchimento da ficha de avaliação, foi realizado um sorteio simples para definir qual participante começaria a avaliação, o paciente com DP ou o acompanhante sem o diagnóstico da doença.

### 3.5.5 CvMob



O CvMob na versão 3.6 foi utilizado, nesta pesquisa, para a análise do movimento utilizando um ponto especificado no vídeo, é considerado um *software* livre, validado, desenvolvido no Laboratório de Física Nuclear da Universidade Federal da Bahia e visto como uma avaliação de baixo custo, uma vez que a filmagem pode ser feita com câmeras simples em um ambiente com iluminação adequada em que medidas cinemáticas são obtidas (trajetórias, velocidade e a aceleração) <http://www.cvmob.ufba.br/>.

### 3.5.6 Protocolo experimental para captura das imagens para avaliação do equilíbrio na postura estática:

- Materiais necessários:
  - Câmera GO PRO HERO 4 BLACK EDITION
  - Luz de LED
  - Tripé para câmera (profissional 5316 com cabeça hidráulica)
  - Tripé para a iluminação (Gopro Sj 4000 action 1,30m)
  - Marcador adesivo nas cores amarelo e preto medindo 1,9cm (Pimaco-Bic)
  - Passadeira
  - Cronômetro digital

Todos os participantes foram submetidos a uma avaliação cinemática através de captura de imagens por meio de filmagens e o movimento da cabeça foi gravado com o uso de uma câmera GO PRO HERO 4 BLACK EDITION com uma resolução temporal de 29 frames por segundo. Essa opção da resolução temporal da câmera foi feita devido ao fato de a velocidade gerada durante o movimento da cabeça gerar capturas que respondem ao objetivo da pesquisa. Essa conclusão foi encontrada após a realização do projeto-piloto. As filmagens foram conduzidas em uma sala com uma iluminação adequada com luz de LED. A câmera ficou posicionada por meio de um suporte situado acima da cabeça do participante em uma distância média de 15 cm (FIGURA 1). Para a captação das imagens e interpretação dos dados, foi utilizado o *software* CvMob, na versão mais atual, versão 3.6.

Uma passadeira foi colocada na cabeça do participante com marcador adesivo, medindo 1,9 cm, que servia tanto como calibrador (calibração feita e registrada no programa CvMob) através da medida obtida pela marcação da distância das extremidades do marcador (1,9 cm) e entre a câmera e a cabeça (15 cm), bem como também para a extração dos dados (através da marcação de um ponto no centro do marcador adesivo) (23) (FIGURA 2).

Figura 1. Ilustração do posicionamento do participante e da câmera durante a avaliação do equilíbrio.



Fonte: Fotografia da autora.

Figura 2. Ilustração da passadeira com marcador adesivo.



Fonte: Fotografia da autora.

Foi solicitado aos participantes que retirassem calçados, relógios e pertences pessoais (bolsas, carteiras, celulares) que permitissem alterar o peso corporal durante a avaliação e foi informado que não deveria haver comunicação verbal durante os testes, mas o participante poderia interromper a coleta de dados, se desejasse, e que a assistência seria dada, caso necessário.

A avaliação foi realizada por duas fisioterapeutas treinadas para a aplicação do protocolo proposto, sendo que uma delas ficou ao lado do participante durante toda a avaliação para orientá-lo e dar o suporte, caso fosse necessário interromper o teste.

### 3.5.7 Protocolo para avaliação do equilíbrio na postura estática:

Para a avaliação do equilíbrio na postura estática o participante foi posicionado e instruído a permanecer em apoio bipodal com os pés paralelos e os braços ao longo do corpo e com os olhos abertos fixados em um ponto amarelo posicionado na altura dos olhos distante cerca de 1,5 metros do sujeito que está em conformidade com protocolos publicados previamente na literatura (166,167) (FIGURA 1). O posicionamento dos pés seguiu as marcações da superfície no solo em torno de 40 cm de largura e 60 cm de comprimento, podendo-se realizar ajustes do pé de acordo com as características individuais dos participantes. A filmagem foi iniciada cinco segundos depois que o sujeito estivesse organizado no local da coleta.

No teste de avaliação do equilíbrio foram realizadas três filmagens com duração de um minuto para cada avaliação e com intervalo de um minuto de descanso entre elas com os participantes sentados. Todas as avaliações foram realizadas em um mesmo dia.

### 3.6 EXTRAÇÃO DOS DADOS COM O CvMob:

Após a obtenção das filmagens, um total de 312 vídeos foram produzidos e separados em pastas individuais contendo três vídeos para cada sujeito investigado, e todos esses vídeos foram inicialmente convertidos no programa GOPRO STUDIO<sup>®</sup>, a fim de remover a distorção da imagem para posteriormente serem analisados. Em seguida, foi realizada uma calibração de todos as filmagens através da distância das extremidades do marcador adesivo (1,9 cm) e da cabeça à câmera (15 cm), no próprio *software*, possibilitando que o CvMob convertesse as suas medidas cinematográficas. Em seguida, todos os vídeos foram analisados e suas medidas foram colocadas em um arquivo no EXCEL<sup>®</sup>, que também foram separados em pastas individuais, com um total de três planilhas para cada pasta, correspondendo às três filmagens de cada indivíduo. Em cada arquivo gerado, para cada filmagem, foram registrados valores obtidos no CvMob com as medidas das trajetórias no eixo AP (eixo y) e no eixo ML (eixo x), dada em metros (m); velocidade instantânea do movimento total (m/s); aceleração do movimento (m/s<sup>2</sup>); velocidade instantânea no eixo x (m/s); velocidade instantânea no eixo y (m/s). Apenas a terceira filmagem da avaliação do equilíbrio (portanto, a terceira planilha) foi utilizada para análise de suas medidas no programa estatístico R, o que corresponde a 104 vídeos utilizados para a pesquisa. A opção pelo uso da análise da terceira filmagem foi devido ao aprendizado do teste de avaliação do equilíbrio na terceira medida.

### 3.6.1 Centragem:

Mesmo após a realização da calibração descrita no tópico anterior, um ajuste em relação à centragem do ponto de referência obtido durante o movimento da cabeça foi necessário, visto que, o CvMob assume uma posição de referência da escala (zero da escala) no canto inferior esquerdo do vídeo. E, para a obtenção de medidas com valores fidedignos ao movimento, neste estudo, essa referência foi ajustada para o centro da cabeça. Para isso, foi extraída uma média geral de todos os frames das variáveis  $x$  e  $y$  de cada indivíduo, ficando um valor médio para  $x$  e um valor médio para  $y$ . Posteriormente, esses valores médios de  $x$  e  $y$  foram subtraídos dos valores absolutos correspondentes de cada frame dessas variáveis sinalizadas, dados pelo CvMob, a fim de realizar a centragem e, portanto, o ponto de referência zero da escala passou a ser no centro da cabeça e não mais no canto inferior esquerdo do vídeo. Depois desse ajuste, foi possível converter os valores obtidos em coordenadas polares que serão descritos, a seguir.

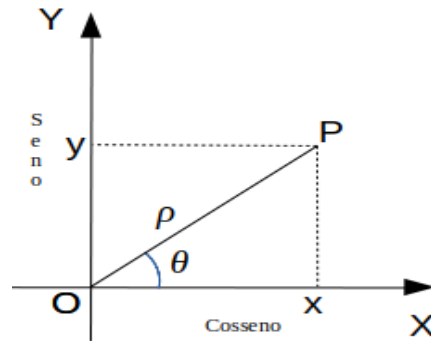
### 3.6.2 Coordenadas cartesianas, polares, conversão de coordenadas e cálculo do ângulo médio e concentração angular:

As coordenadas polares são um sistema bidimensional em que cada ponto no plano é determinado por uma distância e um ângulo em relação a um ponto fixo de referência no centro de uma circunferência (168).

O ponto de referência (análogo à origem no sistema cartesiano) é chamado de polo, e a semirreta do polo nas duas direções de referência são os eixos polares. A distância, a partir do polo em direção a qualquer ponto da circunferência, é chamada coordenada radial ou raio, e o ângulo é chamado coordenada angular, ângulo polar ou azimute. A coordenada radial é, frequentemente denotada por  $\rho$  (rho) e a coordenada angular por  $\theta$  (theta). Os ângulos em notação polar são geralmente expressos em graus ou em radianos (168).

As coordenadas polares podem ser convertidas para as coordenadas cartesianas e vice-versa através das funções trigonométricas seno e cosseno:  $x=r \cdot \cos(\theta)$  e  $y=r \cdot \sin(\theta)$  (168)

Figura 3. Representação do plano cartesiano e da coordenada polar.



- **Par cartesiano no sistema cartesiano:**

$$P=(x, y) \text{ no sistema } OXY$$

- **Par polar no sistema polar:**

$$P=(\rho, \theta) \text{ no sistema } O\rho\theta$$

Como  $x=\rho \cdot \cos(\theta)$ [1] e  $y=\rho \cdot \sin(\theta)$ [2] e aplicando o teorema de Pitágoras (o quadrado da hipotenusa é igual à soma dos quadrados dos catetos):

$$x^2 + y^2 = \rho^2 \cdot \cos^2 \theta + \rho^2 \cdot \sin^2 \theta$$

$$x^2 + y^2 = \rho^2 (\cos^2 \theta + \sin^2 \theta), \text{ como: } \cos^2 \theta + \sin^2 \theta = 1, \text{ temos: } x^2 + y^2 = \rho^2$$

$$\text{Como, } \rho > 0 \Rightarrow \rho = \sqrt{x^2 + y^2} [3] \text{ (não há raio negativo)}$$

Para encontrar  $\theta$ :

$$\text{A partir de [1] e [3]: } \cos \theta = \frac{x}{\rho} = \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}} \text{ e a partir de [2] e [3]: } \sin \theta = \frac{y}{\rho} = \frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2}}$$

Sabendo que:

$$\frac{\rho \sin \theta}{\rho \cos \theta} = \frac{\sin \theta}{\cos \theta} = \operatorname{tg} \theta = \frac{y}{x} \quad ; \quad \theta = \operatorname{arctg} \frac{y}{x} \Leftrightarrow \text{arco cuja tangente é } \frac{y}{x}$$

$$\text{Então, } \rho = \sqrt{x^2 + y^2} \text{ e } \theta = \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{y}{x}$$

### Cálculo da média circular:

1) Determinar o par médio de coordenadas no eixo dos senos e cossenos:

$$x = \frac{\sum_{i=1}^N \cos \theta_i}{n}$$

(média aritmética dos cossenos) e  $y = \frac{\sum_{i=1}^N \sin \theta_i}{n}$  (média aritmética dos senos), onde  $\theta_i$  são os ângulos individuais.

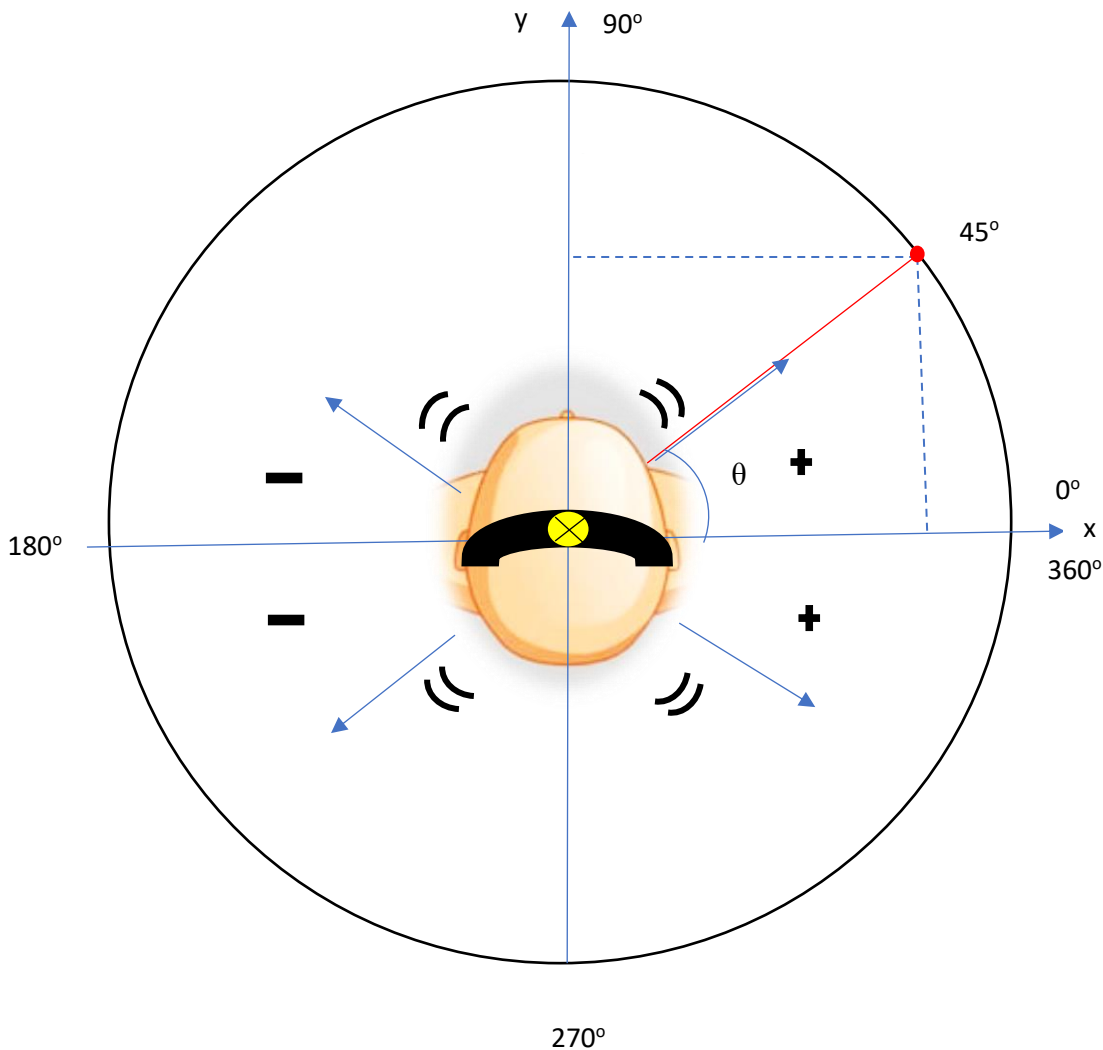
2) Encontrar o ângulo médio que corresponde ao par médio de coordenadas (cos, sin):

$$\bar{\theta} = \arctg \frac{y}{x}$$

- Cálculo da concentração angular:  $\rho = \sqrt{x^2 + y^2}$  (168).

A intenção de transformar as coordenadas x e y do plano cartesiano em coordenadas polares após a realização da centragem é devido ao movimento gerado pela oscilação da cabeça ocorrer em todas as direções e, sendo de natureza circular, a metodologia para análise dos dados direcionais deve ser aplicada. Dessa forma, foram utilizadas as funções da trigonometria em que os valores obtidos no CvMob das trajetórias nos eixos x e y, no plano cartesiano, foram usados para obter a hipotenusa do triângulo retângulo sendo este transcrito em uma circunferência e, conseqüentemente esses valores foram transformados em coordenada polar, conforme mostrado acima, e a exemplificação na circunferência do deslocamento corporal pelo movimento da cabeça é demonstrado na Figura 4.

Figura 4. Ilustração da oscilação da cabeça de um indivíduo que pode ocorrer em qualquer direção e sua exemplificação na circunferência.



### 3.6.3 Descrição dos parâmetros do equilíbrio:

#### 1. Ângulo médio ( $\theta$ ) em graus

O ângulo médio circular representa a direção média do movimento, se o indivíduo apresenta uma tendência de oscilação para alguma direção específica.

#### 2. Concentração angular $\rho$ (rho)

A concentração angular  $\rho$  (rho) indica o ponto na circunferência em que os ângulos mais se situaram, e esse valor varia de zero a um, sendo que quanto mais próximo de um, isto é, mais próximo da margem da circunferência, maior sua concentração angular e, quanto mais próximo de zero, do centro da circunferência, menor sua concentração angular.

### 3. Distância (deslocamento) média ou raio médio (r) em cm

Já a distância média, indica por r que corresponde ao raio, corresponde ao deslocamento de um ponto central (ponto zero) da circunferência até a sua margem externa, isto é, quanto o indivíduo oscilou de um ponto a outro.

### 4. Velocidade instantânea média (cm/s)

A velocidade média indica quanto rápido aquele movimento aconteceu.

#### 3.6.4 Obtenção dos parâmetros do equilíbrio individuais e nos grupos:

Para todos os frames de cada indivíduo, foi obtido um ângulo  $\theta$  e um r a partir das coordenadas x e y, usando a trigonometria, durante um tempo de 60 segundos. A velocidade instantânea média foi encontrada a partir das velocidades instantâneas de cada frame dadas diretamente pelo CvMob. Posteriormente, foi calculado o ângulo médio circular e a concentração angular média (rho) para cada indivíduo, utilizando estatística circular, e o r e a velocidade instantânea média foram obtidos a partir de médias aritméticas, por se tratarem de dados lineares (QUADRO 2), uma vez que os indivíduos foram agrupados, um ângulo médio circular, um rho médio, um r médio e uma velocidade média foram encontrados para cada grupo (DP e controle) (QUADRO 3).

Quadro 2. Ilustração hipotética para demonstrar como foram obtidos o ângulo médio, raio médio e velocidade média de um indivíduo de cada grupo.

Tempo	Eixo x	Eixo y	Teta ( $\theta$ )	Raio (r)	rho	V
Frame 1	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	$\theta_1$	r <sub>1</sub>	rho <sub>1</sub>	V <sub>1</sub>
Frame 2	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	$\theta_2$	r <sub>2</sub>	rho <sub>2</sub>	V <sub>2</sub>
Frame 3	X <sub>3</sub>	Y <sub>3</sub>	$\theta_3$	r <sub>3</sub>	rho <sub>3</sub>	V <sub>3</sub>



**$\theta$  médio, r médio, rho médio e V. média de cada indivíduo**

Legenda: V: velocidade instantânea; r: raio.

Quadro 3. Ilustração hipotética para demonstrar como foi obtido o ângulo médio, raio médio e velocidade média dos grupos.

Indivíduo com DP	$\theta$ médio	r médio	rho médio	V média
1	$\theta_1$	r <sub>1</sub>	rho <sub>1</sub>	V <sub>1</sub>
2	$\theta_2$	r <sub>2</sub>	rho <sub>2</sub>	V <sub>2</sub>
3	$\theta_3$	r <sub>3</sub>	rho <sub>3</sub>	V <sub>3</sub>



**$\theta$  médio, r médio, rho médio e V instantânea média do grupo com DP**



Indivíduo GC	$\theta$ médio	r médio	rho médio	V média
1	$\theta_1$	$r_1$	$\rho_1$	$V_1$
2	$\theta_2$	$r_2$	$\rho_2$	$V_2$
3	$\theta_3$	$r_3$	$\rho_3$	$V_3$



**$\theta$  médio, r  
médio, rho  
médio e V  
instântanea  
média  
do GC**

Legenda: DP: doença de Parkinson; GC: grupo controle; V: velocidade instântanea; r: raio.

### 3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA:

Considerando a natureza circular do movimento (equilíbrio), estatísticas circulares (média circular, desvio-padrão circular, concentração angular) foram empregadas na sua análise no intuito de se estimar os parâmetros das coordenadas polares, bem como, estatísticas lineares foram adotadas para os parâmetros lineares. Uma vez que todos os participantes da amostra de conveniência foram incluídos no estudo não foi necessário cálculo amostral.

### 3.8 ÉTICA EM PESQUISA:

Esta pesquisa obedeceu às normas éticas da resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde e foi aprovado sob o protocolo número 2.389.790 pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Bahia (ANEXO II). Os voluntários para participar do estudo foram informados sobre os objetivos dos procedimentos que foram realizados no decorrer da pesquisa. Depois da aceitação, compreensão e tendo suas dúvidas esclarecidas, assinaram, em duas vias, o TCLE.

## 4 RESULTADOS

Os resultados obtidos desse trabalho serão descritos nos dois artigos desenvolvidos à seguir.

#### 4.1 ARTIGO 1

### COMPARAÇÃO DO COMPORTAMENTO CINEMÁTICO DOS PARÂMETROS DO EQUILÍBRIO NA POSTURA ESTÁTICA EM INDIVÍDUOS COM A DOENÇA DE PARKINSON

Juliana Leal de Oliveira<sup>1\*</sup>, Carlos Maurício Cardeal Mendes<sup>2</sup>, Nildo Manoel da Silva Ribeiro<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Mestre e Doutoranda em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas, Instituto de Ciências da Saúde (ICS-UFBA);* <sup>2</sup> *Doutor em Saúde Coletiva pela Universidade Federal da Bahia, Professor da Pós-Graduação em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas, Instituto de Ciências da Saúde/UFBA;* <sup>3</sup> *Doutor em neurologia/neurociências pela Universidade Federal de São Paulo, Professor da Pós-Graduação em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas, Instituto de Ciências da Saúde/UFBA.*

#### Resumo:

**Introdução:** a habilidade de manter o centro de gravidade dentro da base de sustentação é conhecida como estabilidade postural e é dependente da integração de vários sistemas. A presença de desordens motoras como a doença de Parkinson (DP) pode afetar a função corporal ligada ao equilíbrio e essa função pode ser melhorada com o aprendizado. **Objetivo:** comparar o comportamento dos parâmetros cinemáticos da medida de equilíbrio na postura estática em indivíduos com e sem a DP. **Metodologia:** estudo híbrido com 52 pacientes com DP, medicados com levodopa, nos estágios da escala Hoehn & Yahr (H&Y) até 3 e 52 indivíduos no grupo controle (GC). Avaliou-se o equilíbrio na postura estática por filmagens do movimento da cabeça, analisados no *software* CvMob para obter os parâmetros cinemáticos do equilíbrio. **Resultados:** Apesar da diferença encontrada ( $p < 0,05$ ) nos ângulos médios circulares entre os grupos ( $\theta$  DP=225,2° e  $\theta$  GC=119,2°), as concentrações angulares baixas ( $\rho$  GP = 0,09 e  $\rho$  GC = 0,32) e semelhantes ( $p=0,245$ ) indicam ausência de direcionalidade em ambos os grupos. O deslocamento médio na DP foi de 1,4 (0,5) cm e no GC de 0,8 (0,3) cm, diferente entre os grupos (d de Cohen 1,2;  $p < 0,05$ ). A média (desvio-padrão) do desvio-padrão médio do deslocamento médio foi de 0,76 cm para o grupo com DP e 0,47 cm para o GC (d de Cohen 1,1;  $p < 0,05$ ), indicando maior oscilação na DP. A velocidade instantânea média apresentou

---

Correspondente/Corresponding: \*Juliana Leal de Oliveira. End. Rua Luís de Camões, Ed. Camões, nº. 101.Vila Laura. Salvador-Ba. CEP: 40270-090. Tel (71) 99960-2554. email [jlealfisio@yahoo.com.br](mailto:jlealfisio@yahoo.com.br).

diferenças entre os grupos ( $p < 0,05$ ). **Conclusão:** não foi encontrado tendência de direcionalidade de oscilação entre os grupos. Os indivíduos com DP oscilaram mais, apresentaram um deslocamento médio maior e uma velocidade média maior que o GC.

**Palavras-chave:** equilíbrio postural, cinemática, doença de Parkinson, fisioterapia, Software.

## INTRODUÇÃO

O equilíbrio postural é fundamental para a manutenção do estado funcional do sujeito sendo a base para a realização de todas as habilidades motoras voluntárias (7) e se refere à capacidade de ajustar todas as forças que agem no corpo durante uma atividade (3) mantendo o centro de massa dentro da base de sustentação (137), controlando a postura ereta, evitando assim, a queda. Essa ação complexa depende de diversos sistemas: sensorio-motor, visual, vestibular e somatossensorial e sua integração com o sistema nervoso central (SNC) (42). Diante de situações patológicas em que ocorram prejuízos de algum desses sistemas pode acarretar em *déficit* do equilíbrio postural (6).

A doença de Parkinson (DP) é uma doença neurológica crônica que afeta principalmente o sistema motor devido à diminuição do neurotransmissor dopaminérgico presente na substância negra com surgimento de distúrbios motores e *déficit* de equilíbrio (10). Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS) é uma doença frequente na população geral chegando a cerca de quatro milhões de pessoas diagnosticadas mundialmente e em curva de crescimento ao longo dos anos (12). Diante disso, a avaliação do equilíbrio deve ser priorizada com a utilização de ferramentas confiáveis e válidas, a fim de contribuir para a realização de propostas terapêuticas com o intuito de buscar a melhora funcional do sujeito (17,90), bem como avaliar o risco de quedas (169).

Na literatura, há diversas ferramentas disponíveis com o intuito de avaliar o equilíbrio postural, dentre elas, instrumentos de caráter subjetivo e quantitativo: o teste de Romberg (9), escala de equilíbrio de Berg (19), teste de Tinetti (20) e Time Up and Go (6), a plataforma de força (21), Wii Balance Board (170), acelerômetros (94) e filmagens (23). Os instrumentos quantitativos podem originar parâmetros cinéticos e cinemáticos para avaliação do movimento (33). Segundo Círia et. al., 2016, a avaliação do equilíbrio por meio de filmagens pode ser interpretada em um *software* livre, o CvMob, tornando a avaliação simples e de baixo custo em que serão descritos parâmetros cinemáticos envolvidos no entendimento do equilíbrio através do movimento da cabeça já descrito na literatura (23).

Na cabeça, estão presentes sistemas importantes no controle do equilíbrio, o sistema visual e vestibular, que levam informações ao sistema nervoso central (SNC) sobre a posição do corpo, portanto, essa estrutura tem um papel importante no ato motor (97). Alguns trabalhos já têm pesquisado sobre a oscilação da cabeça durante a marcha em indivíduos sem e com patologias neurológicas (22,94). Porém, investigações sobre o equilíbrio na postura estática utilizando o movimento da cabeça ainda são escassas, mas pode ser um método alternativo para quantificar essas desordens (23).

Os parâmetros cinemáticos originados do deslocamento do corpo e interpretados no *software* do CvMob são: trajetórias no eixo ântero-posterior (eixo y) e médio-lateral (eixo x) em metros, velocidade instantânea no eixo x e y e do movimento total (m/s) e aceleração do movimento ( $m/s^2$ ) (<https://sites.google.com/site/cvmobufba/>). Alguns desses parâmetros foram usados para avaliação do equilíbrio na postura estática (23).

Dessa forma, devido ao equilíbrio ser uma condição possivelmente prejudicada em indivíduos com DP levando a prejuízos funcionais, além de ser uma condição que pode ser treinada e melhorada com o aprendizado, o objetivo do presente estudo é comparar o comportamento dos parâmetros cinemáticos da medida de equilíbrio na postura estática por meio do CvMob em indivíduos com a doença de Parkinson.

## **METODOLOGIA**

O presente estudo foi do tipo híbrido constituído por uma parte prospectiva na qual foram obtidas medidas cinemáticas no tempo para cada indivíduo e uma parte seccional em que foram mensurados aspectos demográficos e clínicos em apenas um momento no tempo. O local de realização da pesquisa foi no serviço de neurologia do HUPES/UFBA com uma amostra de conveniência totalizando 104 indivíduos, sendo 52 com diagnóstico da DP e 52 sem a DP, constituindo o grupo controle.

Participaram desta pesquisa indivíduos de ambos os sexos, com idade superior a 18 anos, com diagnóstico confirmado da DP, em uso da levodopa no estado *on* da medicação, com capacidade de se manter na postura ortostática por, no mínimo, um minuto sem suporte. Os indivíduos diagnosticados com DP tiveram escore até 3 na escala modificada de Hoehn e Yahr (H&Y) modificada. O grupo-controle era composto por acompanhantes de pacientes, recrutados do referido ambulatório, de ambos os sexos e com idade superior a 18 anos, saudáveis e sem DP ou outras patologias neurológicas.

Os critérios de não inclusão nesta pesquisa para ambos os grupos foram para aqueles indivíduos que tinham *déficit* de cognição, deficiência visual, problemas vestibulares, uso de medicamentos prescritos para distúrbios do equilíbrio, uso de endopróteses de quadril e joelho, alguma doença osteomuscular que inviabilizasse a realização das atividades propostas e que não aceitassem participar da pesquisa e, portanto, não assinassem o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).

Todos os participantes foram avaliados pelo Minexame do Estado Mental (MEEM) a fim de excluir a presença de *déficit* de cognição (161) e por uma entrevista para coleta de informações clínico-demográficas com a finalidade de caracterizar a amostra. A escala de Hoehn e Yahr (H&Y) modificada (165) foi aplicada nos pacientes com a DP para classificar a gravidade da doença.

A obtenção dos parâmetros cinemáticos da medida do equilíbrio na postura estática foi realizada pela captura de imagens por meio de filmagens utilizando o *software* do CvMob versão 3.6 em todos os participantes. O movimento da cabeça para avaliação do equilíbrio foi gravado com o uso de uma câmera GO PRO HERO 4 BLACK EDITION com uma resolução temporal de 29 frames por segundo, em uma sala iluminada adequadamente com luz de LED.

Para a avaliação do equilíbrio na postura estática, o participante foi instruído a permanecer em apoio bipodal com os pés paralelos e os braços ao longo do corpo e com os olhos abertos fixados em um ponto amarelo posicionado na altura dos olhos distante cerca de 1,5 metros do sujeito, o que está de acordo com protocolos já publicados anteriormente (166,167). Três avaliações foram realizadas em todos os participantes, com duração de um minuto cada uma, e apenas a terceira medida foi utilizada para análise dos dados no pacote estatístico R, devido ao aprendizado do teste.

As filmagens foram analisadas no *software* CvMob em que um arquivo foi gerado com as medidas das trajetórias no eixo x (médio-lateral) e y (ântero-posterior), dada em metros (m); velocidade instantânea no eixo x e y (m/s) e, posteriormente, essas medidas obtidas em um plano cartesiano foram transformadas para coordenadas polares utilizando uma estatística circular e convertidas para cm e cm/s. Portanto, os parâmetros descritos para a avaliação do equilíbrio foram: ângulo médio (graus) indicando a direção do movimento, concentração angular  $\rho$  (rho), distância (deslocamento) média ou raio médio (r) em cm e velocidade instantânea média (cm/s).

As estatísticas circulares (média circular, desvio-padrão circular, concentração angular) foram empregadas para a análise. O teste *Rayleigh* avaliou a hipótese de uniformidade da distribuição dos ângulos de acordo com os grupos e para a comparação dos ângulos médios

entre os grupos, empregou-se o teste de *Watson* para duas amostras independentes de dados circulares (171). Para a comparação dos parâmetros de concentração angular entre os grupos, utilizou-se o teste *Equal Kappa* (172). Na comparação das médias das distâncias médias e das médias dos desvios-padrão entre os grupos, por serem medidas lineares, calculou-se o *d* de Cohen e usou-se o *t* de Student para grupos independentes e variâncias homogêneas, enquanto que para a comparação da distribuição das velocidades médias entre os grupos, por se tratar de medidas lineares, porém com distribuições fortemente assimétricas, calculou-se a diferença padronizada não paramétrica a partir da fórmula de Rosenthal (173)  $r = \frac{z}{\sqrt{n}}$  e usou-se o teste de *Mann-Whitney*. O nível de significância adotado foi de 5%.

Empregou-se o Diagrama de Rosa para representação gráfica dos ângulos e concentrações angulares e o Diagrama de Pontos para as medidas lineares. As análises foram realizadas no R versão 3.5 (174).

Esta pesquisa foi aprovada sob o protocolo número 801.670 pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Bahia-Brasil.

## RESULTADOS

Dos 104 participantes do estudo, 52 têm diagnóstico da doença de Parkinson com maioria para o sexo masculino, 34 (65,4%), com idade, em média (desvio-padrão), de 62,7 (8,2) anos, predomínio de indivíduos com sobrepeso, com índice médio de massa corpórea (IMC) de 25,7 (3,1) kg/m<sup>2</sup>. A idade média (desvio-padrão) do diagnóstico foi de 55,2 (7,9) anos e, o tempo médio do diagnóstico, de 7,6 (4,5) anos. A maioria dos pacientes apresentou até o estágio 2, na escala de Hoehn e Yahr modificada (78,9%), estando todos sob uso da levodopa. Apenas 12 (23,1%) participantes praticavam atividade física e 29 (55,8%), faziam fisioterapia (Tabela 1).

O grupo-controle (GC) foi composto por 52 indivíduos sem a DP sendo a maioria do sexo feminino, 42 (80,8%), com idade média (desvio-padrão) de 53,6 (15,7) anos, classificados como tendo sobrepeso, IMC de 27,2 (4,7) kg/m<sup>2</sup> e apenas 13 (25%) relataram praticar atividade física regular (Tabela 1).

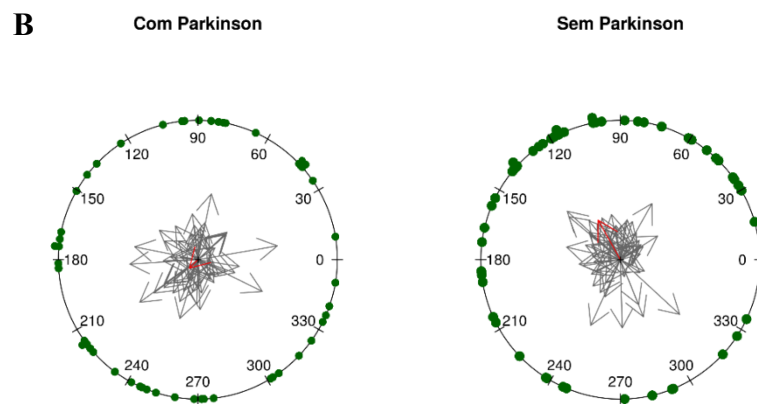
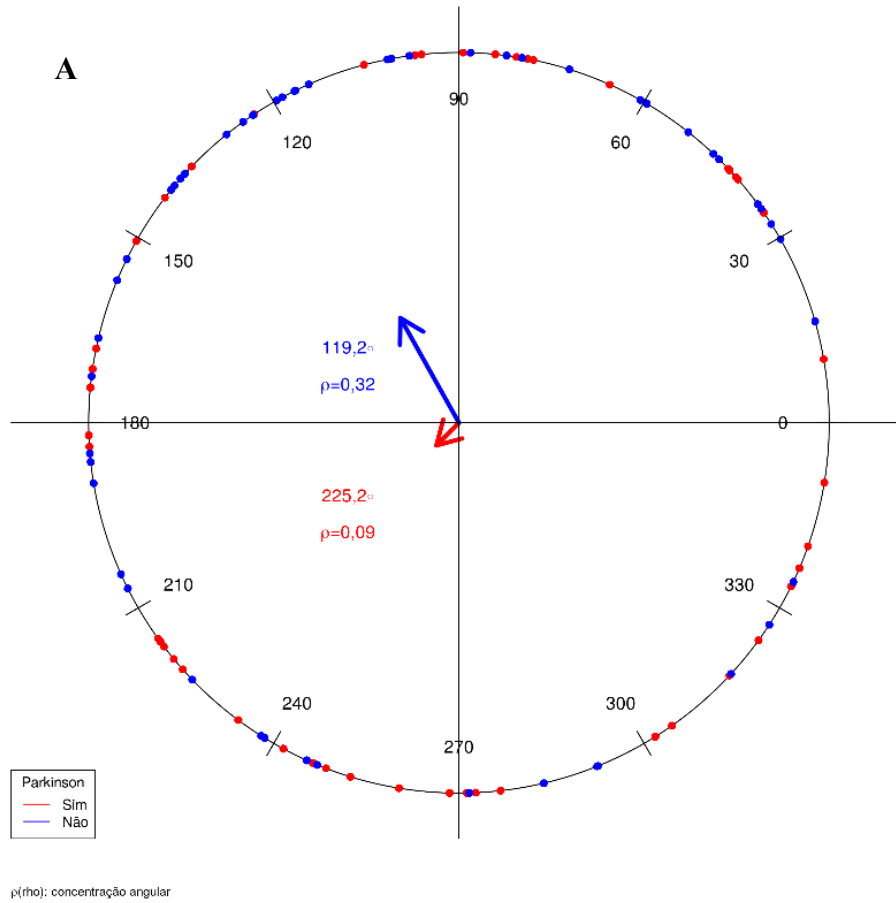
**Tabela 1-** Características clínico-demográficas dos 104 indivíduos com (n=52) e sem diagnóstico da doença de Parkinson (n=52).

VARIÁVEIS	Com Doença de Parkinson			Sem Doença de Parkinson		
	n (%)	Média	Desvio-padrão	n (%)	Média	Desvio-padrão
<b>Sexo</b>						
Masculino	34 (65,4)	-	-	10 (19,2)	-	-
Feminino	18 (34,6)	-	-	42 (80,8)	-	-
<b>Idade (anos)</b>	-	62,7	8,2	-	53,6	15,7
<b>IMC</b>	-	25,7	3,1	-	27,2	4,7
<b>Idade do diagnóstico (anos)</b>	-	55,2	7,9	-	-	-
<b>Tempo de diagnóstico (anos)</b>	-	7,6	4,5	-	-	-
<b>Estadiamento H&amp;Y (%)</b>						
Estágio 0	0 (0%)	-	-	-	-	-
Estágio 1	17 (32,7)	-	-	-	-	-
Estágio 1,5	0 (0)	-	-	-	-	-
Estágio 2	24 (46,2)	-	-	-	-	-
Estágio 2,5	5 (9,6)	-	-	-	-	-
Estágio 3	6 (11,5)	-	-	-	-	-
<b>Uso de medicamento</b>						
Uso de Levodopa	52 (100%)	-	-	-	-	-
<b>Atividade Física</b>	12 (23,1)	-	-	13 (25%)	-	-
<b>Fisioterapia</b>	29 (55,8)	-	-	-	-	-

H&Y: escala Hoehn e Yahr; IMC: Índice de Massa Córpora.

De acordo com a Figura 1, observa-se que as distribuições dos ângulos médios individuais dos dois grupos foi heterogênea em torno do centro, confirmadas pelos parâmetros de concentração angular  $\rho$  (rho) baixos ( $\rho$  GP = 0,09 e  $\rho$  GC = 0,32). Nesse caso, as médias angulares de ambos os grupos não representam a distribuição dos ângulos médios ( $\theta$  GP = 225,2° e  $\theta$  GC = 119,2°), significando não haver direcionalidade preferencial no deslocamento, com oscilações dos indivíduos nos 360° em torno do centro. Apesar de ter ocorrido uma diferença média angular entre os grupos ( $p < 0,05$ ), ela diferença não tem relevância dada a não diferença das concentrações angulares ( $p = 0,24$ ), ver Tabela 2.

**Figura 1** - Representação dos ângulos médios e da concentração angular  $\rho$  (rho) média dos grupos com e sem doença de Parkinson nas figuras A e B.





**Tabela 2-** Distribuição e comparação dos ângulos médios (graus) e concentrações angulares  $\rho$  (rho) médias dos grupos com e sem doença de Parkinson.

	n	Média circular	p-valor
<b>Grupo/Ângulo médio (graus)</b>			
Com a DP	52	225,2	0,67*
Sem a DP	52	119,2	0,0042*
Com DP versus sem DP	104	-	<0,05**
<b>Grupo/concentração angular (rho)</b>			
Com a DP	52	0,09	
Sem a DP	52	0,32	
Com DP versus sem DP	104	-	0,24***

DP: Doença de Parkinson;

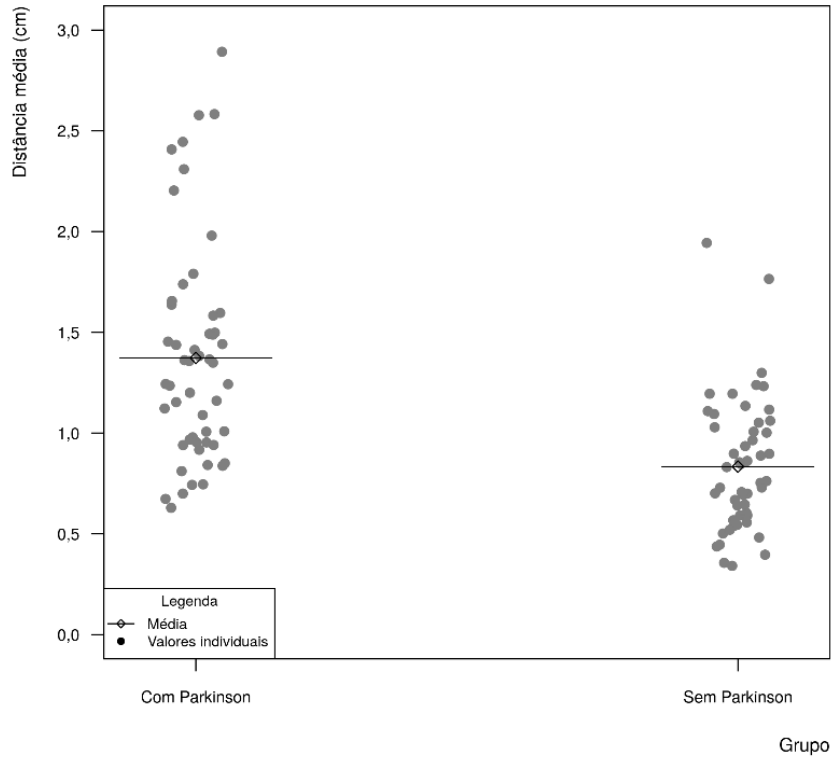
\**Rayleigh Test of Uniformity*;

\*\* *Watson's Two-Sample Test of Homogeneity*;

\*\*\* *Equal Kappa Test*.

O grupo de indivíduos com doença de Parkinson apresentou distância (deslocamento) média (desvio-padrão) de 1,4 (0,5) cm e o grupo controle de 0,8 (0,3) cm (Figura 2). A média (desvio-padrão) do desvio-padrão médio da distância (deslocamento) média foi de 0,76 cm para o grupo com doença de Parkinson e 0,47 cm para o grupo controle (Figura 3). A diferença padronizada entre os grupos referente à distância (deslocamento) média dada pelo d Cohen obteve um valor de 1,2, e de 1,1 para o desvio-padrão médio da distância, mostrando um efeito de tamanho forte entre eles ( $p < 0,05$ ) (Tabela 3).

**Figura 2-** Distâncias (deslocamentos) médias individuais e distâncias (deslocamentos) médias de acordo com os grupos com e sem DP.



**Tabela 3-** Distância (deslocamento) média (cm) e desvio-padrão médio da distância (deslocamento) média (cm) dos grupos com e sem doença de Parkinson.

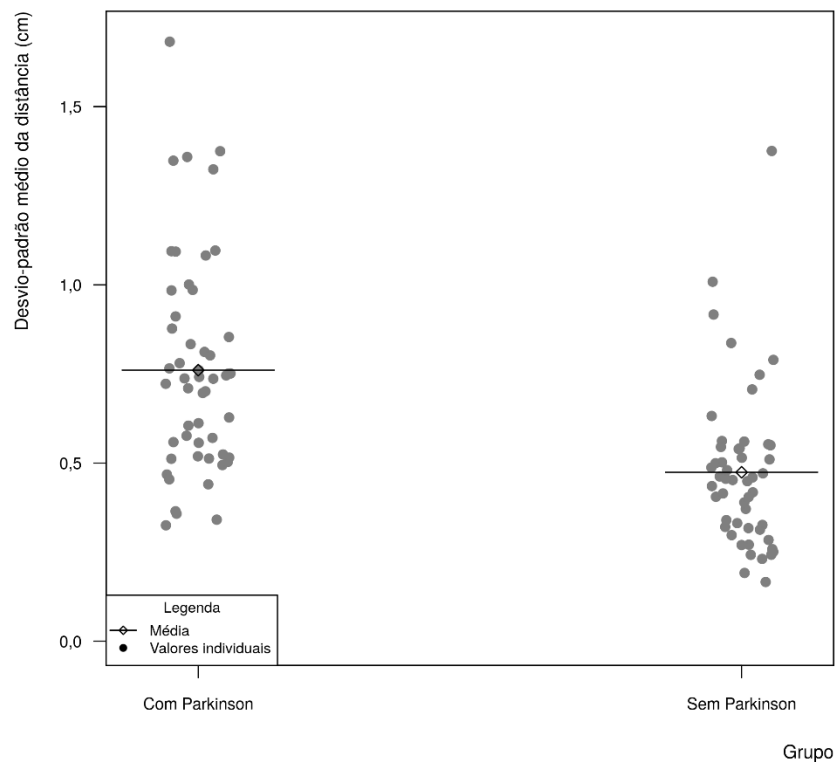
	n	Média	Desvio-padrão	Mín	Máx	d*	p**
<b>Grupo/Distância média (cm)</b>						1,2	0,00
Com a DP	52	1,37	0,55	0,63	2,89		
Sem a DP	52	0,83	0,33	0,34	1,94		
<b>Grupo/Desvio-padrão médio da distância média (cm)</b>						1,1	0,00
Com a DP	52	0,76	0,29	0,32	1,68		
Sem a DP	52	0,47	0,22	0,16	1,37		

DP: Doença de Parkinson; Mín: mínimo; Máx: máximo.

\*d: análise através do d Cohen;

\*\*p: análise pelo t-student.

**Figura 3 -** Desvios-padrão médios das distâncias (deslocamento) médias individuais e de acordo com os grupos com e sem DP.



O valor mediano (IIQ) da velocidade instantânea média do grupo com DP foi de 0,3 (0,4) cm/s<sup>2</sup> e do grupo controle foi de 0,4 (0,2). Na comparação das medianas entre os grupos, a diferença padronizada foi de 0,45, indicando um efeito fraco entre elas e, através do teste de hipótese *Wilcoxon-Mann-Whitney*, foi identificada uma diferença da velocidade instantânea média entre os grupos nessa comparação ( $p < 0,05$ ) (Tabela 4).

**Tabela 4-** Velocidade instantânea média (cm/s<sup>2</sup>) dos grupos com e sem doença de Parkinson.

	n	Mediana (IIQ)	Min	Máx	r*	p**
<b>Grupo/velocidade instantânea média (cm/s<sup>2</sup>)</b>					0,45	0,00
Com a DP	52	0,6 (0,4)	0,3	3,4		
Sem a DP	52	0,4 (0,2)	0,2	1,0		

DP: Doença de Parkinson; IIQ: intervalo interquartilico; Mín: mínimo; Máx: máximo

\*diferença padronizada;

\*\**Wilcoxon-Mann-Whitney Test*

## DISCUSSÃO

Os parâmetros da medida do equilíbrio na postura estática demonstraram a ausência de uma tendência de direcionalidade de oscilação nos grupos com e sem a DP. O grupo com DP apresentou uma distância (deslocamento do centro de equilíbrio) média maior e oscilou mais em relação ao grupo controle e a velocidade instantânea média também foi maior no grupo DP.

É possível que os prejuízos do controle da estabilidade postural sejam iniciados com o surgimento da DP, porém, mecanismos compensatórios possam minimizar as repercussões dessas alterações nessas fases iniciais da doença (132). Os achados sobre o equilíbrio na postura estática na DP ainda são contraditórios (126). Alguns autores encontraram que a maioria dos parâmetros estabilométricos para o equilíbrio na postura estática investigada pela posturografia apresentou comportamento parecido entre os grupos com DP e sem a doença (128,129), enquanto outros autores encontraram diferenças nos parâmetros do equilíbrio investigados usando a plataforma de força (PF) entre esses grupos (65,131,150), no que se refere ao raio, à velocidade de deslocamento (65) e a área de oscilação (65,133). Foi identificado, ainda, que algumas variáveis do centro de pressão foram menores no grupo DP em comparação com o controle, justificado pela presença da rigidez como um fator controlador do equilíbrio (127). Talvez as metodologias diferentes empregadas e a variedade de sintomas motores da doença de Parkinson expliquem a discordância dos achados.

Não foram encontrados, na literatura, dados sobre tendência direcional angular para o equilíbrio estático em pacientes com DP, como os analisados e descritos nesse presente estudo para comparação dos dados.

Complementando a informação anterior, segundo Terroz et. al, 2008, apesar de não ter sido utilizadas medidas angulares para descrever as oscilações posturais em indivíduos idosos e com DP na condição estática, eles não encontraram diferenças entre esses grupos no que se diz respeito ao mecanismo de controle postural nessa condição com os pés posicionados, um ao lado do outro e, segundo eles, o mecanismo postural do movimento ântero-posterior (AP) é regulado principalmente pela articulação do tornozelo e o médio-lateral (ML) tanto pela articulação do quadril como pelo tornozelo, com menor proporção (127).

Mesmo adotando estratégias de mecanismos posturais semelhantes para a direção AP e ML (127) e, apesar de não ter sido encontrada tendência direcional de oscilação na presente pesquisa, foi reportada, na literatura, uma maior oscilação para ambas as direções, AP e ML, em indivíduos com DP avaliados pela PF, quando comparados ao grupo-controle (132), sendo que a maior oscilação na direção ML, apresentou uma maior correlação com risco de quedas (133,134), sugerindo a possibilidade de que as mudanças na direção ML sejam uma consequência do maior uso da estratégia do quadril ao invés da estratégia postural do tornozelo (134). Segundo Blaszczyk et al., 2007, através de uma análise com a PF, foi observada uma tendência a um deslocamento maior no sentido anterior na DP, quando avaliado o equilíbrio na postura estática, talvez pelo mecanismo de compensação postural devido à postura anteriorizada (133).

Segundo Ickenstein et al., 2012, mudanças no parâmetro posturográfico raio médio (2,831 cm) para o equilíbrio na postura estática foram descritas, quando comparados os grupos com e sem DP (65), corroborando com os achados desta pesquisa quando comparado esse resultado ao grupo-controle (d de Cohen 1,2;  $p < 0,05$ ). Como os instrumentos e métodos de avaliação utilizados para esse parâmetro foram diferentes deste estudo deve-se ter cautela com as comparações entre esses resultados. O valor médio do raio nos pacientes com DP nesta pesquisa foi de 1,37 cm e isso indica a distância média que o grupo se deslocou do ponto central (ponto de equilíbrio). Segundo Moreira et al., 2007, a DP leva à perda de reflexos posturais e dificuldade de manter seu centro de massa dentro dos limites da base de sustentação (135) aumentando o risco para quedas (109). Porém, não foi encontrado, na literatura, um valor de ponto de corte em relação ao deslocamento que seja sugestivo de risco para quedas nessa população investigada.

A quantidade de balanço postural sobre a base de apoio que um sujeito pode tolerar sem

cair ou ter que dar um passo é o limite de estabilidade e, se essa oscilação postural é grande o suficiente e excede esse limite, ele estará em risco de queda. Dessa forma, a oscilação postural pode ser uma boa medida para avaliar a instabilidade postural e o risco para quedas em indivíduos com DP (130). No presente estudo, além de os pacientes com DP apresentarem diferenças na distância (deslocamento) média entre os grupos, foi identificado que eles apresentaram uma variabilidade maior de oscilação em torno do eixo, comparados aos indivíduos do grupo-controle ( $d$  de Cohen 1,1;  $p < 0,05$ ). Apoiando os achados anteriores, segundo Ickenstein et al., 2012, foi identificada uma oscilação maior nos indivíduos com DP, na avaliação do equilíbrio na postura estática, em relação ao grupo de idosos ( $p = 0,003$ ) e jovens ( $p = 0,0005$ ) (65), bem como, uma maior tendência de oscilação corporal em 14 indivíduos com DP quando comparados ao grupo sem a doença (128). De acordo com Frenklach et al., 2009, em seu estudo com 102 indivíduos com DP, 18 deles em estágio inicial e nunca tratados com medicamentos, todos na fase *off*, diferentemente dos estudos citados anteriormente, indicaram que, em condições estáticas, o aumento da oscilação do centro de gravidade medido pela PF só esteve presente com o aumento da gravidade da doença e sem surgimento de quedas.

No presente estudo a mediana da velocidade instantânea média indicou diferença entre os grupos com e sem a DP ( $p < 0,05$ ), porém com tamanho de efeito pequeno ( $r = 0,45$ ). A avaliação da velocidade média utilizando a PF foi observado por Ickenstein et al., 2012. Na comparação entre os grupos DP (2,01 cm/s) e idosos (1,30 cm/s), não houve diferença ( $p = 0,177$ ), mas, na comparação entre DP e jovens (0,97 cm/s), apresentou ( $p = 0,0005$ ). Alguns outros autores não encontraram diferenças importantes da velocidade média de deslocamento do centro de pressão, obtida por PF, entre os grupos (128,129). É possível que as mudanças na velocidade instantânea média tenham sido influenciada pelo tremor.

Todos pacientes da presente pesquisa estavam medicados com levodopa e apresentaram mudanças em alguns parâmetros cinemáticos (deslocamento, oscilação e velocidade) em relação ao grupo-controle. Apesar de a levodopa permitir uma maior liberdade de movimento, diminuição da rigidez e do tremor (148), o seu papel no controle postural segundo Beuter et al., 2008, é incerto. Apesar de esses autores terem encontrado resposta positiva no controle postural para a DP (150), foram sinalizados, na literatura, resultados contrários a essa afirmação (124,136,151,152), sendo possível que o seu uso prolongado esteja associado ao risco de quedas devido à presença de discinesias e flutuações (126). Porém, é válido destacar que outros fatores podem contribuir para a instabilidade postural na DP com repercussões diferentes para cada indivíduo, como: a presença de redução de força muscular (119), uma falta de controle entre músculos agonistas e antagonistas (45,58), alterações posturais, rigidez (137) e tremor postural

(119).

De acordo com Horak et al., 1992, indivíduos com DP apresentam limitada capacidade de modificar e adaptar as respostas posturais perante modificações ambientais fazendo com que oscilem mais por utilizarem estratégias complexas de controle postural. Diante de exigências ambientais, essa tendência a quedas é observada, principalmente, na avaliação do equilíbrio em situações dinâmicas, visto que, envolve mais sistemas e estratégias de movimentos complexas e isso pode estar relacionado também com os mecanismos patofisiológicos do equilíbrio na DP.

Ao se investigar o equilíbrio em condições dinâmicas durante a avaliação multidirecional em uma plataforma de força, foi observado que os indivíduos com DP tiveram um maior risco para quedas na direção posterior e lateral, visto que as margens de estabilidade foram menores nessas direções (175). Segundo Bloem, et al., 1992, os indivíduos com DP apresentam respostas posturais inadequadas frente a perturbações, provocando uma falta de padrão ascendente de ativação muscular e uma falta de coativação entre músculos agonistas e antagonistas com aumento de rigidez nas articulações que propicia o risco para quedas, além da deficiência de ativação de movimentos compensatórios e retardo das respostas posturais (136).

Nesta pesquisa, foi possível identificar mudanças nos parâmetros cinemáticos deslocamento, oscilação e velocidade instantânea média, comparando o grupo DP ao grupo-controle, mesmo em condições iniciais da doença e com os pacientes medicados. De acordo com O'Sullivan e Schmitz, 2004, o desequilíbrio geralmente surge com a progressão da doença e, muitas vezes, não se manifesta precocemente (119), porém, Beuter et al, 2008 e Chastan et al., 2008, encontraram alterações já nos estágios precoces da doença, assim como o presente estudo.

A variedade de manifestações motoras, incluindo o tremor, o início e tempo de diagnóstico, tempo de uso da levodopa, a gravidade da doença e a realização de outras terapias de reabilitação são sugeridos como possíveis influências nos achados sobre o equilíbrio na postura estática na DP da pesquisa atual. É possível que a diferença da média de idade entre os grupos (DP e sem DP) possa influenciar nas mudanças encontradas nos parâmetros do equilíbrio referentes ao deslocamento, oscilação e velocidade, devido aos aspectos relacionados ao envelhecimento, porém não teve impacto na tendência à direcionalidade, visto que, os grupos comportam-se de forma semelhante para esse parâmetro. Segundo Alondo et al., 2012, não foram observadas diferenças na posturografia, conforme o gênero, exceto para o deslocamento lateral e para a velocidade de oscilação, sendo maior em mulheres (176). De acordo com Bonkoff et al, 2006, não houve impacto na estabilidade postural segundo o sexo e, por isso, é

possível que a diferença do sexo entre os grupos na presente pesquisa não tenha influenciado nos resultados. Os grupos foram homogêneos em relação ao IMC e é citado na literatura que, em condições de medições do equilíbrio em superfície estável, o sobrepeso não influencia na estabilidade postural (177,178).

## **CONCLUSÃO**

De acordo com os resultados dos parâmetros cinemáticos do equilíbrio, não houve uma tendência de direcionalidade angular de oscilação em ambos os grupos avaliados, sendo que o grupo com DP apresentou uma maior distância (deslocamento) média e oscilou mais e a velocidade média foi maior do que o grupo controle. Em vista de o movimento de oscilação que ocorre para a manutenção da postura ter caráter circular, é possível sinalizar sobre a importância em investigar o equilíbrio nessa perspectiva de análise, adotada na metodologia deste trabalho.

Diante disso, sugere-se que a avaliação do equilíbrio na postura estática seja priorizada nos pacientes com DP com o intuito de estabelecer um diagnóstico funcional, acompanhar a evolução da doença, bem como, favorecer na instituição de programas de reabilitação terapêutica, respeitando as características individuais dos pacientes com a finalidade de manter e preservar a independência e a funcionalidade.



## 4.2 ARTIGO 2

### COMPARATIVO DOS PARÂMETROS DO EQUILÍBRIO NA POSTURA ESTÁTICA DE ACORDO COM A GRAVIDADE DA DOENÇA DE PARKINSON

Juliana Leal de Oliveira<sup>1\*</sup>, Carlos Maurício Cardeal Mendes<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Mestre e Doutoranda em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas, Instituto de Ciências da Saúde (ICS-UFBA);* <sup>2</sup> *Doutor em Saúde Coletiva, pela Universidade Federal da Bahia, Professor da Pós-Graduação em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas, Instituto de Ciências da Saúde/UFBA;* <sup>3</sup> *Doutor em neurologia/neurociências pela Universidade Federal de São Paulo, Professor da Pós-Graduação em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas, Instituto de Ciências da Saúde/UFBA.*

#### Resumo:

**Introdução:** o prejuízo no equilíbrio postural é uma desordem motora que pode ocorrer na doença de Parkinson (DP), doença considerada crônica com redução da dopamina na substância negra do Sistema Nervoso Central (SNC), gerando repercussões motoras diversas. **Objetivo:** comparar os parâmetros cinemáticos do equilíbrio na postura estática de acordo com o grau de estadiamento da doença dada pelo escala de Hoehn e Yahr (H&Y) modificada. **Metodologia:** estudo híbrido realizado com 52 pacientes com DP, classificados pela escala H&Y modificada até o estágio 3. A avaliação do equilíbrio na postura estática foi realizada através de filmagens do movimento da cabeça para obter os parâmetros cinemáticos do equilíbrio e analisados pelo CvMob. **Resultados:** não houve diferença entre os ângulos médios ( $p = 0,142$ ), na concentração angular ( $\rho$ ) indicando uma ausência de tendência à direcionalidade entre os estágios ( $p=0,602$ ). Não foram encontradas diferenças no deslocamento médio ( $\eta^2 = 0,117$ ;  $p=0,11$ ) e na oscilação ( $r = 0,98$ ;  $p=0,07$ ), de acordo com os estágios da DP. Já a velocidade média apresentou diferenças ( $r = 1,44$ ;  $p = 0,01$ ) com o aumento da gravidade. **Conclusão:** não houve tendência de direcionalidade e nem diferenças no deslocamento médio e na oscilação de acordo com a gravidade da doença, exceto para o parâmetro velocidade instantânea média.

---

Correspondente/Corresponding: \*Juliana Leal de Oliveira. End. Rua Luís de Camões, Ed. Camões, nº. 101.Vila Laura. Salvador-Ba. CEP: 40270-090. Tel (71) 99960-2554. email [jlealfisio@yahoo.com.br](mailto:jlealfisio@yahoo.com.br).

**Palavras-chave:** equilíbrio postural, cinemática, doença de Parkinson, Software.

## INTRODUÇÃO

A doença de Parkinson (DP) é uma condição neurológica crônica, considerada uma desordem motora, causada pela redução de dopamina, neurotransmissor importante para o controle dos movimentos, com perda progressiva de neurônios na substância negra do Sistema Nervoso Central (SNC) e, em consequência disso, há o surgimento de alterações motoras diversas (10), dentre elas a rigidez, a bradicinesia, o tremor (100) e a instabilidade postural (65,130).

O equilíbrio postural é definido como a capacidade de manter o corpo dentro dos limites da base de sustentação (38), sendo uma tarefa complexa que envolve processamento de nível superior, além da integração sensório-motora, fatores cognitivos e experiências prévias do sujeito (37). Portanto, alterações em algum dos sistemas envolvidos no controle postural podem levar a instabilidade postural e limitações funcionais (9), aumentando o surgimento de quedas na DP (38).

Os resultados sobre as alterações do equilíbrio na postura estática na DP são contraditórios. Alguns autores encontraram diferenças nessa avaliação em comparação com o grupo controle (65,130,131,150) e outros autores não encontraram (128,129). Isso, talvez, isso possa ser justificado pela gravidade da doença (129).

A escala de estadiamento da DP, Hoehn e Yahr (H&Y) modificada, é usada na prática clínica para indicar o estado geral de saúde do paciente e sua gravidade, sendo que, quanto maior sua pontuação maior a gravidade da doença (165). Esse instrumento apresenta medidas globais de sinais e sintomas, como, instabilidade postural, tremor, rigidez e bradicinesia que permitem classificar o indivíduo quanto ao nível de incapacidade. Os estudos envolvendo o equilíbrio na DP incluem pacientes nos estágios de 1 a 3 de gravidade identificados pela escala de H&Y modificada (65,134,169), provavelmente, justificado pelo fato desses pacientes, nessa classificação, conseguirem se manter na posição ortostática. A partir do estágio 3, o indivíduo é classificado como tendo instabilidade postural pelo teste do empurrão (165).

As alterações do equilíbrio na postura estática foram associadas a gravidade da DP (130), bem como a piora da funcionalidade (146), mas alguns autores também encontraram déficit do equilíbrio já nas fases iniciais da doença (131,150). Os estágios iniciais podem ser marcados pela completa funcionalidade, presença de tremor e rigidez unilateral; em estágios intermediários ocorre a evolução para a bilateralidade associada a bradicinesia, alterações

posturais e distúrbios da marcha e, no estágio tardio, os pacientes com DP tornam-se dependentes funcionais (145).

Na literatura, há diversos instrumentos (6,9,19–21,23,29) e parâmetros cinéticos e cinemáticos que avaliam o equilíbrio postural (23,65,128,129), mostrando a importância desse conhecimento para identificar mudanças na condição postural, mesmo nos estágios iniciais da doença (150), o que favorece a instituição de propostas terapêuticas buscando melhoras funcionais dos sujeitos avaliados (17,90). O CvMob é um *software* livre que funciona como uma ferramenta para medir o movimento humano por meio de filmagens e origina dados cinemáticos, como trajetórias do deslocamento no eixo ântero-posterior (eixo y) e no eixo medio-lateral (eixo x) em metros, velocidade instantânea do movimento total e no eixo x e y (m/s) e aceleração do movimento ( $m/s^2$ ) (<https://www.cvmob.ufba.br>). Esse instrumento já foi utilizado em um estudo prévio para avaliação do equilíbrio na postura estática utilizando dados cinemáticos por meio do movimento da cabeça (23).

Sabendo-se que a doença de Parkinson pode levar ao surgimento de instabilidade postural e prejuízos funcionais podendo estar relacionado à gravidade da doença, além do fato de que poucas descrições são encontradas na literatura sobre esse assunto, diante disso, objetivou-se com o presente trabalho comparar os parâmetros cinemáticos do equilíbrio na postura estática de acordo com a gravidade da doença obtida pela escala de Hoehn e Yahr (H&Y) modificada.

## **METODOLOGIA**

O presente estudo foi do tipo híbrido em que uma parte foi constituída de dados prospectivos, na qual foram obtidas medidas cinemáticas no tempo para cada indivíduo e outra parte, seccional, quando foram mensurados aspectos demográficos e clínicos em apenas um momento no tempo. Esta pesquisa foi desenvolvida no serviço de neurologia do Hospital Universitário Professor Edgar Santos/Universidade Federal da Bahia (HUPES/UFBA), no período de fevereiro a agosto de 2018, por uma amostra de conveniência, totalizando 52 pacientes com diagnóstico da doença de Parkinson.

Participaram desta pesquisa indivíduos de ambos os sexos, com idade superior a 18 anos, diagnosticados com a DP, todos medicados com levodopa, no estado *on* da medicação durante a avaliação, com capacidade para se manterem na postura ortostática por, no mínimo, um minuto sem suporte e deveriam ter classificação até o estágio 3 na escala modificada de Hoehn e Yahr.

Os critérios de não inclusão foram para aqueles indivíduos que tinham *déficit* de cognição, deficiência visual, problemas vestibulares, uso de medicamentos prescritos para distúrbios do equilíbrio, uso de endopróteses de quadril e joelho, doença osteomuscular que inviabilizasse a realização das atividades propostas, os que não aceitassem participar da pesquisa e, portanto, não assinassem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

O Miniexame do Estado Mental (MEEM) foi aplicado previamente para rastrear a presença de *déficit* cognitivo (161) e a fim de caracterizar a amostra, foi realizada uma entrevista para coleta de dados clínicos e demográficos com todos os participantes e posterior aplicação da escala modificada de H&Y. A escala de estadiamento da doença H&Y modificada vai do estágio 0 ao 5: 0 (ausência de sintomas); 1 (doença unilateral); 1,5 (envolvimento unilateral axial); 2 (doença bilateral sem *déficit* de equilíbrio); 2,5 (doença bilateral leve, com recuperação no teste do empurrão); 3 (doença bilateral leve a moderada; alguma instabilidade postural; capacidade para viver independente); 4 (incapacidade grave, ainda capaz de caminhar ou permanecer de pé sem ajuda) e 5 (confinado à cama ou cadeira de rodas a não ser que receba ajuda) (165).

A obtenção dos parâmetros da medida do equilíbrio foi feita através da avaliação da captura de imagens por meio de filmagens em que o movimento da cabeça foi gravado com o uso de uma câmera GO PRO HERO 4 BLACK EDITION com uma resolução temporal de 29 frames por segundo, em uma sala iluminada adequadamente com luz de LED.

Para a avaliação do equilíbrio na postura estática, o paciente foi instruído a permanecer em apoio bipodal com os pés paralelos, os braços ao longo do corpo e com os olhos abertos fixados em um ponto amarelo posicionado na altura dos olhos distante cerca de 1,5 metros do sujeito, durante um minuto, de acordo com protocolos já descritos na literatura (166,167). Três avaliações foram realizadas em todos os participantes e apenas a terceira medida foi utilizada para análise dos dados. A escolha da última medida é justificada pelo aprendizado do teste.

As filmagens foram analisadas no *software* CvMob, na versão 3.6, em que um arquivo foi gerado para cada paciente com as medidas das trajetórias no eixo x (médio-lateral) e y (ântero-posterior), dada em metros (m); velocidade instantânea no eixo x e y (m/s) e, posteriormente, essas medidas dadas em um plano cartesiano foram transformadas para coordenadas polares utilizando uma estatística circular e convertidas para cm e cm/s. Portanto, os parâmetros descritos para a avaliação do equilíbrio foram: ângulo médio (graus) indicando a direção, concentração angular  $\rho$  (rho), distância (deslocamento) média ou raio médio (r) em cm e velocidade instantânea média (cm/s) da oscilação.

Como o estadiamento da doença dada pela escala de H&Y é caracterizado em mais de dois níveis (estágios), para a avaliação da sua associação do estadiamento com os parâmetros circulares, ângulo  $\theta$  (*teta*) e concentração angular  $\rho$  (*rho*), realizou-se análise de variância circular ao passo que se empregou análise de variância linear de uma via para a avaliação da associação do estadiamento com os parâmetros lineares (distância média, desvio-padrão médio da distância média, velocidade média e desvio-padrão da velocidade média) e, para o cálculo do tamanho do efeito do estadiamento, obteve-se o  $\eta^2$  (*eta squared*). Por meio do teste de Bartlett averigou-se o pressuposto de homogeneidade de variâncias para a assunção da análise de variância linear. No caso do não atendimento do pressuposto citado realizou-se análise de variância não paramétrica através do teste de *Kruskal-Wallis* e do teste *U de Mann-Whitney* para comparações múltiplas (*post hoc*), calculando-se a diferença padronizada não paramétrica a partir da fórmula de Rosenthal (173)  $r = \frac{Z}{\sqrt{n}}$ . Para análise de variância circular, foi utilizado o teste de *Rayleigh* para se avaliar a hipótese de uniformidade da distribuição dos ângulos, como pressuposto. O nível de significância adotado foi de 5% em todas as análises. As análises foram realizadas no R versão 3.5 (174).

Esta pesquisa foi aprovada sob o protocolo número 801.670 pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Bahia-Brasil.

## RESULTADOS

Na Tabela 1, estão descritas as características clínico-demográficas dos 52 pacientes do estudo com diagnóstico da doença de Parkinson sendo a maioria do sexo masculino, 34 (65,4%), com idade, em média (desvio-padrão), considerados idosos, 62,7 (8,2) anos, sobrepeso, predominantemente, com índice médio de massa corpórea (IMC) de 25,7 (3,1) kg/m<sup>2</sup>. A idade média (desvio-padrão) do diagnóstico foi de 55,2 (7,9) anos e o tempo médio do diagnóstico foi de 7,6 (4,5) anos. A maioria (78,9%) dos pacientes foi classificada até o estágio 2 pela escala de H&Y modificada, estando todos sob uso da levodopa. Apenas 12 (23,1%) participantes praticavam atividade física e 29 (55,8%), faziam fisioterapia (Tabela 1).

**Tabela 1-** Características clínico-demográficas dos 52 indivíduos com diagnóstico da doença de Parkinson.

<b>VARIÁVEIS</b>	<b>n (%)</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio-padrão</b>
<b>Sexo</b>			
Masculino	34 (65,4)	-	-
Feminino	18 (34,6)	-	-
<b>Idade (anos)</b>	-	62,7	8,2
<b>IMC</b>	-	25,7	3,1
<b>Idade do diagnóstico (anos)</b>	-	55,2	7,9
<b>Tempo de diagnóstico (anos)</b>	-	7,6	4,5
<b>Escala H&amp;Y (%)</b>			
Estágio 0	0 (0)	-	-
Estágio 1	17 (32,7)	-	-
Estágio 1,5	0 (0)	-	-
Estágio 2	24 (46,2)	-	-
Estágio 2,5	5 (9,6)	-	-
Estágio 3	6 (11,5)	-	-
<b>Uso de medicamento</b>			
Uso de Levodopa	52 (100%)	-	-
<b>Atividade Física</b>	12 (23,1)	-	-
<b>Fisioterapia</b>	29 (55,8)	-	-

IMC: índice de massa corpórea; H&Y: Escala Hoehn e Yahr.

Como se observa na Tabela 2, de acordo com os resultados dos testes de *Rayleigh* para cada estágio, os ângulos se distribuíram-se uniformemente em torno do centro, demonstrando não haver tendências direcionais para cada estágio. Também não houve diferença entre os ângulos médios segundo os estágios ( $p = 0,142$ ) e, por fim, observa-se que os parâmetros de concentração angular possuem valores pequenos, indicando a variabilidade da distribuição dos ângulos médios, confirmando assim, a ausência de tendência ou de diferença dos ângulos médios, segundo o estadiamento da doença ( $p=0,602$ ).

**Tabela 2-** Ângulos médios e concentrações angulares médias dos 52 indivíduos com DP de acordo com o estadiamento da doença de Parkinson.

Estágio Hoehn e Yahr	n	Ângulo médio ( graus)	p**	rho	p***
Estágio 0	0	-	-	-	-
Estágio 1	17	265,8	0,55	0,18	-
Estágio 1,5	0	-	-	-	-
Estágio 2	24	225,1	0,99	0,01	-
Estágio 2,5	5	184,5	0,98	0,05	-
Estágio 3	6	175,2	0,37	0,41	-
Comparação dos estágios	52	-	0,142*		0,602

\*Análise de variância circular;

\*\*Rayleigh test;

\*\*\*Equal kappa test.

A Tabela 3 apresenta os dados das distâncias médias, em centímetros, de acordo com o grau de estadiamento da doença de Parkinson pela H&Y modificada. Observa-se que não houve diferença relevante nos deslocamentos médios de acordo com o estadiamento ( $\eta^2= 0,117$ ;  $p=0,11$ ).

**Tabela 3-** Distância (deslocamento) média (cm) do centro do equilíbrio dos 52 pacientes de acordo com o estadiamento da doença de Parkinson.

Estágio Hoehn e Yahr	n	Distância média (cm)			
		Média	DP	Mín	Máx
Estágio 0	0	-	-	-	-
Estágio 1	17	1,31	0,50	0,70	2,58
Estágio 1,5	0	-	-	-	-
Estágio 2	24	1,26	0,45	0,63	2,41
Estágio 2,5	5	1,61	0,84	0,75	2,89
Estágio 3	6	1,80	0,64	0,95	2,58

DP: Desvio-padrão; Mín: mínimo; Máx: máximo.

\*Teste de Bartlett:  $p=0,28$

\*\* Diferença padronizada calculada a partir da ANOVA ( $\eta^2 = 0,117$ ).

\*\*\*Anova ( $p = 0,11$ ).

De acordo com a Tabela 4, observa-se que, embora houvesse uma diferença padronizada na variabilidade (oscilação) de acordo com o estadiamento ( $r= 0,98$ ), houve uma probabilidade grande de o acaso explicar tal diferença ( $p=0,07$ ).

**Tabela 4** - Desvio-padrão médio da distância média (cm) do centro de equilíbrio (oscilação) dos 52 pacientes com DP de acordo com o estadiamento da doença de Parkinson.

Estágio Hoehn e Yahr	Desvio padrão médio da distância média (cm)			
	N	Md (IIQ)	Min	Máx
Estágio 0	0	-	-	-
Estágio 1	17	0,7 (0,3)	0,4	1,3
Estágio 1,5	0	-	-	-
Estágio 2	24	0,7 (0,3)	0,3	1,1
Estágio 2,5	5	0,8 (0,6)	0,3	1,4
Estágio 3	6	1,0 (0,4)	0,5	1,7

Md: mediana; IIQ: intervalo interquartilico; Mín: mínimo; Máx: máximo;

\* Teste de *Bartlett* ( $p=0,04$ );

\*\* Teste de *kruskal* ( $p=0,07$ );

\*\*\*diferença padronizada global ( $r=0,98$ ).

Observa-se na Tabela 5 que houve uma diferença padronizada relevante na velocidade instantânea média do deslocamento em torno do centro de equilíbrio de acordo com o estadiamento ( $r = 1,44$ ;  $p = 0,01$ ). Nota-se que, à medida que o estadiamento aumenta, a velocidade média instantânea de deslocamento também aumenta, sugerindo uma tendência. Entretanto, essa tendência não se mantém quando os valores são padronizados e comparados 2 a 2 após a anova não paramétrica (Tabela 6).

**Tabela 5** - Velocidade instantânea média ( $\text{cm/s}^2$ ) do deslocamento em torno do centro de equilíbrio dos 52 pacientes de acordo com o estadiamento da doença de Parkinson.

Estágio Hoehn e Yahr	Velocidade instantânea média ( $\text{cm/s}^2$ )			
	n	Md (IIQ)	Min	Máx
Estágio 0	0	-	-	-
Estágio 1	17	0,7 (0,5)	0,5	3,1
Estágio 1,5	0	-	-	-
Estágio 2	24	1,0 (0,6)	0,5	5,0
Estágio 2,5	5	1,3 (0,1)	0,6	1,4
Estágio 3	6	1,4 (0,6)	0,6	6,3

Md: mediana; IIQ: intervalo interquartilico; Mín: mínimo; Máx: máximo;

\* Teste de *Bartlett* ( $p<0,05$ );

\*\* Teste de *kruskal* ( $p=0,01$ );

\*\*\*diferença padronizada global ( $r=1,44$ ).



**Tabela 6** – Comparação 2 a 2 das velocidades instantâneas médias (cm/s<sup>2</sup>) do deslocamento em torno do centro de equilíbrio dos 52 pacientes de acordo com o estadiamento da doença de Parkinson.

Escala Hoehn e Yahr	Velocidade instantânea média (cm/s <sup>2</sup> )		
	n	r*	p*
Estágio 1 e 2	41	0,38	0,01
Estágio 1 e 2,5	22	0,44	0,03
Estágio 1 e 3	23	0,48	0,02
Estágio 2 e 2,5	29	0,18	0,35
Estágio 2 e 3	30	0,25	0,19
Estágio 2,5 e 3	11	0,11	0,79

\*r: diferença padronizada;

\*\**Wilcox test*.

Segundo a Tabela 7, nota-se que houve uma diferença padronizada relevante na variabilidade da velocidade instantânea média do deslocamento em torno do centro de equilíbrio de acordo com o estadiamento ( $r = 1,88$ ;  $p = 0,004$ ), sugerindo que ele interfere, além do acaso, na oscilação da velocidade instantânea média nos pacientes com Parkinson. Entretanto, essa tendência não se mantém quando os valores são padronizados e comparados 2 a 2 após a anova não paramétrica, embora em relação ao estágio 1, houve diferença da velocidade instantânea média para os demais estágios (Tabela 8).

**Tabela 7-** Variabilidade da velocidade instantânea média (cm/s<sup>2</sup>) do deslocamento em torno do centro de equilíbrio dos 52 pacientes de acordo com o estadiamento da doença de Parkinson.

Estágio Hoehn e Yahr	Desvio-padrão médio da velocidade instantânea média (cm/s <sup>2</sup> )			
	N	Md (IIQ)	Min	Máx
Estágio 0	0	-	-	-
Estágio 1	17	0,4 (0,2)	0,3	1,5
Estágio 1,5	0	-	-	-
Estágio 2	24	0,6 (0,4)	0,3	2,8
Estágio 2,5	5	1,0 (0,3)	0,4	1,6
Estágio 3	6	0,8 (0,3)	0,3	3,4

Md: mediana; IIQ: intervalo interquartílico; Min: mínimo; Máx: máximo;

\* Teste de *Bartlett* ( $p < 0,05$ );

\*\* Teste de *kruskal* ( $p < 0,05$ );

\*\*\*diferença padronizada global ( $r = 1,88$ ).

**Tabela 8** – Comparação 2 a 2 da variabilidade das velocidades instantâneas médias (cm/s<sup>2</sup>) do deslocamento em torno do centro de equilíbrio dos 52 pacientes de acordo com o estadiamento da doença de Parkinson.

Escala Hoehn e Yahr	Desvio-padrão médio da velocidade instantânea média (cm/s <sup>2</sup> )		
	n	r*	p*
Estágio 1 e 2	41	0,41	0,008
Estágio 1 e 2,5	22	0,51	0,015
Estágio 1 e 3	23	0,51	0,013
Estágio 2 e 2,5	29	0,32	0,08
Estágio 2 e 3	30	0,28	0,13
Estágio 2,5 e 3	11	0,22	0,54

\*r: diferença padronizada;

\*\**Wilcox test.*

## DISCUSSÃO

Nesta pesquisa, a avaliação do equilíbrio na postura estática nos pacientes com doença de Parkinson por meio de parâmetros cinemáticos do movimento, nessa pesquisa, não indicou uma tendência à direcionalidade na oscilação da cabeça, bem como não foram evidenciadas mudanças das distâncias (deslocamento) médias e da oscilação do deslocamento do centro de equilíbrio de acordo com os estágios de gravidade da doença. Apenas o parâmetro cinemático velocidade instantânea média apresentou mudanças nos diferentes estadiamentos obtidos pela escala de H&Y modificada.

Na literatura, há poucos relatos sobre a comparação do comportamento do equilíbrio na postura estática nos pacientes com DP comparando os estágios de gravidade da doença. Os estudos, geralmente, avaliam toda a população (estágio 1 a 3 pela H&Y)(126). As dificuldades posturais são diferentes durante a evolução, assim como, em cada estágio da DP (126). Não foram encontradas descrições, na literatura, sobre tendência direcional angular para o equilíbrio na postura estática conforme o aumento da gravidade na DP, tal como foram analisados neste estudo. Segundo Blaszczyk et al., 2007, apesar de não terem usado medidas angulares e o instrumento utilizado ter sido diferente da presente pesquisa, observaram, pela plataforma de força (PF), uma maior oscilação na direção mediolateral (ML) de acordo com a gravidade da doença, obtida pela classificação da escala H&Y ( $p < 0,02$ ). Uma maior oscilação lateral sugere uma necessidade de usar mais a ação do quadril e tronco (134) com aumento da ativação muscular de adutores e abdutores do quadril (34) e maior recrutamento de grupos musculares

para se manterem na postura ortostática (45).

Na análise do parâmetro cinemático distância (deslocamento do centro do equilíbrio) média, neste estudo, não foram observadas diferenças importantes de acordo com o estadiamento na DP obtidos pela H&Y modificada ( $\eta^2= 0,117$ ;  $p=0,11$ ). Contrariamente aos resultados anteriores, os 55 indivíduos avaliados com DP, na sua maioria classificados no estágio 2 da escala H&Y e medicados, semelhante as características da amostra desta pesquisa atual, porém avaliados pela PF, além de terem direcionado mais para o sentido ML, o comprimento de oscilação para essa direção foi maior conforme a piora da gravidade da doença, de acordo com a escala de H&Y ( $p<0,05$ ) (133).

Segundo Frenklach et al., 2009, a oscilação postural pode ser uma boa medida para avaliar a instabilidade postural e o risco de queda em indivíduos com DP, porém, uma oscilação postural pequena foi encontrada nos pacientes com DP, neste presente estudo, quando avaliados conforme os estágios da doença ( $r= 0,98$ ;  $p=0,07$ ). Alguns trabalhos mostraram alterações de parâmetros do equilíbrio na postura estática na DP com o aumento da gravidade da doença (130,131,150) e, de acordo com isso, seria esperado, no presente estudo, que essas alterações também tivessem se manifestado na maioria dos parâmetros investigados de acordo com os estágios da DP. Segundo O'Sullivan e Schmitz, 2004, nos estágios iniciais da DP, os indivíduos são considerados mais funcionais e independentes com repercussões motoras menores. A maioria dos pacientes desta pesquisa encontra-se na fase inicial da doença (78,9%), classificada pela escala de H&Y modificada, portanto, talvez esse fato influencie nos resultados encontrados. E de acordo com Chastan, et al., 2008, eles encontraram que os prejuízos do equilíbrio são indentificados já nos estágios iniciais da doença e pioram com o aumento da gravidade, quando comparados ao grupo controle (133), porém eles não avaliaram as mudanças dentro dos estágios.

Frenklach et al., 2009 encontraram que os indivíduos com DP oscilaram mais na avaliação do equilíbrio na postura estática, conforme o estadiamento da doença, em uma condição na qual 102 indivíduos com Parkinson avaliados (18 deles nunca tratados, na fase inicial da doença) estavam sem uso da medicação. O aumento da oscilação medido pela PF só esteve presente com o aumento da gravidade da doença sem aparecimento de quedas, porém, a avaliação da gravidade não foi feita utilizando a escala de H&Y (130).

A idade média de diagnóstico dos pacientes deste estudo foi de 55,2 anos e o tempo de diagnóstico em torno de 7,6 anos. Sabendo-se que as manifestações motoras surgem a partir dos cinco anos de diagnóstico (119) e a evolução dos sintomas é mais lenta quando a

confirmação da doença acontece em uma idade mais precoce (101), esses fatores também poderiam contribuir para os achados do presente estudo.

A velocidade instantânea média foi o único parâmetro do equilíbrio na postura estática avaliado nesta pesquisa que demonstrou diferenças entre os estágios da doença, mostrando uma tendência de aumento da velocidade instantânea média com o aumento da gravidade dada pela escala H&Y modificada. Além disso, a oscilação dessa velocidade também aumentou, indicando uma maior variabilidade conforme o aumento da gravidade nos estágios da doença. Talvez, isso possa ser justificado pela presença do tremor perceptível na análise quantitativa, bem como, discinesias decorrentes do uso da levodopa. Porém, ao se comparar os estágios da doença 2 a 2, um maior efeito foi observado quando comparado os estágios menores com os maiores (estágios 1 e 2; estágios 1 e 2,5 e estágios 1 e 3) e não foi observada essa tendência, quando comparados os estágios maiores, entre eles (estágio 2 e 2,5; estágios 2 e 3; estágios 2,5 e 3).

Sugere-se, diante do resultado obtido sobre o parâmetro cinemático velocidade instantânea média do presente estudo, que, na fase inicial da doença, as repercussões motoras sejam menores, conforme descrito na literatura (119,169) e, por isso, é possível justificar que os achados da presente pesquisa são mais evidentes quando comparados o estágio 1 com os estágios de maior gravidade. É importante sinalizar que todos os indivíduos participantes da presente pesquisa estavam medicados com levodopa e, apesar de seu papel no controle postural ser incerto (150), alguns autores não encontraram mudanças referentes ao seu uso sobre a instabilidade postural (124,136,151,152). O uso prolongado desse medicamento pode levar ao surgimento de discinesias e flutuações, susceptibilizando o risco para quedas, portanto, mesmo os pacientes estando medicados e a maioria se encontrar na fase inicial da doença, houve mudança do parâmetro cinemático velocidade instantânea média no presente estudo, conforme a gravidade da doença.

Segundo Tsutiya et al., 2015, utilizando-se uma análise descritiva, foi observada uma tendência de aumento da velocidade média do centro de pressão (CP) no estágio 3 da DP, bem como o que foi observado no presente estudo, embora fossem utilizados instrumentos de avaliação diferentes. Já de acordo com Miranda et al., 2009, não foram identificadas diferenças na velocidade do deslocamento CP obtidos pela PF em indivíduos com DP e um grupo idosos sem a doença, com maioria nos estágios 1 e 2. Esses autores não fizeram a comparações entre os estadiamentos da doença, visto que, a amostra era reduzida, sendo difícil estabelecê-las, mas sugerem uma probabilidade dos estágios 1 e 2 assemelharem-se às alterações somatosensoriais e musculoesqueléticas na comparação com indivíduos idosos, quando avaliado o equilíbrio na

postura estática (179).

Uma questão importante para ser sinalizada sobre a presente pesquisa é que 23,1% dos indivíduos com DP relataram praticar atividade física e 55,8% realizavam fisioterapia. Sabendo-se que a reabilitação por meio de exercícios na DP pode promover a melhora na performance motora e no equilíbrio e alinhamento postural (156,157), talvez, esse fator junto aos outros já descritos, possam também ter contribuído para a ausência de mudanças na maioria dos parâmetros cinemáticos da avaliação do equilíbrio na postura estática nessa presente pesquisa quando comparados os estágios da doença.

## **CONCLUSÃO**

Conclui-se que, ao avaliar os parâmetros cinemáticos do equilíbrio na postura estática, conforme a gravidade da doença, não foram encontradas diferenças para a tendência à direcionalidade do movimento, para a distância (deslocamento) média e para a oscilação do deslocamento que se comportaram de maneira semelhante entre os estágios. No parâmetro cinemático velocidade instantânea média houve diferença de acordo com a gravidade, indicando uma maior tendência a variabilidade de oscilação, quando comparado o estágio 1 com os demais estágios. Sugere-se que o fator gravidade da doença pode ter influenciado no aumento da velocidade instantânea média e que ocorreu, possivelmente, devido à presença do tremor na DP.

## 5 DISCUSSÃO GERAL DA TESE

Os parâmetros cinemáticos do equilíbrio na postura estática, descritos nos artigos, abordaram a comparação do comportamento dessas medidas entre o grupo com DP e GC (Artigo 1), e de acordo com os estágios de gravidade da DP obtidos pela escala de H&Y modificada (Artigo 2). Devido ao movimento da oscilação da cabeça tratar-se de um movimento circular, isto é, oscilar para todas as direções, foram usadas estatísticas circulares para as análises dos parâmetros do equilíbrio na postura estática e não foram encontrados dados na literatura sobre a utilização dessa forma de interpretação dos resultados obtidos nos Artigos 1 e 2 para comparações.

Os achados sobre o equilíbrio na postura estática na DP ainda são contraditórios (126). Alguns autores encontraram que a maioria dos parâmetros estabilométricos para o equilíbrio na postura estática apresentou comportamento parecido entre os grupos com DP e sem a doença (128,129), enquanto outros autores constataram diferenças nos parâmetros do equilíbrio investigados usando a plataforma de força (PF) entre esses grupos (65,131,150) e, ainda, foi identificado que alguns parâmetros do equilíbrio na postura estática foram menores no grupo DP em comparação com o GC, justificado pela presença da rigidez como um fator controlador do equilíbrio (127). Talvez as diferentes metodologias empregadas e a variedade de sintomas motores da doença de Parkinson justifiquem essa discordância dos resultados.

Com relação ao parâmetro do equilíbrio na postura estática, ângulo médio circular, comparando os grupos DP e sem DP, houveram diferenças nos seus valores médios angulares, porém, devido à grande variabilidade deles em torno do eixo do equilíbrio, não indicaram tendência à direcionalidade, confirmado, na comparação desses grupos, mostrando comportamento semelhante entre eles ( $p = 0,24$ ) (Artigo 1).

Apesar de não ter sido encontrado tendência à direcionalidade na presente pesquisa, foi reportada na literatura uma maior oscilação para a direção AP e ML na DP, avaliados pela PF, quando comparados esses indivíduos ao grupo-controle (132), sendo que a maior oscilação na direção ML apresentou correlação com risco de quedas (133,134) e maior associação com a gravidade da doença obtida pela classificação da escala H&Y ( $p < 0,02$ ) (133). É importante reforçar que esses dados anteriores não foram obtidos através de análise circular, bem como o instrumento de avaliação usado foi diferente da pesquisa atual. Blaszczyk et al., 2007, observaram, por meio de uma análise com a PF, uma tendência a um deslocamento maior no sentido anterior na DP, quando avaliado o equilíbrio na postura estática, talvez pelo mecanismo de compensação postural devido à postura anteriorizada (133).

Na comparação com o estadiamento da doença, foi encontrado um comportamento semelhante para cada estágio, não indicando, portanto, tendência de direcionalidade específica ( $p=0,602$ ), mostrado no Artigo 2. É esperado que, em uma condição de normalidade, não ocorra uma tendência de direcionalidade no movimento da cabeça, visto que, o indivíduo pode oscilar para todas as direções dado o caráter circular do movimento, e os pacientes com doença de Parkinson comportaram-se de maneira semelhante ao que seria esperado no grupo-controle, ocorrendo o mesmo entre seus estágios de gravidade (estágios 1 a 3) e, portanto, sugerindo não haver desequilíbrio concentrado para alguma direção específica.

A distância (deslocamento) média ou raio médio comparando os pacientes com DP ao GC, na presente pesquisa, demonstrou diferenças entre eles, indicando que os pacientes com DP deslocaram-se mais do seu centro de equilíbrio do que o GC, além de apresentarem uma maior variabilidade de oscilação, assim como encontrado por Ickenstein et al., 2012. Segundo Frenklach et al., 2009, a oscilação postural pode ser uma boa medida para avaliar a instabilidade postural e o risco para quedas em indivíduos com DP (130). O valor médio do deslocamento nos pacientes com DP, nesta pesquisa, foi de 1,37 cm e isso indica a distância média em que o grupo se deslocou do ponto de equilíbrio. Segundo Moreira et al., 2007, a DP leva à perda de reflexos posturais e dificuldade de manter o centro de massa dentro dos limites da base de sustentação (135), aumentando o risco para quedas (109). Porém, não foi encontrado, na literatura, um valor de ponto de corte em relação ao deslocamento que seja sugestivo de risco para quedas nessa população investigada.

A gravidade da doença não afetou o deslocamento médio em torno do seu eixo de equilíbrio e nem aumentou a oscilação do deslocamento entre os estágios da DP. Sugere-se que a variedade de manifestações clínicas da doença, incluindo um maior número de pacientes dessa amostra, está nos estágios iniciais da doença, e poucos no estágio 3 (caracterizados como tendo instabilidade postural, de acordo com a escala H&Y modificada), além de que, parte do grupo realizar outros tipos de terapias como fisioterapia (55,8%) e exercícios físicos (23,1%), conforme descrição dessa população e podem ter influenciado nesses achados.

No que se refere aos dados sobre a velocidade média do deslocamento do movimento em torno do centro do equilíbrio, esta, houve diferenças em comparação com a DP e o GC ( $r=0,45$ ;  $p<0,05$ ). A velocidade média avaliada utilizando a PF apresentou mudanças segundo Ickenstein et al., 2012, apenas na comparação entre os grupos DP (2,01 cm/s) e jovens (0,97 cm/s) com  $p=0,0005$ . Alguns outros autores não encontraram diferenças importantes da velocidade média de deslocamento do centro de pressão, obtida por PF, entre os grupos (128,129).

De acordo com a comparação entre os estágios da DP, o parâmetro velocidade instantânea média mostrou-se alterado ( $r = 1,44$ ;  $p = 0,01$ ), e foi observado que à medida que o estadiamento aumenta, a velocidade de deslocamento também aumenta, sugerindo uma tendência. Um aumento da oscilação da velocidade conforme o aumento da gravidade ( $r = 1,88$ ;  $p = 0,004$ ) também foi encontrado, entretanto, essa tendência não se manteve quando os valores foram padronizados e comparados 2 a 2, embora o estágio 1 apresentasse diferença da variabilidade da velocidade média para os demais estágios. É possível que o tremor seja perceptível pelo instrumento de avaliação utilizado e sugere-se que esse fator tenha provocado mudanças na velocidade de deslocamento em torno do centro do equilíbrio comparando a DP com o GC e conforme o aumento da gravidade da doença.

Os pacientes participantes desta pesquisa estavam todos medicados com levodopa e apresentaram mudanças em alguns parâmetros cinemáticos (deslocamento, oscilação e velocidade) em relação ao grupo-controle e apenas para a medida da velocidade instantânea média entre os diferentes estágios de gravidade da DP. Apesar de a levodopa permitir uma maior liberdade de movimento, diminuir a rigidez e o tremor (148), o seu papel no controle postural segundo Beuter et al., 2008, é incerto. Apesar de esses autores terem encontrado resposta positiva no controle postural para a DP (150), foram sinalizados, na literatura, resultados contrários a essa afirmação (124,136,151,152), sendo possível que o seu uso prolongado esteja associado ao risco de quedas devido à presença de discinesias e flutuações (126). Porém, é válido destacar que outros fatores podem contribuir para a instabilidade postural na DP com repercussões diferentes para cada indivíduo, como: a presença de redução de força muscular (119), uma falta de controle entre músculos agonistas e antagonistas (45,58), alterações posturais, rigidez (137) e tremor postural (119).

Neste estudo, de maneira geral, o diagnóstico foi realizado com idade média de 55,2 anos e o tempo de diagnóstico em torno de 7,6 anos. Sabendo-se que as manifestações motoras surgem a partir dos cinco anos de diagnóstico (119) e a evolução dos sintomas é mais lenta quando a confirmação da doença acontece em uma idade mais precoce (101), esses fatores também poderiam contribuir para os resultados obtidos no presente estudo.

É importante considerar que existe a possibilidade de a diferença obtida na média de idade entre os grupos (DP: 62,7 anos e sem DP: 53,6 anos) influenciar nas mudanças encontradas nos parâmetros cinemáticos do equilíbrio referentes ao deslocamento, oscilação e velocidade, devido aos aspectos relacionados ao envelhecimento, porém, não houve impacto na tendência à direcionalidade, visto que, os grupos comportaram-se de maneira semelhante para esse parâmetro.



É possível que a diferença relacionada ao sexo no comparativo dos grupos com e sem DP, visto no Artigo 1, não tenha influenciado nos resultados. De acordo com Bonkoff et al, 2006, não houve impacto na estabilidade postural segundo o sexo, e segundo Alondo et al., 2012, não foram observadas diferenças na posturografia conforme o gênero, exceto para o deslocamento lateral e para a velocidade de oscilação, sendo maior em mulheres (176). Os grupos foram homogêneos em relação ao IMC e é citado na literatura que, em condições de medições do equilíbrio em superfície estável, o sobrepeso não influencia na estabilidade postural (177,178).

## 6 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados dos parâmetros cinemáticos do equilíbrio não houve uma tendência de direcionalidade angular de oscilação em ambos os grupos avaliados (com DP e o GC) nem conforme a gravidade da DP. O grupo com DP apresentou uma maior distância (deslocamento) média e oscilou mais que o grupo-controle e, segundo os estágios da doença o comportamento desses parâmetros foram semelhantes. No parâmetro cinemático velocidade instantânea média, ele foi maior no grupo com DP do que no GC, assim como diferenças de acordo com a gravidade foram encontradas, indicado uma maior tendência a variabilidade de oscilação da velocidade instantânea média, quando comparando o estágio 1 com os demais estágios. É possível que o aumento da velocidade instantânea média tenha ocorrido devido à presença do tremor na DP.

O equilíbrio é uma condição essencial para permitir que as atividades funcionais sejam desenvolvidas e é observado na literatura que a avaliação do equilíbrio na postura estática na DP pode ser feita tanto por análise cinética quanto cinemática do movimento e existem muitos métodos, protocolos, parâmetros não sendo descrito qual o melhor parâmetro para sua interpretação. Portanto, sabendo-se que o equilíbrio é algo que pode ser melhorado com o aprendizado, sugere-se que a avaliação dessa condição seja priorizada nos pacientes com DP com o intuito de estabelecer um diagnóstico funcional, acompanhar a evolução da doença, bem como, favorecer na instituição de programas de reabilitação terapêutica, respeitando as características individuais dos pacientes com a finalidade de manter e preservar sua independência e a funcionalidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. TANI G. Comportamento motor: Aprendizagem e Desenvolvimento. Guanabara; 2012.
2. TEIXEIRA C. Equilíbrio e controle postural [Internet]. 2010 [citado 22 de agosto de 2018]. Disponível em: <http://citrus.uspnet.usp.br/biomecan/ojs/index.php/rbb/article/view/151>
3. Barela JA. Strategies of control in complex movements: perception-action cycle in postural control. Rev Paul Educ Física. 2000;79–88.
4. Neto FR. Manual de avaliação motora para terceira idade. Artmed Editora; 2009. 136 p.
5. TORRIANI et al C. Avaliação de diferentes pacientes neurológicos por meio do Teste de Functional Reach. 2007;15.
6. TORRIANI C, MOTA E, GOMES C, BATISTA C, COSTA M, VIEIRA E, et al. Avaliação comparativa do equilíbrio dinâmico em diferentes pacientes neurológicos por meio do teste Get Up And Go. 2006;14(3). Disponível em: <http://www.revistaneurociencias.com.br/edicoes/2006/RN%2014%2003/Pages%20from%20RN%2014%2003-3.pdf>
7. Bronstein A, Brandt T, Woollacott M. Clinical Disorders of Balance, Posture and Gait, 2Ed. 2 edition. London : New York, NY: CRC Press; 2004. 480 p.
8. Huxham FE, Goldie PA, Patla AE. Theoretical considerations in balance assessment. Aust J Physiother. 2001;47(2):89–100.
9. Flores F da T, Rossi AG, Schmidt P da S. Physical balance evaluation in Parkinson disease. Arq Int Otorrinolaringol. junho de 2011;15(2):142–50.
10. SOUZA C, ALMEIDA H, SOUSA J, COSTA P, SILVEIRA Y, BEZERRA J. A Doença de Parkinson e o Processo de Envelhecimento Motor.pdf [Internet]. Scribd. 2011 [citado 22 de agosto de 2018]. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/375662021/A-Doenca-de-Parkinson-e-o-Processo-de-Envelhecimento-Motor-pdf>
11. de Lau LML, Breteler MMB. Epidemiology of Parkinson's disease. Lancet Neurol. junho de 2006;5(6):525–35.
12. Dorsey ER, Elbaz A, Nichols E, Abd-Allah F, Abdelalim A, Adsuar JC, et al. Global, regional, and national burden of Parkinson's disease, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. Lancet Neurol. 1º de novembro de 2018;17(11):939–53.
13. Tysnes O-B, Storstein A. Epidemiology of Parkinson's disease. J Neural Transm Vienna Austria 1996. 2017;124(8):901–5.
14. Barbosa ER, Melo LM. Importância das manifestações não motoras da Doença de Parkinson. 2007;11.
15. Playfer JR. Falls and Parkinson's disease. Age Ageing. janeiro de 2001;30(1):3–4.
16. Morris ME. Movement disorders in people with Parkinson disease: a model for physical therapy. Phys Ther. junho de 2000;80(6):578–97.

17. Clark RA, Bryant AL, Pua Y, McCrory P, Bennell K, Hunt M. Validity and reliability of the Nintendo Wii Balance Board for assessment of standing balance. *Gait Posture*. março de 2010;31(3):307–10.
18. Sabchuk RAC, Bento PCB, Rodacki ALF. Comparison between field balance tests and force platform. *Rev Bras Med Esporte*. dezembro de 2012;18(6):404–8.
19. Miyamoto ST, Lombardi Junior I, Berg KO, Ramos LR, Natour J. Brazilian version of the Berg balance scale. *Braz J Med Biol Res*. setembro de 2004;37(9):1411–21.
20. Silva A da, Almeida GJ, Cassilhas RC, Cohen M, Peccin MS, Tufik S, et al. Balance, coordination and agility of older individuals submitted to physical resisted exercises practice. *Rev Bras Med Esporte*. abril de 2008;14(2):88–93.
21. Haas BM, Burden AM. Validity of weight distribution and sway measurements of the Balance Performance Monitor. *Physiother Res Int J Res Clin Phys Ther*. 2000;5(1):19–32.
22. Brodie MAD, Canning CG, Beijer TR, Lord SR. Uncontrolled head oscillations in people with Parkinson's disease may reflect an inability to respond to perturbations while walking. *Physiol Meas*. maio de 2015;36(5):873–81.
23. Ciria LF, Muñoz MA, Gea J, Peña N, Miranda JGV, Montoya P, et al. Head movement measurement: An alternative method for posturography studies. *Gait Posture*. 2017;52:100–6.
24. Gea J, Muñoz MA, Costa I, Ciria LF, Miranda JGV, Montoya P. Viewing pain and happy faces elicited similar changes in postural body sway. *PLoS One*. 2014;9(8):e104381.
25. PENÃ et al. N. Free instrument for measurements of motion [Internet]. 2013 [citado 24 de agosto de 2018]. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-11172013000300024](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172013000300024)
26. Pozzo T, Levik Y, Berthoz A. Head and trunk movements in the frontal plane during complex dynamic equilibrium tasks in humans. *Exp Brain Res*. 1995;106(2):327–38.
27. Szczygieł E, Piotrowski K, Golec J, Czechowska D, Masłoń A, Bac A, et al. Head position influence on stabilographic variables. *Acta Bioeng Biomech*. 2016;18(4):49–54.
28. DUARTE M, FREITAS S. Revision of posturography based on force plate for balance evaluation. - PubMed - NCBI [Internet]. 2010 [citado 24 de agosto de 2018]. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20730361>
29. Silva NPO. Validade e reprodutibilidade do Wii Balance Board para avaliação do equilíbrio vertical estático: um novo método de avaliação. 27 de fevereiro de 2014 [citado 24 de agosto de 2018]; Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/16750>
30. Duarte M, Zatsiorsky VM. On the fractal properties of natural human standing. *Neurosci Lett*. 14 de abril de 2000;283(3):173–6.
31. Vette AH, Masani K, Sin V, Popovic MR. Posturographic measures in healthy young adults during quiet sitting in comparison with quiet standing. *Med Eng Phys*. janeiro de 2010;32(1):32–8.
32. Souza C de O, Voos MC, Barbosa AF, Chen J, Francato DCV, Milosevic M, et al. Relationship Between Posturography, Clinical Balance and Executive Function in Parkinson's Disease. *J Mot*

- Behav. 23 de abril de 2018;1–10.
33. Paillard T, Noé F. Techniques and Methods for Testing the Postural Function in Healthy and Pathological Subjects. *BioMed Res Int.* 2015;2015:891390.
  34. Shumway-Cook A, Woollacott MH. *Controle Motor: Teoria e aplicações práticas.* terceira. Manole; 2010.
  35. Pollock AS, Durward BR, Rowe PJ, Paul JP. What is balance? *Clin Rehabil.* agosto de 2000;14(4):402–6.
  36. Carvalho RL, Almeida GL. Aspectos sensoriais e cognitivos do controle postural. 2008;
  37. Ivanenko Y, Gurfinkel VS. Human Postural Control. *Front Neurosci.* 2018;12:171.
  38. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age Ageing.* setembro de 2006;35 Suppl 2:ii7–11.
  39. Naves ELM, Soares AB, Pereira AA, Andrade AO. MODELAGEM DO CONTROLE NEUROMUSCULAR DA POSTURA ERETA QUASI-ESTÁTICA HUMANA. *Braz J Biomech Rev Bras Biomecânica.* 9 de abril de 2008;8(14):1-9–9.
  40. Douglas CR. *Tratado de fisiologia aplicada à fisioterapia.* Tecmedd; 2004. 970 p.
  41. Horak FB. Clinical measurement of postural control in adults. *Phys Ther.* dezembro de 1987;67(12):1881–5.
  42. Horak FB, Henry SM, Shumway-Cook A. Postural perturbations: new insights for treatment of balance disorders. *Phys Ther.* maio de 1997;77(5):517–33.
  43. Silva Jr R, Pereira C, Oliveira M, Gil A. *Equilíbrio Postural: Avaliação e intervenção por meio de exercícios associados a estratégias de controle neuromuscular.* CRV; 2017.
  44. Henry SM, Fung J, Horak FB. EMG responses to maintain stance during multidirectional surface translations. *J Neurophysiol.* outubro de 1998;80(4):1939–50.
  45. Bloem BR. Postural instability in Parkinson's disease. *Clin Neurol Neurosurg.* 1992;94 Suppl:S41-45.
  46. Kandel E, Schwartz J, Jessell T, Siegelbaum S, Hudspeth AJ. *Princípios de Neurociências - 5.ed.* AMGH Editora; 2014. 1531 p.
  47. Kleiner AFR, Sánchez-Arias MDR. O papel dos sistemas visual, vestibular, somatosensorial e auditivo para o controle postural. :9.
  48. Guyton AC. *Neurociência básica: anatomia e fisiologia.* Guanabara Koogan; 2008. 345 p.
  49. Ackermann H, Dichgans J, Guschlbauer B. Influence of an acoustic preparatory signal on postural reflexes of the distal leg muscles in humans. *Neurosci Lett.* 24 de junho de 1991;127(2):242–6.
  50. Horak FB, Nashner LM. Central programming of postural movements: adaptation to altered support-surface configurations. *J Neurophysiol.* junho de 1986;55(6):1369–81.
  51. Jacobs JV, Horak FB. Cortical control of postural responses. *J Neural Transm Vienna Austria* 1996.

- 2007;114(10):1339–48.
52. Spence AP. Anatomia Humana Básica. Segunda. São Paulo: Manole; 1991.
  53. Grimbergen YAM, Langston JW, Roos RAC, Bloem BR. Postural instability in Parkinson's disease: the adrenergic hypothesis and the locus coeruleus. *Expert Rev Neurother*. fevereiro de 2009;9(2):279–90.
  54. Barra J, Auclair L, Charvillat A, Vidal M, Pérennou D. Postural control system influences intrinsic alerting state. *Neuropsychology*. março de 2015;29(2):226–34.
  55. Thach WT, Bastian AJ. Role of the cerebellum in the control and adaptation of gait in health and disease. *Prog Brain Res*. 2004;143:353–66.
  56. Takakusaki K, Saitoh K, Harada H, Kashiwayanagi M. Role of basal ganglia-brainstem pathways in the control of motor behaviors. *Neurosci Res*. outubro de 2004;50(2):137–51.
  57. Chong RK, Horak FB, Woollacott MH. Parkinson's disease impairs the ability to change set quickly. *J Neurol Sci*. 1º de abril de 2000;175(1):57–70.
  58. Horak FB, Nutt JG, Nashner LM. Postural inflexibility in parkinsonian subjects. *J Neurol Sci*. agosto de 1992;111(1):46–58.
  59. Horak FB, Dimitrova D, Nutt JG. Direction-specific postural instability in subjects with Parkinson's disease. *Exp Neurol*. junho de 2005;193(2):504–21.
  60. (PDF) Fundamentos da biomecânica: o corpo em movimento [Internet]. ResearchGate. [citado 22 de fevereiro de 2019]. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/326070590\\_Fundamentos\\_da\\_biomecanica\\_o\\_corpo\\_em\\_movimento](https://www.researchgate.net/publication/326070590_Fundamentos_da_biomecanica_o_corpo_em_movimento)
  61. Introdução à Biomecânica para Análise do Movimento Humano: Descrição e Aplicação... - [Internet]. [citado 8 de fevereiro de 2019]. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAuPwAF/introducao-a-biomecanica-analise-movimento-humano-descricao-aplicacao-dos-metodos-medicao>
  62. (PDF) MÉTODOS DE MEDIÇÃO EM BIOMECÂNICA DO ESPORTE: DESCRIÇÃO DE PROTOCOLOS PARA APLICAÇÃO NOS CENTROS DE EXCELÊNCIA ESPORTIVA (REDE CENESP -MET) [Internet]. ResearchGate. [citado 22 de fevereiro de 2019]. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/265820361\\_METODOS\\_DE\\_MEDICAO\\_EM\\_BIOMECA\\_NICA\\_DO\\_ESPORTE\\_DESCRICAO\\_DE\\_PROTOCOLOS\\_PARA\\_APLICACAO\\_NOS\\_CENTROS\\_DE\\_EXCELENCIA\\_ESPORTIVA\\_REDE\\_CENESP\\_-MET](https://www.researchgate.net/publication/265820361_METODOS_DE_MEDICAO_EM_BIOMECA_NICA_DO_ESPORTE_DESCRICAO_DE_PROTOCOLOS_PARA_APLICACAO_NOS_CENTROS_DE_EXCELENCIA_ESPORTIVA_REDE_CENESP_-MET)
  63. Amadio AC, Serrão JC. Contextualização da biomecânica para a investigação do movimento: fundamentos, métodos e aplicações para análise da técnica esportiva. *Rev Bras Educ Física E Esporte*. 1º de dezembro de 2007;21:61–85.
  64. Winter D. Human balance and posture control during standing and walking. *Gait Posture*. 1º de dezembro de 1995;3(4):193–214.
  65. Ickenstein GW, Ambach H, Klöditz A, Koch H, Isenmann S, Reichmann H, et al. Static posturography in aging and Parkinson's disease. *Front Aging Neurosci* [Internet]. 6 de agosto de 2012 [citado 16 de janeiro de 2019];4. Disponível em:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3412413/>

66. Magge DJ, Sueki D. Manual para Avaliação Musculoesquelética: Atlas e Vídeo. Elsevier Brasil; 2012. 828 p.
67. Maranhão-Filho PM-F, Maranhão ET. O "toque final " do sinal de Romberg. Rev Bras Neurol [Internet]. dezembro de 2013 [citado 13 de dezembro de 2018];49(4). Disponível em: <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=LILACS&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=712074&indexSearch=ID>
68. Lanska DJ, Goetz CG. Romberg's sign: development, adoption, and adaptation in the 19th century. *Neurology*. 24 de outubro de 2000;55(8):1201–6.
69. Christofoletti G, Oliani MM, Gobbi LTB, Gobbi S, Stella F. Risco de quedas em idosos com doença de Parkinson e demência de Alzheimer: um estudo transversal. *Braz J Phys Ther*. dezembro de 2006;10(4):429–33.
70. silva J, Módolo R, Faganello F. Equilíbrio funcional em indivíduos com doença de Parkinson e sua relação com a qualidade de vida. *Ter Man*. 2011;
71. Visser M, Marinus J, Bloem BR, Kisjes H, van den Berg BM, van Hilten JJ. Clinical tests for the evaluation of postural instability in patients with parkinson's disease. *Arch Phys Med Rehabil*. novembro de 2003;84(11):1669–74.
72. TRADUÇÃO PARA O PORTUGUÊS E VALIDAÇÃO DO TESTE TIMED UP AND GO - PDF [Internet]. [citado 11 de dezembro de 2018]. Disponível em: <https://docplayer.com.br/19734325-Traducao-para-o-portugues-e-validacao-do-teste-timed-up-and-go.html>
73. Pondal M, del Ser T. Normative data and determinants for the timed "up and go" test in a population-based sample of elderly individuals without gait disturbances. *J Geriatr Phys Ther* 2001. 2008;31(2):57–63.
74. Wall JC, Bell C, Campbell S, Davis J. The Timed Get-up-and-Go test revisited: measurement of the component tasks. *J Rehabil Res Dev*. fevereiro de 2000;37(1):109–13.
75. Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc*. fevereiro de 1991;39(2):142–8.
76. Bohannon RW. Reference values for the timed up and go test: a descriptive meta-analysis. *J Geriatr Phys Ther* 2001. 2006;29(2):64–8.
77. Alexandre TS, Meira DM, Rico NC, Mizuta SK. Accuracy of Timed Up and Go Test for screening risk of falls among community-dwelling elderly. *Rev Bras Fisioter Sao Carlos Sao Paulo Braz*. outubro de 2012;16(5):381–8.
78. Melo R de S, Silva PWA da, Tassitano RM, Macky CFST, Silva LVC da. Balance and gait evaluation: comparative study between deaf and hearing students. *Rev Paul Pediatr*. setembro de 2012;30(3):385–91.
79. Nardone A, Godi M, Grasso M, Guglielmetti S, Schieppati M. Stabilometry is a predictor of gait performance in chronic hemiparetic stroke patients. *Gait Posture*. julho de 2009;30(1):5–10.

80. Barra J, Oujamaa L, Chauvineau V, Rougier P, Pérennou D. Asymmetric standing posture after stroke is related to a biased egocentric coordinate system. *Neurology*. 5 de maio de 2009;72(18):1582–7.
81. Cheng PT, Liaw MY, Wong MK, Tang FT, Lee MY, Lin PS. The sit-to-stand movement in stroke patients and its correlation with falling. *Arch Phys Med Rehabil*. setembro de 1998;79(9):1043–6.
82. Rosário JLP. A review of the utilization of baropodometry in postural assessment. *J Bodyw Mov Ther*. abril de 2014;18(2):215–9.
83. Revista Neurobiologia - Volume 73 - Abril/Junho de 2010 - Eficiência da estabilometria e baropodometria estática na avaliação do equilíbrio em pacientes vestibulopatas. [Internet]. [citado 7 de janeiro de 2019]. Disponível em: <https://revistaneurobiologia.com.br/25-volume-76-janeiro-junho-de-2013/25-eficiencia-da-estabilometria-e-baropodometria-estatica-na-avaliacao-do-equilibrio-em-pacientes-vestibulopatas>
84. Nozabiel AJ, Martinelli AR, Mantovani AM, Faria CR, Ferreira DM, Fregonesi CE. Análise do equilíbrio postural de indivíduos diabéticos por meio de baropodometria. *Motricidade*. julho de 2012;8(3):30–9.
85. Goble DJ, Cone BL, Fling BW. Using the Wii Fit as a tool for balance assessment and neurorehabilitation: the first half decade of “Wii-search”. *J NeuroEngineering Rehabil*. 8 de fevereiro de 2014;11:12.
86. Mainenti MRM. ANÁLISE DE SINAIS ESTABILOMÉTRICOS EM TESTES COM ESTÍMULOS SONOROS. :78.
87. The Wii Balance Board as a tool for evaluation of the static computed posturography | Request PDF [Internet]. ResearchGate. [citado 11 de dezembro de 2018]. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/291066638\\_The\\_Wii\\_Balance\\_Board\\_as\\_a\\_tool\\_for\\_evaluation\\_of\\_the\\_static\\_computed\\_posturography](https://www.researchgate.net/publication/291066638_The_Wii_Balance_Board_as_a_tool_for_evaluation_of_the_static_computed_posturography)
88. Holmes JD, Jenkins ME, Johnson AM, Hunt MA, Clark RA. Validity of the Nintendo Wii® balance board for the assessment of standing balance in Parkinson’s disease. *Clin Rehabil*. abril de 2013;27(4):361–6.
89. Llorens R, Latorre J, Noé E, Keshner EA. Posturography using the Wii Balance Board™: A feasibility study with healthy adults and adults post-stroke. *Gait Posture*. janeiro de 2016;43:228–32.
90. Bower KJ, McGinley JL, Miller KJ, Clark RA. Instrumented static and dynamic balance assessment after stroke using Wii Balance Boards: reliability and association with clinical tests. *PLoS One*. 2014;9(12):e115282.
91. Mancini M, Salarian A, Carlson-Kuhta P, Zampieri C, King L, Chiari L, et al. ISway: a sensitive, valid and reliable measure of postural control. *J Neuroengineering Rehabil*. 22 de agosto de 2012;9:59.
92. Mantovani AM, Chagas EF, Zina ALG, Fortaleza AC de S, Chagas EFB, Ferreira DMA, et al. ANÁLISE DO CONTROLE POSTURAL DE IDOSAS EM DIFERENTES CONDIÇÕES POR MEIO DE CINEMETRIA. *Estud Interdiscip Sobre O Envelhec* [Internet]. 2 de setembro de 2014 [citado 11 de dezembro de 2018];19(2). Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/RevEnvelhecer/article/view/40026>
93. França L, Miranda J, Oliveira A. Cinemática de formigas em pânico. XXX EFNNE (Encontro de



físicos do Norte e Nordeste).

94. Brodie MAD, Beijer TR, Canning CG, Lord SR. Head and pelvis stride-to-stride oscillations in gait: validation and interpretation of measurements from wearable accelerometers. *Physiol Meas*. maio de 2015;36(5):857–72.
95. Cole MH, Naughton GA, Silburn PA. Neuromuscular Impairments Are Associated With Impaired Head and Trunk Stability During Gait in Parkinson Fallers. *Neurorehabil Neural Repair*. 2017;31(1):34–47.
96. Cole MH, Silburn PA, Wood JM, Worringham CJ, Kerr GK. Falls in Parkinson’s disease: kinematic evidence for impaired head and trunk control. *Mov Disord Off J Mov Disord Soc*. 30 de outubro de 2010;25(14):2369–78.
97. Pozzo T, Berthoz A, Lefort L. Head stabilization during various locomotor tasks in humans. I. Normal subjects. *Exp Brain Res*. 1990;82(1):97–106.
98. Glendinning DS, Enoka RM. Motor unit behavior in Parkinson’s disease. *Phys Ther*. janeiro de 1994;74(1):61–70.
99. Pereira D, Garrett C. FACTORES DE RISCO DA DOENÇA DE PARKINSON Um Estudo Epidemiológico. *Acta Med Port*. :10.
100. Poewe W, Seppi K, Tanner CM, Halliday GM, Brundin P, Volkmann J, et al. Parkinson disease. *Nat Rev Dis Primer*. 23 de março de 2017;3:17013.
101. Collier TJ, Kanaan NM, Kordower JH. Aging and Parkinson’s disease: Different sides of the same coin? *Mov Disord Off J Mov Disord Soc*. julho de 2017;32(7):983–90.
102. Pringsheim T, Jette N, Frolkis A, Steeves TDL. The prevalence of Parkinson’s disease: a systematic review and meta-analysis. *Mov Disord Off J Mov Disord Soc*. novembro de 2014;29(13):1583–90.
103. Dorsey ER, Constantinescu R, Thompson JP, Biglan KM, Holloway RG, Kieburtz K, et al. Projected number of people with Parkinson disease in the most populous nations, 2005 through 2030. *Neurology*. 30 de janeiro de 2007;68(5):384–6.
104. Hirsch L, Jette N, Frolkis A, Steeves T, Pringsheim T. The Incidence of Parkinson’s Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Neuroepidemiology*. 2016;46(4):292–300.
105. Fatores associados ao desempenho funcional de idosos portadores da Doença de Parkinson | Leandro | *Revista Kairós : Gerontologia* [Internet]. [citado 13 de dezembro de 2018]. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/kairos/article/view/34896>
106. Bovolenta TM, de Azevedo Silva SMC, Saba RA, Borges V, Ferraz HB, Felício AC. Average annual cost of Parkinson’s disease in São Paulo, Brazil, with a focus on disease-related motor symptoms. *Clin Interv Aging*. 2017;12:2095–108.
107. Van Den Eeden SK, Tanner CM, Bernstein AL, Fross RD, Leimpeter A, Bloch DA, et al. Incidence of Parkinson’s disease: variation by age, gender, and race/ethnicity. *Am J Epidemiol*. 1º de junho de 2003;157(11):1015–22.
108. Baldereschi M, Di Carlo A, Rocca WA, Vanni P, Maggi S, Perissinotto E, et al. Parkinson’s

- disease and parkinsonism in a longitudinal study: two-fold higher incidence in men. ILSA Working Group. Italian Longitudinal Study on Aging. *Neurology*. 14 de novembro de 2000;55(9):1358–63.
109. Moreira CS, Martins KFC, Neri VC, Araújo PG. DOENÇA DE PARKINSON: COMO DIAGNOSTICAR E TRATAR. 2007;2:11.
  110. Basal Ganglia circuits underlying the pathophysiology of levodopa-induced dyskinesia. - PubMed - NCBI [Internet]. [citado 13 de dezembro de 2018]. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20890450>
  111. Albin RL, Young AB, Penney JB. The functional anatomy of basal ganglia disorders. *Trends Neurosci*. outubro de 1989;12(10):366–75.
  112. Obeso JA, Rodríguez-Oroz MC, Rodríguez M, Lanciego JL, Artieda J, Gonzalo N, et al. Pathophysiology of the basal ganglia in Parkinson's disease. *Trends Neurosci*. outubro de 2000;23(10 Suppl):S8-19.
  113. Magrinelli F, Picelli A, Tocco P, Federico A, Roncari L, Smania N, et al. Pathophysiology of Motor Dysfunction in Parkinson's Disease as the Rationale for Drug Treatment and Rehabilitation. *Park Dis*. 2016;2016:9832839.
  114. Kalia LV, Brotchie JM, Fox SH. Novel nondopaminergic targets for motor features of Parkinson's disease: review of recent trials. *Mov Disord Off J Mov Disord Soc*. fevereiro de 2013;28(2):131–44.
  115. Wu T, Hallett M. The cerebellum in Parkinson's disease. *Brain J Neurol*. março de 2013;136(Pt 3):696–709.
  116. Damier P, Hirsch EC, Agid Y, Graybiel AM. The substantia nigra of the human brain. II. Patterns of loss of dopamine-containing neurons in Parkinson's disease. *Brain J Neurol*. agosto de 1999;122 ( Pt 8):1437–48.
  117. Braak H, Del Tredici K, Rüb U, de Vos RAI, Jansen Steur ENH, Braak E. Staging of brain pathology related to sporadic Parkinson's disease. *Neurobiol Aging*. abril de 2003;24(2):197–211.
  118. Vekrellis K, Xilouri M, Emmanouilidou E, Rideout HJ, Stefanis L. Pathological roles of  $\alpha$ -synuclein in neurological disorders. *Lancet Neurol*. novembro de 2011;10(11):1015–25.
  119. O'Sullivan SB, Schmitz TJ. Fisioterapia: avaliação e tratamento. Manole; 2004. 1152 p.
  120. Berardelli A, Rothwell JC, Thompson PD, Hallett M. Pathophysiology of bradykinesia in Parkinson's disease. *Brain J Neurol*. novembro de 2001;124(Pt 11):2131–46.
  121. Tassorelli C, Berlangieri M, Buscone S, Bolla M, De Icco R, Baricich A, et al. Falls, fractures and bone density in Parkinson's disease - a cross-sectional study. *Int J Neurosci*. abril de 2017;127(4):299–304.
  122. Ferraz HB. Tratamento da Doença de Parkinson. 1999;7.
  123. Rodrigues RBM. Avaliação quantitativa dos efeitos da levodopa e da estimulação do núcleo subtalâmico sobre o equilíbrio em pacientes com doença de Parkinson [Internet] [text]. Universidade de São Paulo; 2016 [citado 14 de dezembro de 2018]. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/5/5138/tde-06062016-093205/>

124. Di Giulio I, St George RJ, Kalliolia E, Peters AL, Limousin P, Day BL. Maintaining balance against force perturbations: impaired mechanisms unresponsive to levodopa in Parkinson's disease. *J Neurophysiol.* 01 de 2016;116(2):493–502.
125. Manaye KF, McIntire DD, Mann DM, German DC. Locus coeruleus cell loss in the aging human brain: a non-random process. *J Comp Neurol.* 17 de julho de 1995;358(1):79–87.
126. Kamieniarz A, Michalska J, Brachman A, Pawłowski M, Słomka KJ, Juras G. A posturographic procedure assessing balance disorders in Parkinson's disease: a systematic review. *Clin Interv Aging.* 2018;13:2301–16.
127. Ternoz N, Halliday SE, Winter DA, Frank JS, Patla AE, Prince F. The control of upright stance in young, elderly and persons with Parkinson's disease. *Gait Posture.* abril de 2008;27(3):463–70.
128. Miranda MA. AVALIAÇÃO DO EQUILÍBRIO EM INDIVÍDUOS COM DOENÇA DE PARKINSON E EM INDIVÍDUOS HÍGIDOS. 2009.
129. Análise comparativa do equilíbrio postural em idosos parkinsonianos e não parkinsonianos através de parâmetros estabilométricos - Nelson Yukishigue Tsutiya | dominiopublico.io [Internet]. [citado 14 de dezembro de 2018]. Disponível em: <https://dominiopublico.io/Nelson-Yukishigue-Tsutiya/Analise-comparativa-do-equilibrio-postural-em-idosos-parkinsonianos-e-nao-parkinsonianos-atraves-de-parametros-estabilometricos/>
130. Frenklach A, Louie S, Koop MM, Bronte-Stewart H. Excessive postural sway and the risk of falls at different stages of Parkinson's disease. *Mov Disord Off J Mov Disord Soc.* 15 de fevereiro de 2009;24(3):377–85.
131. Chastan N, Debono B, Maltête D, Weber J. Discordance between measured postural instability and absence of clinical symptoms in Parkinson's disease patients in the early stages of the disease. *Mov Disord Off J Mov Disord Soc.* 15 de fevereiro de 2008;23(3):366–72.
132. Błaszczyk JW, Orawiec R. Assessment of postural control in patients with Parkinson's disease: sway ratio analysis. *Hum Mov Sci.* abril de 2011;30(2):396–404.
133. Błaszczyk JW, Orawiec R, Duda-Kłodowska D, Opala G. Assessment of postural instability in patients with Parkinson's disease. *Exp Brain Res.* outubro de 2007;183(1):107–14.
134. Stylianou AP, McVey MA, Lyons KE, Pahwa R, Luchies CW. Postural sway in patients with mild to moderate Parkinson's disease. *Int J Neurosci.* novembro de 2011;121(11):614–21.
135. Romero DH, Stelmach GE. Changes in postural control with aging and Parkinson's disease. *IEEE Eng Med Biol Mag Q Mag Eng Med Biol Soc.* abril de 2003;22(2):27–31.
136. Carpenter MG, Allum JHJ, Honegger F, Adkin AL, Bloem BR. Postural abnormalities to multidirectional stance perturbations in Parkinson's disease. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* setembro de 2004;75(9):1245–54.
137. Park J-H, Kang Y-J, Horak FB. What Is Wrong with Balance in Parkinson's Disease? *J Mov Disord.* setembro de 2015;8(3):109–14.
138. Alves LC, Leite I da C, Machado CJ. The concept and measurement of functional disability in the elderly population: a literature review. *Ciênc Amp Saúde Coletiva.* agosto de 2008;13(4):1199–207.

139. Netto MP. Gerontologia: a velhice e o envelhecimento em visão globalizada [Internet]. Gerontologia: a velhice e o envelhecimento em visão globalizada. 2002 [citado 22 de fevereiro de 2019]. Disponível em: <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?!sisScript=iah/iah.xis&src=google&base=LILACS&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=342975&indexSearch=ID>
140. Nagi SZ. A Study in the Evaluation of Disability and Rehabilitation Potential. *Am J Public Health Nations Health*. setembro de 1964;54(9):1568–79.
141. Organization WH. International classification of impairments, disabilities, and handicaps : a manual of classification relating to the consequences of disease, published in accordance with resolution WHA29.35 of the Twenty-ninth World Health Assembly, May 1976 [Internet]. Geneva : World Health Organization; 1980 [citado 22 de fevereiro de 2019]. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/41003>
142. WHO | International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF) [Internet]. WHO. 2001 [citado 22 de fevereiro de 2019]. Disponível em: <http://www.who.int/classifications/icf/en/>
143. Nubila HBVD. An introduction to the international classification of functioning, disability and health. *Rev Bras Saúde Ocupacional*. junho de 2010;35(121):122–3.
144. Fontes AP, Fernandes AA, Botelho MA. Funcionalidade e incapacidade: aspectos conceituais, estruturais e de aplicação da Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF). *Rev Port Saúde Pública*. dezembro de 2010;28(2):171–8.
145. Cutson TM, Laub KC, Schenkman M. Pharmacological and nonpharmacological interventions in the treatment of Parkinson’s disease. *Phys Ther*. maio de 1995;75(5):363–73.
146. Guimarães MP dos A, es, Valé, Severino ria CB, Pinheiro HA. Correlação entre funcionalidade e gravidade da Doença de Parkinson em idosos. *Geriatr Gerontol Aging*. 2013;7(3):203–7.
147. Farmacologia da neurotransmissão dopaminérgica - FARMACOLOGIA DA NEUROTRANSMISSÃO... [Internet]. [citado 14 de dezembro de 2018]. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAABCOoAL/farmacologia-neurotransmissao-dopaminergica>
148. Ashburn A, Stack E, Pickering RM, Ward CD. A community-dwelling sample of people with Parkinson’s disease: characteristics of fallers and non-fallers. *Age Ageing*. janeiro de 2001;30(1):47–52.
149. Paolucci T, Iosa M, Morone G, Fratte MD, Paolucci S, Saraceni VM, et al. Romberg ratio coefficient in quiet stance and postural control in Parkinson’s disease. *Neurol Sci Off J Ital Neurol Soc Ital Soc Clin Neurophysiol*. agosto de 2018;39(8):1355–60.
150. Beuter A, Hernández R, Rigal R, Modolo J, Blanchet PJ. Postural sway and effect of levodopa in early Parkinson’s disease. *Can J Neurol Sci J Can Sci Neurol*. março de 2008;35(1):65–8.
151. Sethi K. Levodopa unresponsive symptoms in Parkinson disease. *Mov Disord Off J Mov Disord Soc*. 2008;23 Suppl 3:S521-533.
152. de Kam D, Nonnekes J, Oude Nijhuis LB, Geurts ACH, Bloem BR, Weerdesteyn V. Dopaminergic medication does not improve stepping responses following backward and forward balance perturbations in patients with Parkinson’s disease. *J Neurol*. dezembro de 2014;261(12):2330–7.

153. (PDF) DOENÇA DE PARKINSON: TERAPÊUTICA ATUAL E AVANÇADA [Internet]. ResearchGate. [citado 14 de dezembro de 2018]. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/266878481\\_DOENCA\\_DE\\_PARKINSON\\_TERAPEUTICA\\_ATUAL\\_E\\_AVANCADA](https://www.researchgate.net/publication/266878481_DOENCA_DE_PARKINSON_TERAPEUTICA_ATUAL_E_AVANCADA)
154. Yamaguchi B, Ferreira M de P, Israel VL. Multidisciplinary in reducing levodopa in person with advanced Parkinson's disease. *Acta Fisiátrica*. 29 de dezembro de 2016;23(4):197–200.
155. Palermo S, Basto ICC, Mendes MFX, Tavares EF, Santo DCL dos, Ribeiro AF da C. Avaliação e intervenção fonoaudiológica na doença de Parkinson: análise clínica-epidemiológica de 32 pacientes. *Rev Bras Neurol*. dezembro de 2009;45(4):17–24.
156. BENEFÍCIOS DO TREINAMENTO RESISTIDO NA REABILITAÇÃO DA MARCHA E EQUILÍBRIO NOS PORTADORES DA DOENÇA DE PARKINSON BENEFITS OF WITHSTAND EXERCISE TRAINING IN WALKING AND BALANCE REHABILITATION ON PARKINSON DISEASE PORTER [Internet]. ResearchGate. [citado 14 de dezembro de 2018]. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/237604719\\_BENEFICIOS\\_DO\\_TREINAMENTO\\_RESISTIDO\\_NA\\_REABILITACAO\\_DA\\_MARCHA\\_E\\_EQUILIBRIO\\_NOS\\_PORTADORES\\_DA\\_DOENCA\\_DE\\_PARKINSON\\_BENEFITS\\_OF\\_WITHSTAND\\_EXERCISE\\_TRAINING\\_IN\\_WALKING\\_AND\\_BALANCE\\_REHABILITATION\\_ON\\_PARKINSON](https://www.researchgate.net/publication/237604719_BENEFICIOS_DO_TREINAMENTO_RESISTIDO_NA_REABILITACAO_DA_MARCHA_E_EQUILIBRIO_NOS_PORTADORES_DA_DOENCA_DE_PARKINSON_BENEFITS_OF_WITHSTAND_EXERCISE_TRAINING_IN_WALKING_AND_BALANCE_REHABILITATION_ON_PARKINSON)
157. Vara AC, Medeiros R, Striebel VLW. O Tratamento Fisioterapêutico na Doença de Parkinson. :7.
158. Yitayeh A, Teshome A. The effectiveness of physiotherapy treatment on balance dysfunction and postural instability in persons with Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis. *BMC Sports Sci Med Rehabil* [Internet]. 6 de junho de 2016 [citado 28 de janeiro de 2019];8. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4895982/>
159. Hoehn MM, Yahr MD. Parkinsonism: onset, progression and mortality. *Neurology*. maio de 1967;17(5):427–42.
160. Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res*. novembro de 1975;12(3):189–98.
161. Bertolucci PHF, Brucki SMD, Campacci SR, Juliano Y. O Mini-Exame do Estado Mental em uma população geral: impacto da escolaridade. *Arq Neuropsiquiatr*. março de 1994;52(1):01–7.
162. Lourenço RA, Veras RP. Mini-Mental State Examination: psychometric characteristics in elderly outpatients. *Rev Saúde Pública*. agosto de 2006;40(4):712–9.
163. WHO Expert Committee on Physical Status : the Use and Interpretation of Anthropometry (1993 : Geneva S, Organization WH. Physical status : the use of and interpretation of anthropometry , report of a WHO expert committee [Internet]. Geneva : World Health Organization; 1995 [citado 26 de fevereiro de 2019]. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/37003>
164. Schenkman ML, Clark K, Xie T, Kuchibhatla M, Shinberg M, Ray L. Spinal movement and performance of a standing reach task in participants with and without Parkinson disease. *Phys Ther*. agosto de 2001;81(8):1400–11.
165. Goulart F, Pereira LX. Uso de escalas para avaliação da doença de Parkinson em fisioterapia. *Fisioter E Pesqui*. 30 de abril de 2005;11(1):49–56.

166. Santos DA, Duarte M. A public data set of human balance evaluations. *PeerJ*. 2016;4:e2648.
167. Santos DA dos, Fukuchi CA, Fukuchi RK, Duarte M. A data set with kinematic and ground reaction forces of human balance. *PeerJ*. 27 de julho de 2017;5:e3626.
168. Silva CXD, Filho BB. *Matemática - Aula Por Aula, V.1 - 1o Ano: TRIGONOMETRIA*. Ftd - Didáticos; 431 p.
169. Latt MD, Lord SR, Morris JGL, Fung VSC. Clinical and physiological assessments for elucidating falls risk in Parkinson's disease. *Mov Disord Off J Mov Disord Soc*. 15 de julho de 2009;24(9):1280–9.
170. Huurnink A, Fransz DP, Kingma I, van Dieën JH. Comparison of a laboratory grade force platform with a Nintendo Wii Balance Board on measurement of postural control in single-leg stance balance tasks. *J Biomech*. 26 de abril de 2013;46(7):1392–5.
171. Jammalamadaka SR, Sengupta A. *Topics in Circular Statistics*. World Scientific; 2001. 348 p.
172. Jupp KVME. *Directional Statistics by Kanti V. Mardia*. Wiley; 1757.
173. Rosenthal R. Parametric measures of effect size. In: *The handbook of research synthesis*. New York, NY, US: Russell Sage Foundation; 1994. p. 231–44.
174. R Core Team. *R: a language and environment for statistical computing* R Foundation for Statistical Computing, Vienna [Internet]. 2018 [citado 1º de fevereiro de 2019]. Disponível em: <https://www.R-project.org>
175. Dimitrova D, Horak FB, Nutt JG. Postural muscle responses to multidirectional translations in patients with Parkinson's disease. *J Neurophysiol*. janeiro de 2004;91(1):489–501.
176. Alonso AC. A influência dos fatores antropométricos no equilíbrio postural: a relação entre composição corporal e medidas posturográficas em adultos jovens [Internet] [text]. Universidade de São Paulo; 2012 [citado 26 de fevereiro de 2019]. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/5/5160/tde-09082012-140737/>
177. Bankoff ADP, Bekedorf RG, Schmidt A, Ciol P, Zamai CA. Análise do equilíbrio corporal estático através de um baropodômetro eletrônico. *Conexões*. 2006;4(2):19–30.
178. Molikova R, Bezdicikova M, Langova K, Holibka V, David O, Michalikova Z, et al. The relationship between morphological indicators of human body and posture. *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czechoslov*. novembro de 2006;150(2):261–5.
179. Tsutiya N, Christovão TCL, Grecco LAC, Costa RV, Monteiro FF, Oliveira CS. Comparative Analysis of Postural Balance in Elderly Individuals With and Without Parkinson's Disease. *J Health Sci [Internet]*. 3 de julho de 2015 [citado 3 de fevereiro de 2019];13(3). Disponível em: <http://www.pgskroton.com.br/seer/index.php/JHealthSci/article/view/1203>

**ANEXOS****7.1 ANEXO I: MINI EXAME DO ESTADO MENTAL****ORIENTAÇÃO TEMPORAL:**

Anote um ponto para cada resposta certa.

3. Por favor, diga-me:

(1) Dia da semana    (2) Dia do mês    (3) mês    (4) ano    (5) hora aproximada

Total de pontos \_\_\_\_\_

**ORIENTAÇÃO ESPACIAL:**

Anote um ponto para cada resposta certa.

4. Responda:

Em que local nós estamos? (consultório, hospital, residência) (    )

Qual é o nome deste lugar? (hospital, cozinha) (    )

Em que cidade estamos? (    )

Em que estado estamos? (    )

Em que país estamos? (    )

Total de pontos \_\_\_\_\_

**REGISTRO DE MEMÓRIA IMEDIATA**

5. Eu vou dizer três palavras e você irá repeti-las a seguir, preste atenção, pois depois você terá que repeti-las novamente. (dê 1 ponto para cada palavra) Use palavras não relacionadas.

(Árvore, mesa, cachorro)

(    )A    (    )M    (    )C

Total de pontos \_\_\_\_\_

**ATENÇÃO E CÁLCULO:**

6. Vou lhe dizer alguns números e gostaria que realizasse alguns cálculos:

100-7: \_\_\_\_\_, 93-7: \_\_\_\_\_, 86-7: \_\_\_\_\_, 79-7: \_\_\_\_\_, 72-7: \_\_\_\_\_

(93, 86, 79, 72, 65)

Total de pontos \_\_\_\_\_

**MEMÓRIA RECENTE:**

7. Há alguns minutos, o (a) senhor (a) repetiu uma série de três palavras. Por favor, diga-me

agora quais ainda se lembra.

( ) A ( ) M ( ) C

Total de pontos \_\_\_\_

Anote um ponto para cada resposta correta.

#### LINGUAGEM:

Anote um ponto para cada resposta correta.

8. Aponte a caneta e o relógio e peça para nomeá-los

( ) C ( ) R

Permita 10 segundos para cada um

Total de pontos \_\_\_\_

9. Repita a frase que vou lhe dizer (repetir em voz alta, bem articulada e lentamente).

“Nem aqui, nem ali, nem lá”.

Total de pontos \_\_\_\_

10. Dê ao entrevistado uma folha de papel, na qual esteja escrito em letras grandes: **FECHE OS OLHOS**: Leia este papel e diga o que está escrito.

Permita 10 segundos.

Total de pontos \_\_\_\_

11. Vou lhe entregar um papel e quando eu te entregar, pegue com a mão direita, dobre-o na metade com duas mãos e coloque-o no chão.

( ) P ( ) D ( ) C

Total de pontos \_\_\_\_

12. Pedir ao entrevistado que escreva uma frase em um papel em branco.

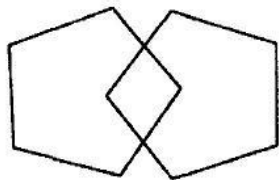
O senhor poderia escrever uma frase completa de sua escolha? (contar um ponto se frase tiver sujeito, verbo, predicado sem levar em conta erros de ortografia ou sintaxe). Se o entrevistado não fizer corretamente, perguntar-lhe: Isso é uma frase/ e permitir corrigir se tiver consciência do seu erro (máximo de 30 segundos).

Total de pontos \_\_\_\_

13. Por favor, copie esse desenho (entregue ao entrevistado o desenho e peça-o para copiar). A



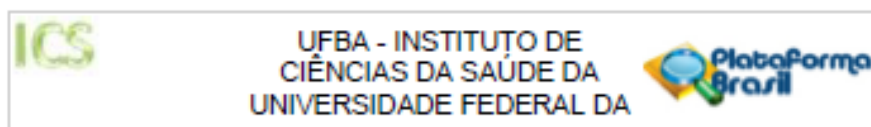
ação está correta se o desenho tiver dois pentágonos com interseção de um ângulo.  
Anotar 1 ponto se o desenho estiver correto.



Total de pontos \_\_\_\_\_

ESCORE TOTTAL \_\_\_\_\_ (até 30 pontos)

## 7.2 ANEXO II – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA



**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** COMPORTAMENTO DOS PARÂMETROS DA MEDIDA DO EQUILÍBRIO ESTÁTICO E CARACTERIZAÇÃO DA VARIABILIDADE DO MOVIMENTO DOS MEMBROS SUPERIORES OBTIDOS PELO CVMOB EM INDIVÍDUOS COM DOENÇA DE PARKINSON EM ACOMPANHAMENTO AMBULATORIAL E DO SEU FAMILIAR

**Pesquisador:** Juliana Leal de Oliveira

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 69585317.8.0000.5662

**Instituição Proponente:** Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Bahia

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 2.389.790

**Apresentação do Projeto:**

Os sintomas motores são condições que estão presentes na doença de Parkinson tornando necessário a sua identificação e avaliação, portanto esse trabalho tem um corte seccional com objetivo de descrever como se comportam os parâmetros da medida de equilíbrio estático e caracterizar a variabilidade do movimento dos membros superiores por meio do CvMob em acidentes diagnosticados com doença de Parkinson em tratamento e seguimento ambulatorial e do seu familiar que o acompanha na rotina desse tratamento. Portanto, o uso de uma tecnologia específica que possa ser aplicada na área da saúde com a finalidade de mensurar e obter dados quantitativos relacionados aos sintomas motores presentes na doença, favorece a compreensão das condições que estão vinculadas ao controle motor e são de grande importância para a prática clínica, favorecendo na geração de dados cinemáticos importantes para o acompanhamento da evolução do curso da doença, bem como a repercussão motora ao longo do tempo podendo se comportar como mais um importante marcador funcional. O método utilizado será através de capturas de imagens e posterior análise em um software específico e de livre acesso, CVMOB. Serão realizadas algumas avaliações por meio de imagens para avaliação do equilíbrio estático, tremor dos membros superiores e avaliação do membro superior dentro de uma atividade que posteriormente serão analisadas e também comparadas essas avaliações com o estabelecimento da

Endereço: Miguel Calmon	CEP: 40.110-902
Bairro: Vale do Canela	
UF: BA	Município: SALVADOR
Telefone: (71)3283-8961	E-mail: ocp.ics@outlook.com



UFBA - INSTITUTO DE  
CIÊNCIAS DA SAÚDE DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DA



Continuação do Parecer: 2.386.790

doença. Algumas medidas de avaliação subjetiva serão também utilizadas, como a escala de berg e o teste de Romberg e a escala de estadiamento da doença Hoehn e Yahr.

**Objetivo da Pesquisa:**

**Objetivo Primário:**

Descrever como se comportam os parâmetros da medida de equilíbrio estático e caracterizar a variabilidade do movimento dos membros superiores por meio do CvMob em pacientes diagnosticados com doença de Parkinson em tratamento e seguimento ambulatorial e do seu familiar que o acompanha na rotina desse tratamento.

**Objetivo Secundário:**

Descrever o perfil sociodemográfico e antropométrico da população em estudo; Descrever as trajetórias espaciais e espaço-temporais ao longo das direções AP e ML de ambos os grupos investigados;

Descrever a variabilidade encontrada no controle postural nos pacientes investigados e comparar com seu familiar; Comparar os resultados encontrados dos parâmetros da medida de equilíbrio entre os indivíduos com doença de Parkinson e seus familiares;

Descrever os resultados obtidos dos parâmetros da medida de equilíbrio estático encontrados pelo CvMOB segundo os resultados demonstrados na escala de Berg, no teste de Romberg e de acordo com o estadiamento da doença.

Descrever as diferenças quantitativas do tremor e do equilíbrio obtidas pelo CvMOB e compará-las com os estágios de classificação dadas pela escala Hoehn e Yahr. Comparar as medidas de variabilidade do movimento dos membros superiores com os diferentes estágios do tremor avaliados pelo CvMob e com o grau de estadiamento da doença.

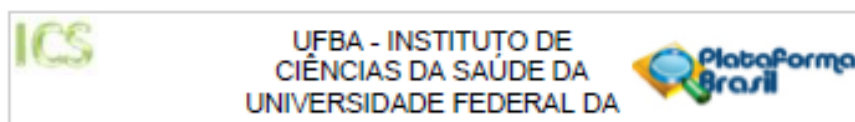
Comparar as medidas de variabilidade dos membros superiores entre o voluntário com diagnóstico de doença de Parkinson e o acompanhante familiar.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

**Riscos:**

Não há efeitos colaterais e os riscos, apesar de quase nulos, estarão relacionados com o risco de quedas e que serão minimizados pela supervisão de um fisioterapeuta experiente durante todo o momento da pesquisa. E, caso ocorram, todo o suporte será feito no ambulatório que realizará a pesquisa de forma imediata e por quanto tempo for necessário. Poderá haver cansaço durante a realização das avaliações que poderá ser interrompida a qualquer momento, caso haja

Endereço: Miguel Calmon  
Bairro: Vale do Canela CEP: 40.110-902  
UF: BA Município: SALVADOR  
Telefone: (71)3283-8981 E-mail: cep.ics@outlook.com



Continuação do Parecer: 2.196.790

necessidade, além do tempo de descanso que será dado entre as avaliações. Além do risco de vazamento de dados e perda de confidencialidade que será minimizado através da codificação dos dados dos participantes.

**Benefícios:**

O equilíbrio é uma condição importante para manter a função do corpo e para a realização de atividades do dia a dia, portanto, o uso de um equipamento que possa ser aplicada na área da saúde com o objetivo de trazer informações sobre as medidas do equilíbrio são de grande importância para a prática do profissional que acompanha seus pacientes, trazendo benefícios aos participantes, na medida em que, os dados observados a partir deste estudo favorecerão no conhecimento do comportamento do equilíbrio em situações individuais e ajudando no acompanhamento ambulatorial ao qual fazem parte e no tratamento de reabilitação desses sujeitos

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Constam no item Conclusões

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Todos os termos foram apresentados e encontram-se adequados.

**Recomendações:**

Constam no item Conclusões

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Resposta(s) ao PARECER CEP nº 2.196.437

**1. Quanto ao TCLE:**

1.1 Como o documento em questão é um convite ao participante, o mesmo necessita ser redigido com linguagem simples, de fácil compreensão e direcionado ao participante da pesquisa. Solicita-se, então, revisão geral do documento, com a finalidade de reescrever, especialmente, trechos como os seguintes: "DESCRIÇÃO E PROCEDIMENTOS DO ESTUDO: Participarão do estudo indivíduos com diagnóstico de doença de Parkinson (DP), atendidos no ambulatório do serviço de neurologia do Hospital Universitário Professor Edgard Santos (HUPES/UFBA) e seu familiar que o acompanha na rotina desse seguimento ambulatorial. O (A) Senhor (a) foi escolhido (a) a participar

Endereço: Miguel Calmon  
 Bairro: Vale do Camela CEP: 40.110-902  
 UF: BA Município: SALVADOR  
 Telefone: (71)3283-8261 E-mail: cep.ics@outlook.com

BRASIL 05/04/16



UFBA - INSTITUTO DE  
CIÊNCIAS DA SAÚDE DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DA



Continuação do Parecer: 2.308.790

do estudo porque tem idade maior que 18 anos e menor que 65 anos, realiza acompanhamento no ambulatório citado ou acompanha o seu familiar para atendimento, consegue ficar em pé durante 30 segundos sem ajuda e não utiliza órtese (equipamento utilizado no corpo para ajudar no movimento ou para manter uma postura) para manter-se em pé"; "Após entender e concordar em participar, serão realizados: Coleta de informações através de uma ficha de avaliação com informações sobre: sexo, idade, altura, peso, diagnóstico clínico, tempo de diagnóstico, alteração do movimento, realização de fisioterapia, quanto tempo de fisioterapia, realização de outras atividades físicas, tempo de início e duração das atividades, uso de medicamentos, tempo de início e a dose utilizada. Nos participantes com diagnóstico de DP será aplicada uma Escala de Hoehn e Yahr que contém itens para avaliar a gravidade da doença."; "... que contém itens para avaliar a gravidade da doença"; entre outros.

#### Respostas

a) Foram incluídas as devidas informações no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, com a finalidade de atender aos novos objetivos e explicando como será realizada a avaliação dos membros superiores.

b) Foram realizados os ajustes sinalizados pelo CEP de acordo com o que foi solicitado no parecer. Para isso foi realizado a inclusão de dois TCLE um para o participante com diagnóstico de doença de Parkinson e outro para seu familiar e demais modificações solicitadas, todas sinalizadas em amarelo no texto.

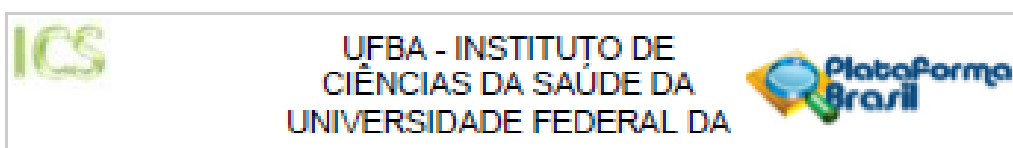
Análise: Pendência atendida.

1.2. Solicita-se reescrever trechos sobre o CEP, como o seguinte: "O Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Bahia foi autorizado pelo Conselho Nacional de Ética em Pesquisa do Conselho Nacional de Saúde tem como missão zelar pelos aspectos éticos", visto que não há necessidade de apresentar autorizações e missão do Comitê. Ressalta-se que no TCLE deve constar, de forma explícita, os meios de contato com o CEP (ao menos, endereço e telefone), assim como os horários de atendimento ao público, bem como é necessário explicar em linguagem simples o que representa um CEP.

1.3. Como o CEP não faz inspeções. Solicita-se reescrever o trecho no qual há tal afirmação.

1.4. De acordo com a Resolução 510 de 2016, artigo 8: "As informações sobre a pesquisa devem ser transmitidas de forma acessível e transparente para que o convidado a participar de uma

Endereço: Miguel Calmon	CEP: 40.110-902
Bairro: Vale do Canela	
UF: BA	Município: SALVADOR
Telefone: (71)3283-8261	E-mail: cep.ics@outlook.com



Continuação do Parecer: 2.348.790

pesquisa, ou seu representante legal, possa se manifestar, de forma autônoma, consciente, livre e esclarecida". Diante disso, solicita-se especificar como será a participação dos diferentes participantes, incluindo informações sobre: quanto tempo durará a "entrevista", descrição dos procedimentos dos testes, se poderá ocorrer mais de um encontro, se será realizada uma entrevista individual, etc. É necessário também que o pesquisador esclareça os critérios de seleção utilizados, diferenciando aqueles adotados para a inclusão de participantes acometidos pelo Parkinson e participantes cuidadores, uma vez que consta no texto: "... O (A) Senhor (a) foi escolhido (a)...".

1.5. Solicita-se explicar em linguagem acessível o termo "escala" e a particularidade das mesmas no seguinte trecho "Nos participantes com diagnóstico de DP será aplicado uma Escala de Hoehn e Yahr".

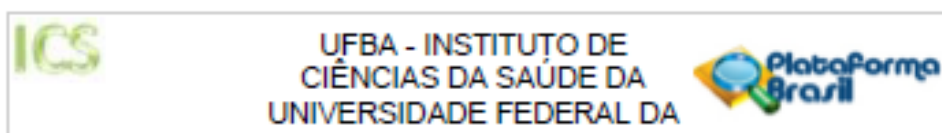
1.6. Solicita-se a retirada do trecho: "...Caso o paciente não tenha condições de ler e/ou compreender este TCLE, o mesmo poderá ser assinado e datado por um membro da família ou responsável legal pelo paciente". Salienta-se que para os casos em que o participante de pesquisa não apresenta condições de consentir, o TCLE deve ser ELABORADO e apresentado ao seu responsável legal.

1.7. Como a pesquisa abordará públicos diferentes, solicita-se a construção de dois TCLE's, isto é, um para os participantes acometidos pelo Parkinson e outro para o familiar, com destaque para explicações sobre a especificidade da participação dos diferentes sujeitos;

1.8. A Resolução 510 de 2016, artigo 19, define que: "o pesquisador deve estar sempre atento aos riscos que a pesquisa possa acarretar aos participantes em decorrência dos seus procedimentos, devendo para tanto serem adotadas medidas de precaução e proteção, a fim de evitar dano ou atenuar seus efeitos. Desta forma, solicita-se rever o item danos, especificando/incluindo: a) indenização e b) assistência integral imediata e por quanto tempo for necessário. Ressalta-se que deve ser excluído do TCLE o trecho que aborda a necessidade de confirmação denexo causal, pois a garantia da assistência a ser prestada não deve ser vinculada à confirmação do mesmo, considerando que tal processo de comprovação poderia demandar tempo, o que, em última análise, prejudicaria ainda mais o participante de pesquisa. Não é razoável do ponto de vista ético declarar no TCLE que o participante receberá assistência se for comprovado que a pesquisa provocou danos.

1.9. Solicita-se incluir no item "compensação" que o ressarcimento de despesas será garantido ao participante da pesquisa, bem como ao seu acompanhante.

1.10. Solicita-se esclarecimentos sobre a realização de consulta de documentos como se lê no



Continuação do Parecer: 2.388.790

seguinte trecho: "...Os registros médicos que trazem a sua identificação e esse termo de consentimento assinado poderão ser inspecionados por agências reguladoras e pelo CEP".

1.11. Solicita-se incluir no item "riscos" todos os potenciais riscos para o participante da pesquisa, como por exemplo o risco de vazamento de dados e perda de confidencialidade. Adicionalmente, o TCLE deve explicar como será o mecanismo utilizado para garantir a confidencialidade e a anonimização dos dados (exemplo: codificação dos dados, senha de acesso aos bancos de dados, etc.).

1.12. Solicita-se incluir horários de funcionamento do CEP ICS;

1.13. Ainda de acordo com a Resolução 510 de 2016, artigo 17 (IV) que assegura a "garantia aos participantes do acesso aos resultados da pesquisa", solicita-se detalhar como o participante terá acesso aos resultados do estudo.

1.14. Solicita-se substituir a expressão "paciente" por "participante".

1.15. Solicita-se rever numeração das páginas, incluindo o número total das mesmas, como por exemplo 1/4, 2/4, 3/4 e 4/4.

1.16. Solicita-se incluir a informação que todas as páginas do TCLE serão rubricadas, e assinadas ao final, pelo participante e pelo pesquisador responsável.

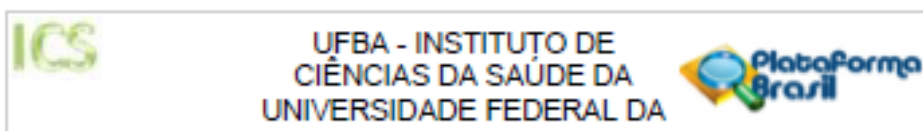
Resposta: Foram realizados os ajustes sinalizados pelo CEP de acordo com o que foi solicitado no parecer. Para isso foi realizado a inclusão de dois TCLE um para o participante com diagnóstico de doença de Parkinson e outro para seu familiar e demais modificações solicitadas, todas sinalizadas em amarelo no texto.

Análise: Pendência atendida.

#### Considerações Finais a critério do CEP:

Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Ciências da Saúde (CEP ICS), de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS nº. 466 de 2012 e na Norma Operacional nº. 001 de 2013 do CNS, manifesta-se pela aprovação do projeto de pesquisa proposto. Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP ICS de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, inicialmente em 21/05/2018, e ao término do estudo. O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu

Endereço: Miguel Calmon	CEP: 40.110-902
Bairro: Vale do Canela	
UF: BA Município: SALVADOR	
Telefone: (71)3283-8261	E-mail: cep.ics@outlook.com



Continuação do Parecer: 2.308.790

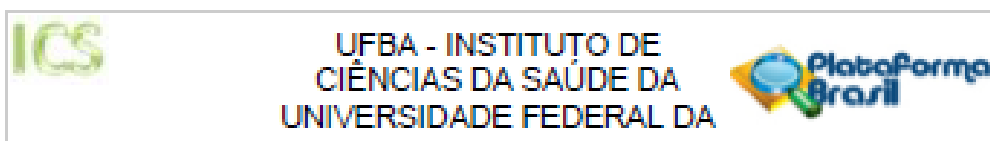
consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 466/12 em substituição à Res. CNS 196/96 - Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d). O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delimitada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III.3.z), aguardando seu parecer, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos da pesquisa (Item V.3) que requeiram ação imediata. O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária ANVISA junto com seu posicionamento.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_817206.pdf	05/09/2017 10:59:51		Aceito
Outros	CARTAresposta.odt	03/09/2017 11:42:52	Juliana leal de oliveira	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETOATUALIZADO.odt	28/08/2017 18:40:24	Juliana leal de oliveira	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Inclusaopesquisador.pdf	28/08/2017 18:39:26	Juliana leal de oliveira	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	tclefamiliar.odt	28/08/2017 18:39:01	Juliana leal de oliveira	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	tclevoluntario.odt	28/08/2017 18:37:42	Juliana leal de oliveira	Aceito
Folha de Rosto	folhaderosto.pdf	20/05/2017 11:41:26	Juliana leal de oliveira	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	CARTEANUENCIA.pdf	11/05/2017 21:12:19	Juliana leal de oliveira	Aceito
Declaração de Pesquisadores	termoresponsabilidad.pdf	11/05/2017 21:11:05	Juliana leal de oliveira	Aceito

Endereço: Miguel Calmon  
 Bairro: Vale do Caracol CEP: 40.110-902  
 UF: BA Município: SALVADOR  
 Telefone: (71)3283-8951 E-mail: cep\_ics@outlook.com





Continuação do Parecer: 2.369.790

Declaração de Pesquisadores	cartadeencaminhament.pdf	11/05/2017 21:10:21	Juliana leal de oliveira	Aceito
Declaração de Pesquisadores	declaracaoconfidencialidade.pdf	11/05/2017 21:09:08	Juliana leal de oliveira	Aceito
Declaração de Pesquisadores	equipe.pdf	11/05/2017 21:00:37	Juliana leal de oliveira	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO.pdf	11/05/2017 20:15:47	Juliana leal de oliveira	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

SALVADOR, 21 de Novembro de 2017

---

Assinado por:  
Antônio Fernando Pereira Faloão  
(Coordenador)

Endereço: Miguel Calmon	CEP: 40.110-602
Bairro: Vale do Canela	
UF: BA	Município: SALVADOR
Telefone: (71)3283-6261	E-mail: cep_ics@outlook.com

## APÊNDICE

### 8.1 APÊNDICE I – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE – ICS  
Programa de Pós graduação de Processos Interativos de  
Órgãos e Sistemas

#### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)**

**Título do estudo:** “COMPORTAMENTO DOS PARÂMETROS DA MEDIDA DO EQUILÍBRIO ESTÁTICO E CARACTERIZAÇÃO DA VARIABILIDADE DO MOVIMENTO DOS MEMBROS SUPERIORES OBTIDOS PELO CVMOB EM INDIVÍDUOS COM DOENÇA DE PARKINSON EM ACOMPANHAMENTO AMBULATORIAL E DO SEU FAMILIAR”.

**Pesquisadora Responsável:** Juliana Leal de Oliveira e Manuella Castro Silva Pestana

**Destinado:** Participante com doença de Parkinson

O (A) Senhor (a) está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa com título “**COMPORTAMENTO DOS PARÂMETROS DA MEDIDA DO EQUILÍBRIO ESTÁTICO E CARACTERIZAÇÃO DA VARIABILIDADE DO MOVIMENTO DOS MEMBROS SUPERIORES OBTIDOS PELO CVMOB EM INDIVÍDUOS COM DOENÇA DE PARKINSON EM ACOMPANHAMENTO AMBULATORIAL E DO SEU FAMILIAR**”. Por favor, leia este documento com bastante atenção antes de assiná-lo. Caso haja alguma palavra ou frase que o (a) senhor (a) não consiga entender, converse com o pesquisador responsável pelo estudo ou com um membro da equipe desta pesquisa para esclarecimento. A proposta deste termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) é explicar tudo sobre o estudo e solicitar a sua permissão para participar do mesmo.

Nessa pesquisa pretendemos descrever o comportamento das medidas do equilíbrio estático (se refere as mudanças, os movimentos, na sua postura que acontecem quando o senhor (a) está em uma posição parada) e a variabilidade dos movimentos dos membros superiores, por meio de filmagens, que será avaliada pelo programa de computador, CvMob. Nessas filmagens serão captadas apenas os movimentos das mãos e do seu corpo pelo movimento da cabeça, sendo garantida a preservação da sua imagem. Além disso, descrever as oscilações e variações do movimento de sua cabeça durante a avaliação do equilíbrio; comparar os

resultados encontrados das medidas do equilíbrio entre o senhor (a) e seu familiar; Descrever as características relacionadas a sua moradia, grau de escolaridade, sexo, renda, idade e dados relacionados ao seu peso e altura; Comparar as medidas de variação do movimento das suas mãos com os diferentes estágios do tremor, caso o senhor (a) apresente e com o grau de evolução da doença de parkinson; Comparar as medidas de variação do movimento das mãos entre o senhor (a) e seu acompanhante familiar;

O motivo que nos leva a realizar essa pesquisa é o fato de que o equilíbrio e a função das mãos são bastante importantes para a realização de diversas atividades do dia a dia e a doença de Parkinson pode levar a um comprometimento dessas condições, portanto será importante a comparação dos resultados obtidos no seu familiar com os seus para entendimento da doença criando dessa forma possibilidades de avaliação e tratamento da doença de Parkinson.

O (a) Senhor (a) foi escolhido (a) a participar do estudo porque tem diagnóstico de Doença de Parkinson, tem idade superior a 18 anos realiza acompanhamento no ambulatório do serviço de neurologia do Hospital Universitário Professor Edgard Santos (HUPES/UFBA), consegue ficar em pé durante 1 minuto sem ajuda, não utiliza equipamento no corpo para ajudar no movimento, para manter uma postura adequada ou até mesmo para se manter em pé e não apresenta problemas para realizar a movimentação da mão, punho cotovelo e ombro.

A duração do estudo será de dois anos, porém a sua participação no estudo será em apenas uma avaliação, sendo necessário apenas um encontro. Um segundo encontro acontecerá caso o (a) senhor (a) prefira pegar os resultados das avaliações pessoalmente. Esses resultados serão fornecidos de forma impressa, no papel, no final da pesquisa aos participantes do estudo e serão explicados cada item pelo pesquisador principal, e portanto, essa entrega poderá ser feita diretamente no ambulatório da pesquisa, em dias previamente agendados ou encaminhadas por e-mail ou por correio, caso o (a) senhor (a) preferir.

Portanto, após entender e concordar em participar da pesquisa o senhor (a) será levado (a) até uma sala onde os seguintes procedimentos serão explicados e realizados:

1. Será realizada uma avaliação inicial sobre suas informações gerais incluindo: sexo, idade, altura, peso, diagnóstico clínico, tempo de diagnóstico, alteração do movimento, realização de fisioterapia, quanto tempo de fisioterapia, realização de outras atividades físicas, tempo de início e duração das atividades, uso de medicamentos, tempo de início e a dose utilizada. Um teste chamado “Escala de Hoehn e Yahr” será aplicado para avaliar a gravidade da doença, sua aplicação é rápida e obtida por avaliação de sintomas motores.

2. Será realizada uma avaliação com o teste Mini Exame do Estado Mental para avaliar a sua capacidade de compreensão composta de algumas perguntas relacionadas a memória, atenção e orientação.
3. Em seguida, será realizado um teste para avaliar a capacidade que o Senhor (a) tem para se manter em pé, será pedido para o senhor (a) que fique na posição em pé com os olhos abertos e depois com os olhos fechados para avaliar se o seu corpo irá se movimentar para os lados, indicando uma alteração do equilíbrio.
4. Outro teste será aplicado, chamada “Escala de Berg” que tem 14 itens que avalia as atividades realizadas no seu dia a dia, cada item possui cinco alternativas que vai de 0 a 4 (0 quando não consegue fazer a atividade e 4 quando consegue fazer a tarefa sozinho) e o resultado final pode ter uma pontuação de até 56 pontos, quanto menor a pontuação indica uma maior chance de cair.
5. Será realizado uma avaliação do seu equilíbrio na postura em pé por meio de filmagens que será avaliada por um programa de computador chamado CvMob. Será anotado informações sobre as oscilações (movimentos) do seu corpo capturadas pelo movimento da sua cabeça que informam sobre o equilíbrio. O (A) senhor (a) será devidamente orientado (a), será solicitado que retire o excesso de roupas que possam prejudicar a avaliação (sapatos, relógios, pertences pessoais, celulares) e que possam alterar o peso do corpo. Logo após, o (a) senhor (a) deverá permanecer em pé, o mais parado possível, com os pés apoiados no chão, com os braços ao longo do corpo e será solicitado para o (a) senhor (a) que fique inicialmente com os olhos abertos durante 1 minuto e depois com os olhos fechados durante 1 minuto.
6. Será realizado a captura das imagens apenas das suas mãos, tanto da mão direita, quanto da mão esquerda, uma de cada vez, com intervalo de um minuto entre elas. Será solicitado que o (a) senhor (a) fique em pé com as costas apoiadas na parede durante um tempo de 1 minuto e 30 segundos.
7. Por fim, será realizado a captura das imagens apenas da movimentação das suas mãos, tanto da mão direita, quanto da mão esquerda. Para isso será necessário que você realize a movimentação aleatória com uma caneta em um papel, durante 40 segundos, com uma das mãos, uma de cada vez, com intervalo de um minuto entre elas.

No dia da avaliação será entregue para o (a) senhor (a) uma cartilha com orientações sobre exercícios que podem ser realizados em casa que ajudam no equilíbrio na doença de Parkinson e será devidamente explicado cada exercício por um fisioterapeuta membro da equipe da pesquisa.

#### RISCOS POTENCIAIS, EFEITOS COLATERAIS E DESCONFORTOS:

Não há efeitos colaterais e os riscos, apesar de quase nulos, estarão relacionados com o risco de quedas e que serão minimizados pela supervisão de um fisioterapeuta experiente durante todo o momento da pesquisa. E, caso ocorram, todo o suporte será feito no ambulatório que realizará a pesquisa de forma imediata e por quanto tempo for necessário. Poderá haver cansaço durante a realização das avaliações que poderá ser interrompida a qualquer momento, caso haja necessidade, além do tempo de descanso que será dado entre as avaliações. Além do risco de vazamento de dados e perda de confidencialidade que será minimizado através da colocação dos dados dos participantes em forma de códigos.

#### BENEFÍCIOS:

O equilíbrio é uma condição importante para manter a função do corpo e para a realização de atividades do dia a dia, portanto, o uso de um equipamento que possa ser aplicada na área da saúde com o objetivo de trazer informações sobre as medidas do equilíbrio são de grande importância para a prática do profissional que acompanha seus pacientes, trazendo benefícios aos participantes, na medida em que, os dados observados a partir deste estudo favorecerão no conhecimento do comportamento do equilíbrio em situações individuais e ajudando no acompanhamento ambulatorial ao qual fazem parte e no tratamento de reabilitação desses sujeitos.

#### COMPENSAÇÃO:

Para participar do estudo, o (a) senhor (a) não terá nenhum custo, nem receberá nenhuma vantagem financeira. Nos casos de necessidade gastos com deslocamento e alimentação para a realização da pesquisa, conforme direito do participante, este terá o devido ressarcimento.

#### PARTICIPAÇÃO VOLUNTÁRIA/DESISTÊNCIA DO ESTUDO:

Sua participação neste estudo é totalmente voluntária, ou seja, o (a) senhor (a) somente participa se quiser. A não participação no estudo não implicará em nenhuma alteração no seu acompanhamento médico tão pouco alterará a relação da equipe médica com o mesmo. Após assinar o consentimento, você terá total liberdade de retirá-lo a qualquer momento e deixar de participar do estudo se assim o desejar, sem quaisquer prejuízos à continuidade do tratamento e acompanhamento na instituição.

#### NOVAS INFORMAÇÕES:

Quaisquer novas informações que possam afetar a sua segurança ou influenciar na decisão de continuar a participação no estudo serão fornecidas ao o senhor (a) por escrito. Se o (a) senhor (a) decidir continuar nesse estudo terá que assinar um novo (revisado) Termo de Consentimento informado para documentar seu conhecimento sobre novas informações.

#### EM CASO DE DANOS RELACIONADOS A PESQUISA:

Em caso de dano pessoal, diretamente causado pelos procedimentos propostos neste estudo, o participante tem direito a tratamento médico na Instituição, bem como às indenizações legalmente estabelecidas.

Todas as informações colhidas e os resultados dos testes serão analisados em caráter estritamente científico, mantendo-se a confidencialidade (segredo) do participante a todo o momento, ou seja, em nenhum momento os dados que o identifique serão divulgados, a menos que seja exigido por lei. Será realizado codificação dos dados dos participantes a fim de garantir confidencialidade.

Os resultados desta pesquisa poderão ser apresentados em reuniões ou publicações, contudo, sua identidade não será revelada nessas apresentações.

#### EM CASO DE DÚVIDA:

Em qualquer etapa do estudo você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. A pesquisadora responsável pelo estudo são as Fisioterapeutas Juliana Leal de Oliveira e Manuella Castro Silva Pestana que poderão ser encontradas no programa de pós-graduação em processos interativos de órgãos e sistemas da Universidade federal da Bahia.

PESQUISADOR(A) RESPONSÁVEL: JULIANA LEAL DE OLIVEIRA

ENDEREÇO: PROCESSOS INTERATIVOS DOS ÓRGÃOS E SISTEMAS; INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE; AVENIDA REITOR MIGUEL CALMON S/N -VALE DO CANELA

ANDAR: 4º ANDAR

SALVADOR (BA) - CEP: 40110100

FONE: (71) 999602554/ 3233-5798 E-MAIL: JLEALFISIO@YAHOO.COM.BR

PESQUISADORA: MANUELLA CASTRO SILVA PESTANA

ENDEREÇO: PROCESSOS INTERATIVOS DOS ÓRGÃOS E SISTEMAS; INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE; AVENIDA REITOR MIGUEL CALMON S/N -VALE DO CANELA

ANDAR: 4º ANDAR

SALVADOR (BA) - CEP: 40110100

FONE: (71) 992765172 E-MAIL: MANUELLA\_CASTRO@HOTMAIL.COM

CEP/ICS – COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

AVENIDA REITOR MIGUEL CALMON, S/N, VALE DO CANELA

CEP:40110-100 SALVADOR-BAHIA

TELEFONE: (71) 3283-8043/ E-MAIL: cepics@ufba.br

FUNCIONAMENTO DE SEGUNDA A SEXTA PELAS MANHÃS

#### DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO:

Concordo em participar do estudo intitulado **“COMPORTAMENTO DOS PARÂMETROS DA MEDIDA DO EQUILÍBRIO ESTÁTICO E CARACTERIZAÇÃO DA VARIABILIDADE DO MOVIMENTO DOS MEMBROS SUPERIORES OBTIDOS PELO CVMOB EM INDIVÍDUOS COM DOENÇA DE PARKINSON EM ACOMPANHAMENTO AMBULATORIAL E DO SEU FAMILIAR”**.

Li e entendi o documento de consentimento e o objetivo do estudo, bem como seus possíveis benefícios e riscos. Tive oportunidade de perguntar sobre o estudo e todas as minhas dúvidas foram esclarecidas. Entendo que estou livre para decidir não participar desta pesquisa. Entendo que ao assinar este documento, não estou abdicando de nenhum de meus direitos legais.

Todas as páginas do TCLE serão rubricadas, e assinadas ao final, pelo participante e pelo pesquisador responsável.

Eu autorizo a utilização dos meus registros médicos (prontuário médico) pelo pesquisador, autoridades regulatórias e pelo Comitê de ética em Pesquisa (CEP) da instituição. Esse documento foi emitido em duas cópias, sendo que uma delas será assinada por mim e pela pesquisadora responsável e ficará em minhas mãos.

Salvador-BA, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

---

Nome completo do participante

Data

---

Nome completo do pesquisador responsável

Data

---

Nome completo da testemunha

Data

---

Juliana Leal de Oliveira/ Manuella Castro Silva Pestana



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE – ICS  
Programa de Pós graduação de Processos Interativos de  
Órgãos e Sistemas

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)**

**Título do estudo:** “COMPORTAMENTO DOS PARÂMETROS DA MEDIDA DO EQUILÍBRIO ESTÁTICO E CARACTERIZAÇÃO DA VARIABILIDADE DO MOVIMENTO DOS MEMBROS SUPERIORES OBTIDOS PELO CVMOB EM INDIVÍDUOS COM DOENÇA DE PARKINSON EM ACOMPANHAMENTO AMBULATORIAL E DO SEU FAMILIAR”.

**Pesquisadora Responsável:** Juliana Leal de Oliveira e Manuella Castro Silva Pestana

**Destinado:** Familiar

O (A) Senhor (a) está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa com título “**COMPORTAMENTO DOS PARÂMETROS DA MEDIDA DO EQUILÍBRIO ESTÁTICO E CARACTERIZAÇÃO DA VARIABILIDADE DO MOVIMENTO DOS MEMBROS SUPERIORES OBTIDOS PELO CVMOB EM INDIVÍDUOS COM DOENÇA DE PARKINSON EM ACOMPANHAMENTO AMBULATORIAL E DO SEU FAMILIAR**”. Por favor, leia este documento com bastante atenção antes de assiná-lo. Caso haja alguma palavra ou frase que o (a) senhor (a) não consiga entender, converse com o pesquisador responsável pelo estudo ou com um membro da equipe desta pesquisa para esclarecimento. A proposta deste termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) é explicar tudo sobre o estudo e solicitar a sua permissão para participar do mesmo.

Nessa pesquisa pretendemos descrever o comportamento das medidas do equilíbrio estático (se refere as mudanças, os movimentos, na sua postura que acontecem quando o senhor (a) está em uma posição parada) e a variabilidade dos movimentos dos membros superiores, por meio de filmagens, que será avaliada pelo programa de computador, CvMob. Nessas filmagens serão captadas apenas os movimentos das mãos e do seu corpo pelo movimento da cabeça, sendo garantida a preservação da sua imagem. Além disso, descrever as oscilações e variações do movimento de sua cabeça durante a avaliação do equilíbrio; comparar os resultados encontrados das medidas do equilíbrio entre o senhor (a) e seu familiar; Descrever as características relacionadas a sua moradia, grau de escolaridade, sexo, renda, idade e dados

relacionados ao seu peso e altura; Comparar as medidas de variação do movimento das suas mãos com os diferentes estágios do tremor, caso o senhor (a) apresente e com o grau de evolução da doença de Parkinson; Comparar as medidas de variação do movimento das mãos entre o senhor (a) e seu acompanhante familiar;

O motivo que nos leva a realizar essa pesquisa é o fato de que o equilíbrio e a função das mãos são bastante importantes para a realização de diversas atividades do dia a dia e a doença de Parkinson pode levar a um comprometimento dessas condições, portanto será importante a comparação dos resultados obtidos no seu familiar com os seus para entendimento da doença criando dessa forma possibilidades de avaliação e tratamento da doença de Parkinson.

O (a) Senhor (a) foi escolhido (a) a participar do estudo porque tem idade superior a 18 anos realiza, acompanha o seu familiar no ambulatório do serviço de neurologia do Hospital Universitário Professor Edgard Santos (HUPES/UFBA) e tem parentesco com o mesmo, consegue ficar em pé durante 30 segundos sem ajuda, não utiliza equipamento no corpo para ajudar no movimento, para manter uma postura adequada ou até mesmo para se manter em pé e não apresenta problemas para realizar a movimentação da mão, punho cotovelo e ombro.

A duração do estudo será de dois anos, porém a sua participação no estudo será em apenas uma avaliação, sendo necessário apenas um encontro. Um segundo encontro acontecerá caso o (a) senhor (a) prefira pegar os resultados das avaliações pessoalmente. Esses resultados serão fornecidos de forma impressa, no papel, no final da pesquisa aos participantes do estudo e serão explicados cada item pelo pesquisador principal, e portanto, essa entrega poderá ser feita diretamente no ambulatório da pesquisa, em dias previamente agendados ou encaminhadas por e-mail ou por correio, caso o (a) senhor (a) preferir.

Portanto, após entender e concordar em participar da pesquisa o senhor (a) será levado (a) até uma sala individualizada onde os seguintes procedimentos serão explicados e realizados:

1. Será realizada uma avaliação inicial sobre suas informações gerais incluindo: sexo, idade, altura, peso, realização de atividades físicas, tempo de início e duração das atividades, uso de medicamentos, tempo de início e a dose utilizada.
2. Será realizada uma avaliação com o teste Mini Exame do Estado Mental para avaliar a sua capacidade de compreensão composta de algumas perguntas relacionadas a memória, atenção e orientação.
3. Em seguida, será realizado um teste para avaliar a capacidade que o (a) Senhor (a) tem para se manter em pé, será pedido para o senhor (a) que fique na posição em pé com os olhos abertos

e depois com os olhos fechados para avaliar se o seu corpo irá se movimentar para os lados, indicando uma alteração do equilíbrio.

4. Outro teste será aplicado, chamada “Escala de Berg” que tem 14 itens que avalia as atividades realizadas no seu dia a dia, cada item possui cinco alternativas que vai de 0 a 4 (0 quando não consegue fazer a atividade e 4 quando consegue fazer a tarefa sozinho) e o resultado final pode ter uma pontuação de até 56 pontos, quanto menor a pontuação indica uma maior chance de cair.

5. Será realizado uma avaliação do seu equilíbrio na postura em pé por meio de filmagens que será avaliada por um programa de computador chamado CvMob. Será anotado informações sobre as oscilações (movimentos) do seu corpo capturadas pelo movimento da sua cabeça que informam sobre o equilíbrio. O (A) senhor (a) será devidamente orientado (a), será solicitado que retire o excesso de roupas que possam prejudicar a avaliação (sapatos, relógios, pertences pessoais, celulares) e que possam alterar o peso do corpo. Logo após, o (a) senhor (a) deverá permanecer em pé, o mais parado possível, com os pés apoiados no chão, com os braços ao longo do corpo e será solicitado para o (a) senhor (a) que fique inicialmente com os olhos abertos durante 1 minuto e depois com os olhos fechados durante 1 minuto.

6. Será realizado a captura das imagens apenas das suas mãos, tanto da mão direita, quanto da mão esquerda, uma de cada vez, com intervalo de um minuto entre elas. Será solicitado que o (a) senhor (a) fique em pé com as costas apoiadas na parede durante um tempo de 1 minuto e 30 segundos.

7. Por fim, será realizado a captura das imagens apenas da movimentação das suas mãos, tanto da mão direita, quanto da mão esquerda. Para isso será necessário que você realize a movimentação aleatória com uma caneta em um papel, durante 40 segundos, com uma das mãos, uma de cada vez, com intervalo de um minuto entre elas.

No dia da avaliação será entregue para o (a) senhor (a) uma cartilha com orientações sobre exercícios que podem ser realizados em casa que ajudam no equilíbrio na doença de Parkinson e será devidamente explicado cada exercício por um fisioterapeuta membro da equipe da pesquisa.

#### RISCOS POTENCIAIS, EFEITOS COLATERAIS E DESCONFORTOS:

Não há efeitos colaterais e os riscos, apesar de quase nulos, estarão relacionados com o risco de quedas e que serão minimizados pela supervisão de um fisioterapeuta experiente durante todo o momento da pesquisa. E, caso ocorram, todo o suporte será feito no ambulatório que realizará a pesquisa de forma imediata e por quanto tempo for necessário. Poderá haver

cansaço durante a realização das avaliações que poderá ser interrompida a qualquer momento, caso haja necessidade, além do tempo de descanso que será dado entre as avaliações. Além do risco de vazamento de dados e perda de confidencialidade que será minimizado através da colocação dos dados dos participantes em forma de códigos.

#### BENEFÍCIOS:

O equilíbrio é uma condição importante para manter a função do corpo e para a realização de atividades do dia a dia, portanto, o uso de um equipamento que possa ser aplicada na área da saúde com o objetivo de trazer informações sobre as medidas do equilíbrio são de grande importância para a prática do profissional que acompanha seus pacientes, trazendo benefícios aos participantes, na medida em que, os dados observados a partir deste estudo favorecerão no conhecimento do comportamento do equilíbrio em situações individuais e ajudando no acompanhamento ambulatorial ao qual fazem parte e no tratamento de reabilitação desses sujeitos.

#### COMPENSAÇÃO:

Para participar do estudo, o (a) senhor (a) não terá nenhum custo, nem receberá nenhuma vantagem financeira. Nos casos de necessidade gastos com deslocamento e alimentação para a realização da pesquisa, conforme direito do participante, este terá o devido ressarcimento.

#### PARTICIPAÇÃO VOLUNTÁRIA/DESISTÊNCIA DO ESTUDO:

Sua participação neste estudo é totalmente voluntária, ou seja, o (a) senhor (a) somente participa se quiser. A não participação no estudo não implicará em nenhuma alteração no acompanhamento médico do seu familiar tão pouco alterará a relação da equipe médica com o mesmo. Após assinar o consentimento, você terá total liberdade de retirá-lo a qualquer momento e deixar de participar do estudo se assim o desejar, sem quaisquer prejuízos à continuidade do tratamento e acompanhamento na instituição.

#### NOVAS INFORMAÇÕES:

Quaisquer novas informações que possam afetar a sua segurança ou influenciar na decisão de continuar a participação no estudo serão fornecidas ao senhor (a) por escrito. Se o (a) senhor (a) decidir continuar nesse estudo terá que assinar um novo (revisado) Termo de Consentimento informado para documentar seu conhecimento sobre novas informações.

#### EM CASO DE DANOS RELACIONADOS A PESQUISA:

Em caso de dano pessoal, diretamente causado pelos procedimentos propostos neste estudo, o participante tem direito a tratamento médico na Instituição, bem como às indenizações legalmente estabelecidas.

Todas as informações colhidas e os resultados dos testes serão analisados em caráter estritamente científico, mantendo-se a confidencialidade (segredo) do participante a todo o momento, ou seja, em nenhum momento os dados que o identifique serão divulgados, a menos que seja exigido por lei. Será realizada codificação dos dados dos participantes a fim de garantir confidencialidade.

Os resultados desta pesquisa poderão ser apresentados em reuniões ou publicações, contudo, sua identidade não será revelada nessas apresentações.

#### EM CASO DE DÚVIDA:

Em qualquer etapa do estudo você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. A pesquisadora responsável pelo estudo são as Fisioterapeutas Juliana Leal de Oliveira e Manuella Castro Silva Pestana que poderão ser encontradas no programa de pós-graduação em processos interativos de órgãos e sistemas da Universidade federal da Bahia.

PESQUISADOR(A) RESPONSÁVEL: JULIANA LEAL DE OLIVEIRA

ENDEREÇO: PROCESSOS INTERATIVOS DOS ÓRGÃOS E SISTEMAS; INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE; AVENIDA REITOR MIGUEL CALMON S/N -VALE DO CANELA

ANDAR: 4º ANDAR

SALVADOR (BA) - CEP: 40110100

FONE: (71) 999602554/ 3233-5798 E-MAIL: JLEALFISIO@YAHOO.COM.BR

PESQUISADORA: MANUELLA CASTRO SILVA PESTANA

ENDEREÇO: PROCESSOS INTERATIVOS DOS ÓRGÃOS E SISTEMAS; INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE; AVENIDA REITOR MIGUEL CALMON S/N -VALE DO CANELA

ANDAR: 4º ANDAR

SALVADOR (BA) - CEP: 40110100

FONE: (71) 992765172 E-MAIL:MANUELLA\_CASTRO@HOTMAIL.COM

CEP/ICS – COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

AVENIDA REITOR MIGUEL CALMON, S/N, VALE DO CANELA

CEP:40110-100 SALVADOR-BAHIA

TELEFONE: (71) 3283-8043/ E-MAIL: cepics@ufba.br

## FUNCIONAMENTO DE SEGUNDA A SEXTA PELAS MANHÃS

## DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO:

Concordo em participar do estudo intitulado “**COMPORTAMENTO DOS PARÂMETROS DA MEDIDA DO EQUILÍBRIO ESTÁTICO E CARACTERIZAÇÃO DA VARIABILIDADE DO MOVIMENTO DOS MEMBROS SUPERIORES OBTIDOS PELO CVMOB EM INDIVÍDUOS COM DOENÇA DE PARKINSON EM ACOMPANHAMENTO AMBULATORIAL E DO SEU FAMILIAR**”.

Li e entendi o documento de consentimento e o objetivo do estudo, bem como seus possíveis benefícios e riscos. Tive oportunidade de perguntar sobre o estudo e todas as minhas dúvidas foram esclarecidas. Entendo que estou livre para decidir não participar desta pesquisa. Entendo que ao assinar este documento, não estou abdicando de nenhum de meus direitos legais.

Todas as páginas do TCLE serão rubricadas, e assinadas ao final, pelo participante e pelo pesquisador responsável.

Eu autorizo a utilização dos meus registros médicos (prontuário médico) pelo pesquisador, autoridades regulatórias e pelo Comitê de ética em Pesquisa (CEP) da instituição. Esse documento foi emitido em duas cópias, sendo que uma delas será assinada por mim e pela pesquisadora responsável e ficará em minhas mãos.

Salvador-BA, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Nome completo do participante Data

\_\_\_\_\_  
Nome completo do pesquisador responsável Data

\_\_\_\_\_  
Nome completo da testemunha Data

\_\_\_\_\_  
Juliana Leal de Oliveira/ Manuella Castro Silva Pestana

## 8.2 APÊNDICE II - FICHA DE COLETA DE DADOS PARA O PARTICIPANTE COM DOENÇA DE PARKINSON

INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE – ICS  
Programa de Pós graduação de Processos Interativos de  
Órgãos e Sistemas

**FICHA DE COLETA DE DADOS**

**INFORMAÇÕES GERAIS DO PACIENTE:**

Nome: \_\_\_\_\_ Data avaliação \_\_\_\_\_  
Idade \_\_\_\_\_ anos Sexo: F ( ) M ( )  
Naturalidade: \_\_\_\_\_ Prontuário: \_\_\_\_\_ Altura: \_\_\_\_\_  
Peso \_\_\_\_\_ IMC \_\_\_\_\_ Data nascimento: \_\_\_\_\_ Telefone: \_\_\_\_\_

**1. Diagnóstico:**

Idade do diagnóstico: \_\_\_\_\_ anos ; Tempo do diagnóstico: \_\_\_\_\_

**2. Acometimento motor:**

- Lado comprometido:

No início: Esquerdo ( ) Direito ( ) ambos ( )

Atualmente: Esquerdo ( ) Direito ( ) ambos ( )

**3. Medicamentos em uso:**

1. \_\_\_\_\_ tempo de início \_\_\_\_\_ dose: \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_ tempo de início \_\_\_\_\_ dose: \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_ tempo de início \_\_\_\_\_ dose: \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_ tempo de início \_\_\_\_\_ dose: \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_ tempo de início \_\_\_\_\_ dose: \_\_\_\_\_
6. \_\_\_\_\_ tempo de início \_\_\_\_\_ dose: \_\_\_\_\_

**4. Comorbidades:**

Hipertensão arterial ( )

Diabetes ( )

Dislipidemia ( )

Outros ( ) \_\_\_\_\_

**5. Fisioterapia:**

Realiza Fisioterapia: S ( ) N ( ) Tempo de início \_\_\_\_\_

Quantas sessões por semana 1x ( ) 2x ( ) 3x ( ) Mais? \_\_\_\_\_

**6. Outras atividades físicas:**

Realiza outras atividades físicas: S ( ) N ( ) Tempo de início: \_\_\_\_\_

Quantas vezes por semana 1x ( ) 2x ( ) 3x ( ) Mais? \_\_\_\_\_

Especifique o tipo de atividade: \_\_\_\_\_

**7. Outros terapias;**

Quais? \_\_\_\_\_ Quanto tempo? \_\_\_\_\_

**8. História de quedas:**

S ( ) N ( ) Quantas vezes \_\_\_\_\_

**TESTE DE ROMBERG POSITIVO:**

SIM ( ) NÃO ( )



## 8.3 APÊNDICE II - FICHA DE COLETA DE DADOS PARA O GRUPO CONTROLE

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
 INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE – ICS  
 Programa de Pós graduação de Processos Interativos de  
 Órgãos e Sistemas

**INFORMAÇÕES GERAIS DO PARTICIPANTE:**

Nome: \_\_\_\_\_ Data avaliação \_\_\_\_\_

Idade \_\_\_\_\_ anos Sexo: F ( ) M ( )

Naturalidade: \_\_\_\_\_ Altura: \_\_\_\_\_

Peso \_\_\_\_\_ IMC \_\_\_\_\_ Data nascimento: \_\_\_\_\_ Telefone: \_\_\_\_\_

**1. Medicamentos em uso: SIM ( ) NÃO ( ). Se sim, cite quais:**

1. \_\_\_\_\_ tempo de início \_\_\_\_\_ dose: \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_ tempo de início \_\_\_\_\_ dose: \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_ tempo de início \_\_\_\_\_ dose: \_\_\_\_\_

4. \_\_\_\_\_ tempo de início \_\_\_\_\_ dose: \_\_\_\_\_

5. \_\_\_\_\_ tempo de início \_\_\_\_\_ dose: \_\_\_\_\_

6. \_\_\_\_\_ tempo de início \_\_\_\_\_ dose: \_\_\_\_\_

**2. Comorbidades:**

Hipertensão arterial ( )

Diabetes ( )

Dislipidemia ( )

Outros ( ) \_\_\_\_\_

**3. Realiza atividades físicas:**

Realiza outras atividades físicas: S ( ) N ( ) Tempo de início: \_\_\_\_\_

Quantas vezes por semana 1x ( ) 2x ( ) 3x ( ) Mais? \_\_\_\_\_

Especifique o tipo de atividade: \_\_\_\_\_

**4. Outros terapias;**

Quais? \_\_\_\_\_ Quanto tempo? \_\_\_\_\_

**5. História de quedas:**

S ( ) N ( ) Quantas vezes \_\_\_\_\_

**TESTE DE ROMBERG POSITIVO:**

SIM ( ) NÃO ( )