

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
CAMPUS DE RIO CLARO  
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS**

**Equilíbrio dinâmico em idosos com doença de Parkinson**

**Maria Joana Duarte Caetano**

Dezembro/2007

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
CAMPUS DE RIO CLARO  
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS**

**Equilíbrio dinâmico em idosos com doença de Parkinson**

**Maria Joana Duarte Caetano**

**Orientadora: Profa. Dra. Lilian Teresa Bucken Gobbi**

**Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista – Campus de Rio Claro, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciências da Motricidade, área de concentração em Biodinâmica da Motricidade Humana.**

Dezembro/2007

*Dedico este trabalho à Arlindo Sierra Neto  
que mesmo sem compreender o processo  
deste trabalho muito colaborou em sua  
execução.*

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais por sempre apoiarem minhas decisões;

À Lilian Teresa Bucken Gobbi, por me orientar em mais uma jornada de minha vida e, principalmente, por sempre respeitar o tempo necessário para eu organizar minhas idéias ou ter idéias;

Aos professores José Angelo Barela, Florindo Stella e Ana Maria Forti Barela pelos conhecimentos transmitidos;

Aos idosos que gentilmente participaram deste estudo;

À FUNDUNESP pelo apoio para a aquisição dos equipamentos;

Ao CNPq e à FAPESP pelo apoio financeiro;

Aos membros do Laboratório de Estudos da Postura e da Locomoção;

À minha avó Odila por pacientemente participar do estudo piloto deste trabalho. Vó, muito obrigada pela disposição e empenho!

À Ana Paula Marques Moreira. Juntas descobrimos nossa capacidade incrível para realizar coletas de dados de forma segura, rápida e eficiente. Literalmente é errando que se aprende! Muito obrigada por tudo: amizade, paciência, risadas e, é claro, pela disposição para coletar dados!

À Bruna Luiza Trindade e Sofia Barbatto por sempre estarem presentes em minha vida, mesmo quando não é fisicamente possível. Obrigada por sempre me apoiarem;

À Mónica del Rosario Sánchez Arias pelo apoio intelectual, sentimental e braçal. Fico feliz por nossos caminhos terem se cruzado. Aqui neste trabalho e em minha pessoa muito de você ficou;

À Carolina Rodrigues Alves Silveira por todos os momentos compartilhados. Você que desempenhou diversos papéis: amiga, conselheira, irmã, colega de classe, de laboratório, companheira de almoço, assistente de coleta... Saiba que este trabalho só assim se concretizou porque pude contar com a tua presença. Obrigada por sempre estar presente nos momentos de risada e descontração e nos momentos difíceis que nos trazem a tão almejada sabedoria;

*“Certas coisas que acontecem em nossa vida só se tornam um aprendizado quando temos um bom amigo que direcione nosso raciocínio em caos”.*

Finalmente agradeço à Arlindo Sierra Neto por me ensinar novos caminhos, novos horizontes, novos pontos de vista. Obrigada por me ensinar a ter esperança e a acreditar em mim mesma. Com você aprendi a ser feliz em qualquer situação.

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS .....	viii
LISTA DE FIGURAS .....	ix
RESUMO .....	x
ABSTRACT .....	xi
1- INTRODUÇÃO .....	1
2- REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1- Doença de Parkinson .....	3
2.2- Comportamento motor de idosos com doença de Parkinson.....	5
2.3- Problematização.....	10
3- OBJETIVO .....	12
3.1- Objetivo geral .....	12
3.2- Objetivos específicos .....	12
4- MATERIAL E MÉTODO .....	14
4.1- Participantes.....	14
4.2- Procedimentos.....	18
4.3- Tratamento dos dados cinemáticos .....	20
4.4- Tratamento estatístico .....	24
5- RESULTADOS .....	26
5.1- Variáveis espaço-temporais .....	27
5.2- Variáveis angulares.....	30
5.3- Correlação das variáveis .....	34
6- DISCUSSÃO .....	38
6.1- Características do andar alteradas pelos pacientes.....	38
6.2- Características do andar alteradas em função das restrições da superfície.....	46
6.3- Relacionamento entre as variáveis dependentes .....	48
6.4- Estudos futuros .....	53
7- CONCLUSÃO .....	54

8- REFERÊNCIAS.....	56
ANEXO 1.....	62
ANEXO 2.....	63
ANEXO 3.....	65
ANEXO 4.....	69
APÊNDICE 1.....	76
APÊNDICE 2.....	77
APÊNDICE 3.....	78
APÊNDICE 4.....	79
APÊNDICE 5.....	80
APÊNDICE 6.....	81
APÊNDICE 7.....	82



**LISTA DE TABELAS**

	Página
TABELA 1. Caracterização dos idosos com DP (P: participante, F: feminino, M: masculino, UPDRS (pontos), H&Y (pontos).....	17
TABELA 2. Correlações (significância) entre as variáveis do andar, comprimento (CP) e velocidade (VP) da passada, duração da fase de balanço (DFB) e duração do duplo suporte (DDS), e as pontuações em H&Y e UPDRS dos idosos com DP. ....	34
TABELA 3. Correlações (significância) entre as variáveis do andar, comprimento (CP) e velocidade (VP) da passada, duração da fase de balanço (DFB) e duração do duplo suporte (DDS), e a pontuação na Escala de Equilíbrio Funcional de Berg (BERG) e a incidência de queda no último ano (QUEDA) dos idosos de ambos os grupos.....	34

## LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1. Valores médios e desvios padrão das variáveis espaço-temporais: comprimento (A), duração (B), velocidade (C) e cadência (D) da passada, velocidade de contato do calcanhar (E) e elevação mínima do pé na fase de balanço (F) dos idosos com DP e neurologicamente sadios nas três condições de superfície, andar livre (AL), andar restrito em largura (ARL) e andar restrito em largura e altura (ARLA). .....	28
FIGURA 2. Valores médios e desvios padrão das variáveis espaço-temporais: duração da fase de balanço (A), duração do suporte simples (B) e duração do duplo suporte (C) dos idosos com DP e neurologicamente sadios nas três condições de superfície, andar livre (AL), andar restrito em largura (ARL) e andar restrito em largura e altura (ARLA). .....	30
FIGURA 3. Valores médios e desvios padrão da amplitude de movimento articular (ADM) do tornozelo (A), joelho (B) e quadril (C) durante uma passada do andar dos idosos com DP e neurologicamente sadios nas três condições de superfície, andar livre (AL), andar restrito em largura (ARL) e andar restrito em largura e altura (ARLA). .....	31
FIGURA 4. Valores médios e desvios padrão dos ângulos articulares do tornozelo (A, D), joelho (B, E) e quadril (C, F) durante os momentos de contato inicial do pé com o solo (coluna à esquerda) e retirada do pé do solo (coluna à direita) do andar dos idosos com DP e neurologicamente sadios nas três condições de superfície, andar livre (AL), andar restrito em largura (ARL) e andar restrito em largura e altura (ARLA). .....	33
FIGURA 5. Correlações entre as variáveis espaço-temporais, comprimento (A) e velocidade (B) da passada, duração da fase de balanço (C) e duração do duplo suporte (D), e as pontuações na Escala de Equilíbrio Funcional de Berg dos idosos de ambos os grupos. ....	35
FIGURA 6. Correlações entre as variáveis espaço-temporais, comprimento (A) e velocidade (B) da passada, duração da fase de balanço (C) e duração do duplo suporte (D), e a incidência de queda no último ano dos idosos de ambos os grupos. ....	36

## RESUMO

**Título: Equilíbrio dinâmico em idosos com doença de Parkinson**

**Autora: Maria Joana Duarte Caetano**

**Orientadora: Profa. Dra. Lilian Teresa Bucken Gobbi**

Andar é essencial para o desempenho das funções diárias. No entanto, as alterações morfofuncionais decorrentes do processo de envelhecimento podem comprometer o equilíbrio durante o andar e gerar instabilidade. Este comprometimento é ainda mais acentuado em idosos com doença de Parkinson devido aos distúrbios motores ocasionados pela doença. Neste contexto, os objetivos do presente estudo foram: 1) analisar as características espaço-temporais e os ângulos articulares de indivíduos idosos neurologicamente saudáveis e com doença de Parkinson idiopática andando livremente e em condições de restrição na largura e na altura da superfície de suporte; 2) relacionar estes parâmetros com as pontuações nas escalas de H&Y e UPDRS (apenas para os pacientes) e com a incidência de queda recente (1 ano) e pontuações na Escala de Equilíbrio Funcional de Berg (para ambos os grupos). Participaram 16 idosos distribuídos em dois grupos: oito idosos neurologicamente saudáveis e oito com doença de Parkinson idiopática. As características espaço-temporais e os ângulos articulares andando livremente e em condições de restrição na largura e na altura da superfície de suporte foram investigados por meio de ferramenta cinemática. Pacientes com doença de Parkinson apresentaram valores médios significativamente menores que os idosos neurologicamente saudáveis em relação à duração da fase de balanço e ao comprimento e velocidade da passada e maiores para a duração do duplo suporte devido à hipocinesia, à dificuldade no controle do equilíbrio e ao próprio relacionamento entre as variáveis. As restrições impostas pela superfície de suporte geraram alterações nas características espaço-temporais e angulares do andar dos idosos de ambos os grupos, devido à necessidade de adotar uma estratégia cautelosa que facilite o controle da locomoção, garantindo estabilidade, e ao medo de cair imposto pelas demandas da tarefa, especialmente quando as restrições em largura e altura foram associadas. As pontuações nas escalas de H&Y e UPDRS não se relacionaram com as características espaço-temporais do andar dos idosos com doença de Parkinson, provavelmente porque as escalas não refletem o desempenho do andar de pacientes sob o efeito do medicamento. O relacionamento entre as características espaço-temporais do andar dos idosos de ambos os grupos com a pontuação em equilíbrio funcional e a incidência de queda ocorreram em função da atenção dividida entre a manutenção do equilíbrio e o controle locomotor, em especial nos idosos com doença de Parkinson, e às dificuldades no controle da locomoção em função de fatores relacionados ao próprio processo de envelhecimento e/ou da DP, que limitam a capacidade funcional. Os resultados salientam a importância de utilizar medidas quantitativas das características do andar na avaliação da instabilidade e do risco de queda e demonstra a importância de desenvolver programas de reabilitação e treinamento que contemplem as características espaço-temporais do andar, principalmente quando se considera que a habilidade de andar está diretamente relacionada ao desempenho das atividades diárias.

Palavras chave: equilíbrio dinâmico, doença de Parkinson, restrições da tarefa, andar, cinemática.

## ABSTRACT

**Title: Dynamic balance in elderly with Parkinson's disease**

**Author: Maria Joana Duarte Caetano**

**Advisor: Profa. Dra. Lilian Teresa Bucken Gobbi**

Walking is crucial for the performance of daily living activities. However, morpho and functional changes due to the aging process can compromise the balance during walking and generate instability. It is more pronounced in elderly patients with Parkinson's disease due to the motor signs/symptoms of the disease. In this context, the aims of this study were: 1) to analyze the spatial and temporal parameters and joint angles of healthy elderly and with Parkinson's disease during free walking and under width and height constraints of the support surface; 2) to correlate these parameters with the scores in H&Y scale and UPDRS (only for patients) and with the occurrence of recent fall (1 year) and the scores in the Berg Functional Balance Scale (for both groups). Sixteen elderly were distributed in two groups: 8 healthy elderly and 8 idiopathic Parkinson's disease patients. Both the spatial and temporal parameters of gait and joint angles were investigated by means of kinematics tools during free walking and under width and height constraints of the support surface. Parkinson's disease patients showed significantly lower mean values than healthy elderly for swing phase duration, stride length and stride velocity, and higher double support duration due to the hipokinesia, the difficulty in balance control, and the relationship among the gait variables. The support surface constraints changed the gait spatial and temporal parameters and joint angles in both groups due to the necessity to perform a cautious walking strategy that can facilitate the locomotor control, preventing instability, and the fear of falling enforced by the task demands, specially when width and height constraints were associated. The scores in H&Y and UPDRS were not correlated to the gait parameters of the Parkinson's disease patients probably because the scales did not reflect the gait performance of patients under medication. There were a relationship among the gait spatial and temporal parameters of both groups with the scores in functional balance and fall experience due to both as a function of the divided attention between keeping balance and controlling locomotion, specially for Parkinson's patients, and the limited functional capacity due to the aging process and/or the disease. These results revealed the importance of both using quantitative measures of gait features when evaluating instability and the risk of falls and developing rehabilitation and training programs that consider the spatial and temporal gait parameters because walking skill is directly related to the performance of daily activities.

Key words: dynamic balance, Parkinson's disease, task constraints, walking, kinematics.

## 1- INTRODUÇÃO

Toda ação motora exige orientação e equilíbrio postural para garantir a estabilidade do corpo contra as forças da gravidade e de aceleração (HORAK & MACPHERSON, 1996). O andar é uma tarefa na qual o controle destas forças acontece de forma mais complexa do que na postura estacionária, isso devido ao constante movimento da base de suporte (WINTER, 1995).

Ao andar, dois terços da massa corporal (cabeça, tronco e braços) estão equilibrados sobre dois membros em movimento, estando o corpo em um inerente estado de instabilidade por aproximadamente 80% do ciclo do andar (intervalo correspondente ao suporte em um único membro) devido ao deslocamento do centro de massa do corpo para fora da base de suporte (WINTER, 1991; PRINCE et al., 1997; HUXHAM, GOLDIE & PATLA, 2001). O período de maior estabilidade ocorre durante o duplo suporte (dois membros encontram-se no solo), que corresponde a aproximadamente 20% do ciclo do andar, embora ambos os pés não permaneçam completamente no chão. Assim, o equilíbrio dinâmico da cabeça, braços e tronco e o transporte seguro dos membros inferiores durante a fase de balanço do andar (margem de segurança do solo e uma aterrissagem suave do pé) apresentam-se como um desafio para o sistema nervoso central durante o andar (WINTER et al., 1990; WINTER, MCFADYEN & DICKEY, 1991). Considerando que as atividades de locomoção são as mais realizadas dentre as atividades da vida diária (ANDREOTTI & OKUMA, 1999; WILLIAMSON & FRIED, 1996), a regulação dinâmica da postura em pé torna-se essencial para o desempenho das funções diárias de forma segura e eficiente (PRINCE et al., 1997).

Entretanto, as alterações morfofuncionais decorrentes do processo de envelhecimento podem comprometer o equilíbrio durante o andar (PRINCE et al., 1997) e gerar instabilidade (HAUSDORFF et al., 2001). Assim, o idoso pode alterar sua forma de relacionamento com o ambiente, no que se refere à velocidade de execução da tarefa, ao padrão motor e à frequência em que as atividades são realizadas.

O comprometimento do equilíbrio durante o andar é ainda mais acentuado em idosos com doença de Parkinson. Isso devido aos distúrbios motores ocasionados pela doença que afetam, principalmente, a realização de movimentos repetitivos, simultâneos e sequenciais, e induzem alterações no controle do equilíbrio e do andar (MORRIS & IANSEK, 1996; HORAK & MACPHERSON, 1996; SHUMWAY-COOK & WOOLLACOTT, 2003), fazendo com que esta população tenha uma incidência de quedas maior (GRIMBERGEN, MUNNEKE & BLOEM, 2004) e interferindo diretamente na habilidade de desempenhar as atividades da vida diária, o que compromete a qualidade de vida e a independência desses indivíduos.

Neste contexto, constatou-se a necessidade de se identificar as alterações comportamentais que ocorrem no andar de indivíduos com doença de Parkinson perante situações com aumento na exigência de equilíbrio dinâmico, com o propósito de se identificar características cinemáticas que poderiam explicar a maior incidência de quedas nesta população. Assim, a principal pergunta que norteia este estudo é: como se apresenta o equilíbrio dinâmico de idosos com doença de Parkinson em relação aos idosos neurologicamente sadios avaliado por meio da tarefa de andar? Para responder a este questionamento, além do andar livre, mais duas condições foram propostas: o andar em superfície restrita na largura (19 centímetros) e o andar em superfície restrita na largura e na altura (19 centímetros de largura e 10 centímetros de altura). As restrições em largura e em altura aumentam as demandas motoras nos mecanismos de controle do equilíbrio (SHKURATOVA, MORRIS & HUXHAM, 2004; MCKENZIE & BROWN, 2004) potencializando a instabilidade.

## 2- REVISÃO DE LITERATURA

A presente revisão de literatura aborda aspectos relevantes relacionados à locomoção de idosos com doença de Parkinson, dentre eles as principais alterações no comportamento motor e sua relação com quedas, e revisa estudos que embasam a proposta deste trabalho.

### 2.1- Doença de Parkinson

A doença de Parkinson é uma enfermidade crônico-neurodegenerativa com grande prevalência na população idosa (RIJK et. al., 2000; VAN DEN EEDEN et al., 2003). Em estudo envolvendo a população européia, constatou-se aproximadamente 2 casos da doença para cada 100 indivíduos acima de 65 anos (RIJK et. al., 2000). Para a população dos Estados Unidos da América, apenas 4% dos casos da doença são relatados em indivíduos abaixo de 50 anos (VAN DEN EEDEN et al., 2003).

Reconhecida como doença idiopática, ou seja, sem uma causa ainda definida e evolução irreversível e incapacitante, a doença de Parkinson é desencadeada pela degeneração progressiva de neurônios dopaminérgicos da *substantia nigra pars compacta* do cérebro, que produzem a dopamina, um neurotransmissor regulador da atividade motora, entre outras funções. Desta forma, ocorre diminuição acentuada na projeção dopaminérgica da *substantia nigra* para o corpo estriado (núcleo caudado e putamen) e, por conseqüência, diminuição da dopamina estriatal.

A *substantia nigra*, o núcleo caudado e o putamen, juntamente com o globo pálido e o núcleo subtalâmico, são os cinco núcleos subcorticais que constituem os núcleos da base. Todos estão interconectados e participam no controle do movimento (CÔTÉ & CRUTCHER, 1991; GUYTON, 1993; YOKOCHI, 2000; SHUMWAY-COOK & WOOLLACOTT, 2003) através de duas vias que iniciam no corpo estriado, convergem para o segmento interno do globo pálido, passam pelo tálamo e projetam-se para o córtex. Estas duas vias são chamadas de “via direta” e “via indireta”. A projeção dos neurônios estriatais direciona-se diretamente ao segmento interno do globo pálido na “via direta”, enquanto na “via indireta” a projeção direciona-se ao segmento interno do globo pálido através do segmento externo do globo pálido e do núcleo subtalâmico. A dopamina tem efeitos diferenciados nas duas vias: facilita a transmissão ao longo da “via direta” através dos receptores de dopamina D1, desinibindo o tálamo e liberando os movimentos; e inibe a transmissão ao longo da “via indireta” através dos receptores de dopamina D2, inibindo o tálamo e, assim, inibindo os movimentos (GRAYBIEL, 2000; RIVLIN-ETZION et al., 2006).

Os núcleos da base auxiliam no controle da atividade motora, participando em muitos aspectos da integração sensório-motora, tais como a adaptação dos padrões motores ao contexto (PIERUCCINI-FARIA et al., 2006), a regulação da atividade tônico-muscular, e geração de força adequada para as respostas de orientação postural e equilíbrio (HORAK & MACPHERSON, 1996). Suas duas principais funções são: 1) auxiliar o córtex no planejamento de movimentos bem aprendidos (GUYTON, 1993), permitindo o início e a manutenção do fluxo suave de seqüências destes movimentos (FERNÁNDEZ-DEL OLMO, ARIAS & CUDEIRO-MAZAIRA, 2004) e regulando movimentos auto-iniciados, como o andar; 2) manter o repertório motor em prontidão para a ação (MORRIS & IANSEK, 1996; SHUMWAY-COOK & WOOLLACOTT, 2003).

As mudanças patológicas nos núcleos da base são as principais causas dos sinais e sintomas da doença de Parkinson, caracterizados por distúrbios do movimento: (1) tremor em repouso; (2) rigidez muscular, predominante nos músculos flexores do tronco e dos membros; (3) bradicinesia (lentidão na execução dos movimentos), acinesia (dificuldade ou lentidão para iniciar o movimento) e hipocinesia (redução na amplitude dos movimentos); (4) alterações posturais (CÔTÉ & CRUTCHER, 1991; GUYTON, 1993; MORRIS &



IANSEK, 1996; SHUMWAY-COOK & WOOLLACOTT, 2003; FERNÁNDEZ-DEL OLMO, ARIAS & CUDEIRO-MAZAIIRA, 2004). Alguns sintomas são acentuados durante a realização de seqüências de movimentos bem aprendidos, tais como caminhar, escrever e articular a fala e/ou em mudanças de um movimento para outro.

As causas desses distúrbios motores não estão totalmente esclarecidas. Acredita-se que a depleção progressiva de dopamina no corpo estriado possa levar ao desequilíbrio entre os impulsos excitatórios e inibitórios. Como os padrões de movimento exigem alterações seqüenciais entre excitação e inibição, um dano nos núcleos da base gera os distúrbios motores (GUYTON, 1993; MORRIS & IANSEK, 1996; SHUMWAY-COOK & WOOLLACOTT, 2003, FERNÁNDEZ-DEL OLMO, ARIAS & CUDEIRO-MAZAIIRA, 2004), afetando principalmente a realização de movimentos repetitivos, simultâneos e seqüenciais e induzindo alterações no controle do equilíbrio e do andar (MORRIS & IANSEK, 1996; HORAK & MACPHERSON, 1996; SHUMWAY-COOK & WOOLLACOTT, 2003).

Há evidências que a medicação antiparkinsoniana, sobretudo levodopa, não reduz problemas no equilíbrio (BLOEM et al., 2001) e ainda pode ocasionar o aparecimento de discinesias, movimentos involuntários anormais (EVANS & LEES, 2004). De fato, o tratamento pode paradoxalmente agravar as quedas, pois a melhora dos outros sintomas aumenta a mobilidade e, portanto, aumenta o risco de quedas, sem melhorar o equilíbrio. O fato dos pacientes serem menos ativos quando a medicação torna-se menos efetiva explicaria a menor incidência de quedas nessas ocasiões (GRAY & HILDEBRAND, 2000).

O tópico seguinte aborda aspectos específicos do relacionamento entre comportamento motor e quedas em pacientes com doença de Parkinson.

## **2.2- Comportamento motor de idosos com doença de Parkinson**

O equilíbrio dinâmico durante o andar é obtido por meio da interação das informações sensoriais, provenientes dos sistemas visual, vestibular e somatossensorial, força muscular e mobilidade articular adequadas e tempo de resposta apropriado, provenientes dos sistemas músculo-esquelético e neuromuscular (HORAK &

MACPHERSON, 1996; SHUMWAY-COOK & WOOLLACOTT, 2003). A degeneração de um ou mais desses sistemas ocorre devido ao processo de envelhecimento, podendo comprometer o equilíbrio durante o andar (PRINCE et al., 1997).

O equilíbrio durante o andar é comumente analisado por meio da comparação das características do andar de idosos com e sem histórico de queda. Algumas alterações nas características do andar associadas às quedas são: aumento no tempo gasto em duplo suporte (KEMOUN et al., 2002), aumento da velocidade de contato do calcanhar com o solo (WINTER, 1991; WINTER & ROGERS, 1992), diminuição da margem de segurança do solo (mínima distância vertical entre o 5º metatarso e o solo durante a fase de balanço) e diminuição da dorsiflexão do pé no final da fase de balanço (CHIBA et al., 2005).

Patologias como a doença de Parkinson comprometem ainda mais o controle do equilíbrio e do andar devido aos distúrbios motores ocasionados pela doença (MORRIS & IANSEK, 1996; HORAK & MACPHERSON, 1996; SHUMWAY-COOK & WOOLLACOTT, 2003). Estas alterações no controle do equilíbrio e do andar geralmente são caracterizadas por rotação do tronco reduzida e postura de tronco flexionado, amplitude de movimento reduzida nos quadris, joelhos e tornozelos, ausência ou redução do balanço dos braços, comprimento reduzido do passo e andar arrastado, assim como alterações na variabilidade, regularidade e estabilidade temporal do andar (MORRIS et al., 2001; SHUMWAY-COOK & WOOLLACOTT, 2003; FERNÁNDEZ-DEL OLMO, ARIAS & CUDEIRO-MAZAIRA, 2004), como por exemplo, o maior tempo gasto em duplo suporte. O tempo em que o paciente permanece em duplo suporte durante o andar interfere diretamente em sua agilidade e equilíbrio dinâmico (SÁNCHEZ-ARIAS et al., submetido), o que pode comprometer o desempenho das atividades diárias.

Em relação à velocidade da passada, Morris et al. (1994) associam a velocidade mais lenta ao comprimento da passada mais curto dos pacientes. Neste sentido, a velocidade mais lenta dos idosos com doença de Parkinson reflete a dificuldade em realizar ajustes motores na amplitude da passada (MORRIS et al., 1996b), o que se caracteriza como o problema fundamental na hipocinesia do andar dos pacientes (MORRIS et al., 1994).

As causas da hipocinesia não são completamente conhecidas. Acredita-se que os centros motores corticais são inadequadamente ativados pelos circuitos excitatórios

provenientes dos núcleos da base. Como resultado, os neurônios motores não são providos com facilitação adequada, revelando movimentos menores, lentos e fracos. Movimentos normais seriam esperados quando estes centros fossem ativados por outras rotas não envolvendo os núcleos da base (GLENDINNING & ENOKA, 1994), o que explicaria a normalização da amplitude da passada quando estratégias atencionais ou dicas visuais são utilizadas (MORRIS et al., 1996b; LEWIS, BYBLOW & WALT, 2000).

Mais especificamente, a contribuição inadequada dos núcleos da base em pessoas com doença de Parkinson pode ser a responsável pela mudança de comportamento das unidades motoras, observada por meio da atividade eletromiográfica, que pode estar diretamente relacionada à amplitude da passada (BLIN et al., 1991). As principais diferenças no comportamento das unidades motoras em pessoas com doença de Parkinson quando comparados com controles sadios são: (1) padrões de descarga das unidades motoras inconsistentes (irregulares e intermitentes); (2) maior recrutamento de unidades motoras em limiar baixo de contração; e (3) músculos antagonistas anormalmente co-ativados (GLENDINNING & ENOKA, 1994).

Todos esses fatores podem resultar em diversas limitações funcionais, incluindo dificuldade para mobilidade na cama, transições, controle postural, andar, fala e alimentação (MORRIS et al., 2001; SHUMWAY-COOK & WOOLLACOTT, 2003; FERNÁNDEZ-DEL OLMO, ARIAS & CUDEIRO-MAZAIIRA, 2004) e predisõem o idoso com doença de Parkinson a um aumento do risco de quedas (MORRIS & IANSEK, 1996). Em revisão realizada por Grimbergen, Munneke & Bloem (2004), constatou-se que pacientes com doença de Parkinson apresentam quedas recorrentes, com 70% deles sofrendo quedas pelo menos uma vez ao ano. O medo de cair também foi mais evidente em indivíduos com doença de Parkinson (ADKIN, FRANK & JOG, 2003).

Fatores críticos nas causas de quedas na doença de Parkinson são: 1) instabilidade postural, reações anormais do equilíbrio frente a perturbações externas (por exemplo, falhas para realizar ajustes posturais antecipatórios apropriados); 2) “inflexibilidade postural”, que se caracteriza por um enrijecimento axial e articular, que reduz os graus de liberdade e minimiza a oscilação estática, e perda da flexibilidade de resposta, necessária frente a perturbações externas. Outros fatores que induzem quedas são: os distúrbios do andar ocasionados pela doença, em especial os episódios de bloqueio motor, dificuldades na

transição de um movimento para outro e realização de tarefas duplas (MORRIS & IANSEK, 1996; GRIMBERGEN, MUNNEKE & BLOEM, 2004). A acinesia total é a mais extrema forma de bloqueio motor, sendo mais comum a apresentação de subtipos como a festinação, que se caracteriza por caminhar com pequenos passos ou com as pernas tremendo no lugar (SCHAAFSMA et al., 2003a).

O teste de estabilidade postural, no qual o paciente deve retomar o equilíbrio após ser puxado inesperadamente pelos ombros, apesar de comumente utilizado para avaliar a instabilidade postural e o risco de quedas na doença de Parkinson, tem contestada sua sensibilidade em prever quedas (BLOEM et al., 2001). Gray & Hildebrand (2000) constataram que quanto maior a duração da doença de Parkinson e a severidade da doença (maior pontuação nas escalas de Hoehn & Yahr e *Unified Parkinson's Disease Rating Scale* – UPDRS), maior o número de quedas. Especificamente, os autores não encontraram associação entre a incidência de quedas e o teste de estabilidade postural (item 30 da UPDRS), mas encontraram associação entre a incidência de quedas e o aumento nas dificuldades para andar (item 15 da UPDRS) e episódios de bloqueio motor (item 14 da UPDRS).

Adkin, Bloem & Allum (2005), pretendendo identificar dificuldades no controle do equilíbrio em pacientes com doença de Parkinson, mediram as oscilações ântero-posterior e médio-lateral do tronco durante a realização de tarefas de postura quieta e locomoção. Os resultados para as tarefas de postura quieta sugerem que, mesmo sob efeito da medicação, as estratégias de restabelecimento do equilíbrio são alteradas nos pacientes. Entretanto, para as tarefas de locomoção (andar por 3m com olhos fechados e andar oito passos em tandem, em superfície rígida e de espuma) nenhuma diferença significativa para as oscilações do tronco foi encontrada, tendo sido revelado apenas que os pacientes despenderam mais tempo para realizar cada tarefa de locomoção quando comparados com controles sadios. Adkin, Bloem & Allum (2005) concluíram que o maior tempo gasto pelos pacientes para executar as tarefas de locomoção funciona como uma estratégia compensatória para reduzir a oscilação do tronco.

Diante do exposto, ressalta-se que, somente medidas de oscilação do tronco, como as empregadas por Adkin, Bloem & Allum (2005), podem não ser suficientes para revelar distúrbios do equilíbrio durante a realização de tarefas dinâmicas como o andar. O mesmo é

observado na predição do desempenho em equilíbrio durante a realização de tarefas de postura quieta em relação a tarefas dinâmicas, principalmente quando se considera que a maioria das quedas ocorre durante a realização de movimentos ativos, com 54% das quedas ocorrendo durante o andar (GRAY & HILDEBRAND, 2000) e quando o paciente tem seus sintomas controlados, ou seja, com medicação efetiva (GRAY & HILDEBRAND, 2000; BLOEM et al., 2001).

Em idosos saudáveis, o equilíbrio estático (avaliado pelo teste de postura em uma perna de apoio e em tandem) não foi um forte preditor das medidas de instabilidade do andar, enquanto que o equilíbrio dinâmico (avaliado na tarefa de andar vinte passos em tandem o mais rápido possível) foi um preditor da variabilidade da duração da passada (HAUSDORFF et al., 2001). A alta variabilidade da duração da passada foi associada com a diminuição da capacidade de equilíbrio dinâmico. Em indivíduos com a doença de Parkinson, 54% da variabilidade da velocidade do andar foram atribuídos ao equilíbrio funcional avaliado através da Escala de Equilíbrio Funcional de Berg (ROCHESTER et al., 2004).

O aumento da variabilidade da duração da passada é considerado um fator de risco para quedas (HAUSDORFF et al., 2001; HAUSDORFF, RIOS & EDELBERG, 2001). Em indivíduos com doença de Parkinson, a variabilidade da duração da passada foi maior para os que possuíam histórico de quedas, mesmo estando sob efeito da medicação anti-parkinsoniana, refletindo a dificuldade de se manter um ritmo da marcha estável e constante (SCHAAFSMA et al., 2003b). Este déficit na habilidade de gerar movimentos rítmicos auto-selecionados interfere diretamente na habilidade de desempenhar as atividades da vida diária, comprometendo a qualidade de vida e a independência desses indivíduos.

Considerando o exposto, a identificação de alterações nas características do andar é de grande importância, pois indica o grau de dificuldade em realizar determinada tarefa e, possivelmente, pode tornar-se um indicativo do risco de quedas (ROCHESTER et al., 2004). Desta forma, a análise do comportamento locomotor em tarefas com diferentes demandas de equilíbrio dinâmico e utilizando ferramentas cinemáticas, deve ser realizada com o intuito de se quantificar as alterações espaço-temporais e dos ângulos articulares durante o andar de idosos com doença de Parkinson. Este aspecto é aprofundado a seguir.

### 2.3- Problematização

Parâmetros do andar de adulto-jovens e idosos durante a realização de tarefas envolvendo ameaça postural têm sido analisados (BROWN et al., 2002; MCKENZIE & BROWN, 2004; SHKURATOVA, MORRIS & HUXHAM, 2004). Shkuratova, Morris & Huxham (2004) avaliaram o efeito do envelhecimento no controle do equilíbrio durante o andar em superfície restrita (15 centímetros de largura, marcados no solo com fita) e em velocidade preferida e mais rápida. Para o andar em velocidade preferida, resultado mais relacionado ao presente estudo, nenhuma diferença significativa foi encontrada entre adulto-jovens e idosos. Entretanto, a amostra era composta por adulto-jovens e idosos saudáveis e apenas quatro variáveis foram analisadas (velocidade do andar, comprimento da passada, cadência e duração da fase de duplo suporte). Além disso, o andar em superfície restrita apenas em largura, que também é proposta neste estudo, pode perturbar o controle do equilíbrio em níveis diferentes de situações em que há restrição na largura e na altura. Deve-se ressaltar que nenhuma comparação com o andar livre foi realizada no estudo de Shkuratova, Morris & Huxham (2004). Analisar as características espaço-temporais e ângulos articulares do andar em superfície restrita e compará-las com o andar livre podem fornecer novas informações a respeito das alterações cinemáticas que estão relacionadas com instabilidade do andar, em especial na população idosa com doença de Parkinson.

Brown et al. (2002) constataram que idosos adotam uma forma de andar mais cautelosa sob condições de maior ameaça postural quando comparados com adulto-jovens. Nesse estudo, quatro condições de ameaça postural foram propostas: 1) andar livremente; 2) andar com restrição na largura (15 cm); 3) andar com restrição na altura (60 cm) e sem restrição na largura (60cm); e 4) andar com restrição na altura (60 cm) e largura (15 cm). Idosos e adulto-jovens reduziram em 20% e 10%, respectivamente, a velocidade da marcha e em 8% e 4% o comprimento da passada quando restrições na largura e altura da superfície de suporte foram aumentadas. Também foram constatadas reduções maiores para os idosos no deslocamento angular das articulações do joelho e quadril nas condições de superfície elevada (BROWN et al., 2002). Estes resultados indicam que os idosos adotam estratégias

de compensação (comportamento cauteloso), que permitem a realização da tarefa com sucesso e reduzem o risco de quedas.

Durante o andar livre, idosos com doença de Parkinson apresentam velocidade do andar mais lenta, comprimento de passada menor (MORRIS et al., 1994; MORRIS et al., 1999; LEWIS, BYBLOW & WALT, 2000), maior duração da passada e do duplo suporte e menor fase de balanço (BLIN, FERRANDEZ & SERRATRICE, 1990) quando comparados com idosos saudáveis. Redução na amplitude de movimento das articulações do quadril, joelho e tornozelo e maior flexão do quadril e tornozelo no contato inicial do pé com o solo também foram relatadas (MORRIS et al., 1999).

As características cinemáticas do andar de idosos com doença de Parkinson em tarefa com demandas diferentes de equilíbrio dinâmico têm sido pouco investigadas.

Neste contexto, a análise das características espaço-temporais e ângulos articulares de idosos com doença de Parkinson, em comparação com idosos neurologicamente saudáveis, durante o andar com diferentes exigências de equilíbrio dinâmico pode fornecer novas informações a respeito de quais características do andar se alteram em situação de maior instabilidade e se estas mudanças ocorrem de forma diferente em idosos com doença de Parkinson. A disponibilidade de novas informações a respeito da instabilidade do andar poderão favorecer a melhor compreensão das características locomotoras de idosos com doença de Parkinson e ajudar no processo de reabilitação e treinamento desses indivíduos.

### **3- OBJETIVO**

#### **3.1- Objetivo geral**

O objetivo geral do presente estudo foi analisar o equilíbrio dinâmico em indivíduos idosos com doença de Parkinson e em idosos neurologicamente saudáveis andando livremente e em condições de restrição na largura e na altura da superfície de suporte.

#### **3.2- Objetivos específicos**

Especificamente, os objetivos deste estudo foram:

- Realizar comparações entre os grupos de idosos neurologicamente saudáveis e com doença de Parkinson idiopática (DP), independente da condição do andar, e comparações entre as condições do andar, considerando ambos os grupos de idosos referentes a:
  - Comprimento, duração, velocidade e cadência da passada, elevação mínima do pé na fase de balanço e velocidade de contato do calcanhar;
  - Duração das fases de suporte simples, balanço e duplo suporte;
  - Amplitude de movimento articular do tornozelo, joelho e quadril;
  - Ângulos articulares do tornozelo, joelho e quadril no momento do contato inicial do pé com o solo;



- Ângulos articulares do tornozelo, joelho e quadril no momento da retirada do pé do solo.
- Relacionar os parâmetros espaço-temporais do andar dos idosos com doença de Parkinson idiopática com as pontuações nas escalas de H&Y e UPDRS;
- Relacionar os parâmetros espaço-temporais do andar dos idosos de ambos os grupos com a incidência de queda recente (1 ano) e pontuações na Escala de Equilíbrio Funcional de Berg.

## **4- MATERIAL E MÉTODO**

O presente estudo integra um projeto amplo, intitulado “**Equilíbrio dinâmico e comportamento locomotor de idosos portadores da doença de Parkinson: relações com a atividade física**”, que foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista, Campus de Rio Claro (Processo nº 005441) (ANEXO 1).

### **4.1- Participantes**

Participaram do presente estudo 16 voluntários idosos (maior de 60 anos) distribuídos em dois grupos: 8 com doença de Parkinson idiopática (cinco do gênero masculino e três do gênero feminino), e 8 neurologicamente sadios (cinco do gênero masculino e três do gênero feminino).

Para a seleção dos participantes, alguns critérios de inclusão e de exclusão foram estabelecidos. Os critérios de inclusão foram: idade, que deveria ser maior de 60 anos, andar de forma independente e cognição preservada, idosos sem diagnóstico clínico de demência. Foram incluídos no grupo sadio, idosos sem queixa de comprometimento neurológico; e no grupo de pacientes, idosos com diagnóstico definido de doença de Parkinson (DP) idiopática e sem queixa de outra doença neuropsiquiátrica associada, em tratamento com uso regular de medicação anti-parkinsoniana, e classificado entre os estágios 1 a 3 na escala de Hoehn e Yahr (H&Y). Pacientes acima do estágio 3 da doença possuem restrições motoras incapacitantes, podendo apresentar perda da independência da

capacidade de locomoção, impossibilitando a participação no estudo. Estudos semelhantes, analisando o controle postural e locomotor, também agrupam os pacientes nos estágios 1 a 3 (LEWIS, BYBLOW & WALT, 2000; THOMAS et al., 2004; ADKIN, BLOEM & ALLUM, 2005). O critério de exclusão foi qualquer queixa de comprometimento músculo-esquelético, cardiovascular, sensorial e/ou motor, que pudesse comprometer a forma de locomoção dos idosos. Foram excluídos pacientes com parkinsonismo secundário e pacientes com DP em estágios acima de 3 na escala de H&Y.

Cabe salientar que os idosos que compõem o grupo neurologicamente sadio foram selecionados com base nas características de gênero, idade e estatura semelhantes aos idosos com DP. Ainda, os idosos com DP estavam em uso regular e sob efeito da medicação anti-parkinsoniana (estado “ON”) quando foram submetidos aos procedimentos experimentais.

A média da idade, massa corporal e estatura foi, respectivamente,  $68,7 \pm 6,6$  anos,  $68,6 \pm 11,1$  kg e  $157,9 \pm 8,1$  cm para os idosos com DP, e  $69,7 \pm 4,9$  anos,  $70,6 \pm 8,7$  kg e  $159,9 \pm 7,9$  cm para os idosos neurologicamente sadios (para resultados individuais ver APÊNDICE 1).

Adicionalmente aos procedimentos que são descritos a seguir, e em dia anterior à coleta de dados, os idosos com DP foram avaliados por um médico neuropsiquiatra de nossa equipe com o propósito de determinar as condições gerais dos pacientes em relação ao comprometimento e estágio da doença. Os idosos com DP foram avaliados utilizando-se dois instrumentos: **1)** A Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS - FAHN & ELTON, 1987; Versão adaptada pela equipe do Ambulatório de Distúrbios do Movimento/Doença de Parkinson, da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas, sem data), que inclui componentes cognitivos, comportamentais e do humor (Parte I), atividades da vida diária (Parte II) e funções motoras (Parte III). A pontuação obtida reflete o acometimento geral, mostrando as restrições que a DP está causando para a realização das tarefas da vida diária. Quanto maior for a pontuação na UPDRS, mais grave é a condição clínica do paciente; **2)** A escala de Hoehn e Yahr (HOEHN & YAHR, 1967; Versão adaptada pela equipe do Ambulatório de Distúrbios do Movimento/Doença de Parkinson, da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas, sem data) foi empregada com a finalidade de identificar a

progressão e o estágio da gravidade da doença de Parkinson no paciente como segue: Estágio 0: Sem sinais da doença; Estágio 1: Doença unilateral; Estágio 1,5: Envolvimento axial e unilateral; Estágio 2: Doença bilateral sem alterações do equilíbrio; Estágio 2,5: Doença bilateral com recuperação nos testes (ex. teste de estabilidade postural); Estágio 3: Doença leve e moderada bilateral, alguma instabilidade postural e independência física; Estágio 4: Incapacidade grave; ainda capaz de andar e levantar sem ajuda; Estágio 5: encontra-se em cadeira de rodas ou mesmo confinado ao leito, não se movimenta sem ajuda.

A TABELA 1 apresenta a duração e a forma de início da doença, as pontuações obtidas nas escalas de H&Y e UPDRS (partes I, II, III e total) e as medicações utilizadas para cada idoso com DP.

TABELA 1. Caracterização dos idosos com DP (P: participante, F: feminino, M: masculino, UPDRS (pontos), H&amp;Y (pontos).

<b>P</b>	<b>Sexo</b>	<b>Idade (anos)</b>	<b>Duração DP (anos)</b>	<b>Forma de Início</b>	<b>H&amp;Y</b>	<b>UPDRS parte I</b>	<b>UPDRS parte II</b>	<b>UPDRS parte III</b>	<b>UPDRS total</b>	<b>Medicamentos</b>
<b>A</b>	M	78	1	tremor	2	4	13	43	60	Levodopa/Benserazida, Amantadina
<b>B</b>	M	76	5	rigidez	1,5	1	9	31	41	Levodopa/Carbidopa, Biperideno, Selegilina
<b>C</b>	F	67	4	tremor e rigidez	1	1	4	11	16	Pramipexol
<b>E</b>	F	68	4	tremor	1	2	6	8	16	Levodopa/Benserazida, Pramipexol, Selegilina
<b>F</b>	F	60	2	rigidez	1	2	6	17	25	Levodopa/Carbidopa, Amantadina, Selegilina
<b>G</b>	M	64	4	tremor	3	2	21	36	59	Levodopa/Benserazida, Biperideno, Selegilina
<b>H</b>	M	63	18	rigidez	3	9	25	44	78	Levodopa/Carbidopa/Entacapone, Amantadina, Biperideno
<b>I</b>	M	74	1	tremor	1	1	9	25	35	Pramipexol

## 4.2- Procedimentos

Todos os procedimentos foram realizados nas dependências do Laboratório de Estudos da Postura e da Locomoção (LEPLO) do Departamento de Educação Física, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Campus de Rio Claro. Cada participante foi informado sobre o objetivo e os procedimentos do estudo e sua participação somente teve início após a assinatura do termo de consentimento (ANEXO 2, referente ao projeto amplo).

Os participantes vestiram bermuda e permaneceram descalços para a realização da tarefa experimental. Inicialmente, medidas referentes à massa corporal e estatura foram adquiridas para propósitos de caracterização dos grupos. Para registro dos dados cinemáticos, oito marcadores passivos, feitos de película refletiva adesiva de 15 milímetros de diâmetro, foram afixados nos seguintes pontos anatômicos: a) ombro: processo da clavícula direita; b) quadril: projeção do trocânter maior direito; c) joelho: projeção do epicôndilo lateral direito; d) tornozelo: projeção do maléolo lateral direito; e) calcanhar: face lateral do calcâneo direito e medial esquerdo; f) metatarso: face lateral da cabeça do 5º metatarso direito e face medial da cabeça do 1º metatarso esquerdo.

Após a preparação, os participantes iniciaram a tarefa de andar uma distância retilínea de 5 metros em velocidade confortável auto-selecionada, em três condições de superfície: **1) Andar livre (AL):** por sobre um tapete de borracha de 140 cm de largura; **2) Andar restrito na largura (ARL):** por sobre um tapete de borracha de 19 cm de largura; **3) Andar restrito na largura e altura (ARLA):** por sobre um tapete de borracha de 19 cm de largura e elevado a 10 cm do chão. Para esta condição utilizou-se uma trave de madeira encapada com tapete de borracha. A largura e a altura empregadas nas condições 2 e 3 foram determinadas levando-se em consideração a segurança dos participantes.

Uma câmera digital (marca SAMSUNG, modelo SC-D364 NTSC), afixada em um tripé a uma altura de 62,5 cm do chão, foi posicionada perpendicularmente a uma distância de 5,20 m do centro do tapete para filmar o plano sagital direito dos participantes, de modo a visualizar todos os marcadores e registrar uma passada intermediária do percurso do membro inferior direito. Como não foi o objetivo deste estudo avaliar assimetria dos

membros inferiores, adotou-se analisar apenas o membro inferior direito por conta da disposição dos equipamentos e do ambiente da sala de coleta.

Com a finalidade de incrementar o reflexo das marcas e facilitar a digitalização das imagens optou-se pela configuração da câmera em shutter 1/100, white balance Indoor e foco manual; também posicionou-se, em cada lado da câmera, dois holofotes de 500 W. Uma câmera analógica (marca SONY, modelo CCD-TRV40) afixada em um tripé foi posicionada para filmar o plano frontal do participante, com intuito de registrar o posicionamento dos pés nas condições ARL e ARLA. A frequência de aquisição das imagens foi de 60 Hz.

Os participantes realizaram pelo menos duas tentativas de prática para familiarização com a tarefa antes da aquisição de dados em cada uma das condições. Durante estas tentativas, a posição inicial de cada participante no tapete foi definida, de modo que a passada intermediária começasse com o pé direito no espaço calibrado. Foram considerados erro e, portanto, excluídas da análise, as tentativas em que o participante pisou fora do espaço demarcado nas condições ARL e ARLA, sendo estas tentativas repetidas no final de cada bloco.

Cinco repetições de cada participante foram adquiridas em cada condição, totalizando 15 repetições válidas, que foram realizadas em bloco. Primeiramente foi realizado o bloco referente à condição AL. A ordem de apresentação dos blocos ARL e ARLA foi randomizada para cada participante com a finalidade de se eliminar efeitos provenientes da ordem de apresentação das condições. Houve intervalos entre as tentativas e/ou blocos sempre que necessário e, por motivos de segurança, um experimentador acompanhou os idosos durante a realização da tarefa.

Posteriormente a aquisição de dados cinemáticos, os participantes foram questionados sobre a incidência de queda no último ano e uma avaliação do equilíbrio funcional dos participantes, por meio da Escala de Equilíbrio Funcional de Berg – Versão Brasileira (MIYAMOTO et al., 2004; ANEXO 3), foi realizada. Esta escala avalia a habilidade do indivíduo para manter o equilíbrio durante a realização de 14 tarefas comuns à vida diária, que vão desde sentar e levantar de uma cadeira até o suporte do corpo em um único membro. Cada tarefa é pontuada em uma escala de cinco pontos de acordo com a qualidade do desempenho ou do tempo levado para completar a tarefa, onde 0 indica

necessidade de ajuda máxima e 4 indica um indivíduo funcionalmente independente para desempenhar a tarefa. Um escore total (máximo de 56) é calculado com base na pontuação obtida em cada item.

A aplicação da Escala de Equilíbrio Funcional de Berg e a incidência de queda no último ano foram utilizadas como ferramentas adicionais na identificação das alterações do equilíbrio. A Escala de Equilíbrio Funcional de Berg foi selecionada devido a sua ampla utilização na população idosa (BOGLE THORBAHN & NEWTON, 1996), por ser uma ferramenta útil para avaliar a estabilidade funcional (NOVA, PERRACINI & FERRAZ, 2004) e por sua forte associação com medidas bem estabelecidas para indivíduos com doença de Parkinson, UPDRS-parte III e H&Y (QUTUBUDDIN et al., 2005).

#### **4.3- Tratamento dos dados cinemáticos**

As imagens registradas foram capturadas por uma placa de vídeo (marca PINNACLE, modelo Studio DV, versão 1.05.307) acoplada a um computador (Pentium 4/ CPU 240Ghz/ 1.60Ghz/ 512MB de RAM). Na seqüência, os marcadores posicionados sobre os pontos anatômicos, com exceção dos dois marcadores posicionados no pé esquerdo, foram digitalizados automaticamente em uma passada do andar (intervalo entre dois contatos iniciais consecutivos do pé direito), com a utilização do programa Digital Vídeo for Windows – DVIDEOW (Laboratório de Instrumentação em Biomecânica – Unicamp; BARROS et al., 1999). Os marcadores posicionados no pé esquerdo dos participantes foram utilizados apenas para facilitar a visualização da ocorrência de alguns eventos (momento da retirada do pé esquerdo do solo, fase de balanço média da perna esquerda e primeiro contato inicial do pé esquerdo com o solo), necessários para o cálculo de algumas variáveis deste estudo e, portanto, não foram digitalizados.

Durante a digitalização das marcas foi registrado em uma ficha o momento dos principais eventos da passada de cada repetição capturada: primeiro contato inicial do pé direito com o solo, momento da retirada do marcador do 1º metatarso esquerdo do solo, fase de balanço média da perna esquerda, primeiro contato inicial do pé esquerdo com o solo, momento da retirada do marcador do 5º metatarso direito do solo e segundo contato



inicial do pé direito com o solo. O conhecimento destes eventos foi necessário para o cálculo das variáveis deste estudo.

Após a digitalização, e ainda utilizando o programa DVIDEO, as coordenadas x e y de cada marcador foram transformadas ao sistema métrico utilizando um sistema de referência bi-dimensional com 4 pontos de controle e com dimensões de 1478mm x 1480mm, comprimento e altura, respectivamente. Na seqüência, os dados adquiridos foram filtrados com o filtro Butterworth de 2ª ordem, passa-baixa de 7 Hz e atraso de fase zero, com a utilização do programa Matlab 6.5 (The Mathworks, Inc.). A frequência do filtro foi definida a priori por meio de análises residuais sugeridas por Winter (1990).

As variáveis dependentes foram agrupadas em variáveis espaço-temporais e variáveis angulares. Sendo assim, comprimento, duração, velocidade e cadência da passada, elevação mínima do pé na fase de balanço, velocidade de contato do calcanhar com o solo, e duração das fases de suporte simples, balanço e duplo suporte na passada são as variáveis espaço-temporais consideradas neste estudo. Amplitude de movimento articular do tornozelo, joelho e quadril durante uma passada completa, e ângulos das mesmas articulações, no momento do contato inicial do pé com o solo e no momento da retirada do pé do solo são consideradas as variáveis angulares. Para o cálculo das variáveis foi utilizado o software Matlab 6.5. A seguir, como cada uma das variáveis espaço-temporais foi calculada é apresentado.

**Comprimento da passada:** distância, em metros (m), entre dois contatos iniciais consecutivos do pé direito com o solo. Calculado a partir da coordenada na direção horizontal (x) da marca posicionada no calcâneo lateral direito.

**Duração da passada:** duração, em segundos (s), entre dois contatos iniciais consecutivos do pé direito com o solo. Calculada a partir da diferença temporal entre os dois instantes.

**Velocidade da passada:** calculada a partir da razão entre o comprimento e a duração da passada, dada em metros por segundo (m/s).

**Cadência da passada:** calculada a partir da razão entre um e a duração, em segundos, da passada, dada em passadas por segundo (pass/s).

**Elevação mínima do pé na fase de balanço:** calculada a partir da coordenada na direção vertical (y) da marca posicionada no 5º metatarso direito. Diferença espacial, em

centímetros (cm), entre a posição do marcador no momento de distância mínima do solo na fase de balanço e sua posição durante a fase de apoio.

**Velocidade de contato do calcanhar com o solo:** calculada a partir da coordenada na direção horizontal (x) da marca posicionada no calcâneo lateral direito. Corresponde à média das velocidades horizontais do quadro anterior ao contato do calcanhar com o solo e do quadro no momento do contato do calcanhar com o solo; dada em metros por segundo (m/s).

**Duração da fase de balanço:** em relação à duração total da passada, corresponde à porcentagem de tempo, em segundos, entre a ocorrência da perda de contato do pé direito com o solo e o próximo contato do mesmo pé. Calculada a partir da diferença temporal entre o quadro referente à perda de contato com o solo do marcador posicionado no 5° metatarso direito e o quadro imediatamente anterior ao contato inicial do pé direito com o solo.

**Duração da fase de suporte simples:** em relação à duração total da passada, corresponde à porcentagem de tempo, em segundos, onde o suporte do corpo foi realizado por um único membro, no caso o direito. Calculada a partir da diferença temporal entre o quadro referente à perda de contato com o solo do marcador posicionado no 1° metatarso esquerdo e o quadro imediatamente anterior ao contato inicial do pé esquerdo com o solo.

**Duração da fase de duplo suporte:** em relação à duração total da passada, corresponde à porcentagem de tempo, em segundos, onde o suporte do corpo foi realizado pelos dois membros. Calculada a partir da diferença temporal entre o quadro referente ao contato inicial do pé direito com o solo e o quadro imediatamente anterior à perda de contato com o solo do marcador posicionado no 1° metatarso esquerdo, somada com a diferença temporal entre o quadro referente ao contato inicial do pé esquerdo com o solo e o quadro imediatamente anterior à perda de contato com o solo do marcador posicionado no 5° metatarso direito.

Com relação às variáveis angulares, o ângulo do quadril foi definido mediante a posição angular do tronco (formado pelas marcas posicionadas no quadril e ombro) em relação ao segmento coxa (formado pelas marcas posicionadas no quadril e joelho); o ângulo do joelho foi definido mediante a posição angular dos segmentos coxa e perna (formado pelas marcas posicionadas no quadril, joelho e tornozelo); e o ângulo do

tornozelo foi definido mediante a posição angular entre os segmentos perna e pé (formado pelas marcas posicionadas no joelho, tornozelo e metatarso direito). Para o cálculo dos ângulos articulares utilizou-se a seguinte equação:

$$a = \text{acos}(\text{dot}(a/\text{norm}(a), b/\text{norm}(b)) * 180/\pi)$$

Onde, o ângulo entre dois vetores corresponde ao arco cujo coseno for igual ao produto interno dos vetores normalizado. Onde a e b representam os segmentos de interesse, por exemplo, vetores perna e pé para o cálculo do ângulo do tornozelo. Para normalizar o vetor deve-se dividir o vetor pela sua norma (tamanho do vetor). Para este cálculo utilizou-se a função *norm* no MATLAB. O produto interno dos vetores foi calculado no MATLAB através da função *dot* e o arco do coseno através da função *acos*. Em seguida o valor dado em radianos foi multiplicado por 180/pi para a obtenção do ângulo em graus. A seguir, como cada uma das variáveis angulares foi calculada é apresentado.

**Amplitude de movimento articular:** diferença entre os valores angulares máximo e mínimo durante uma passada do andar para cada uma das articulações (quadril, joelho e tornozelo).

**Ângulo das articulações do tornozelo, joelho e quadril:** no momento de contato inicial do pé com o solo (primeiro instante em que o pé tocou o solo) e durante a retirada do pé do solo (primeiro instante em que o marcador posicionado no 5º metatarso direito perdeu o contato com o solo).

Todas as variáveis dependentes foram calculadas para 5 repetições em cada condição para cada participante. Posteriormente, os valores médios das 5 repetições para cada condição foram considerados no tratamento estatístico. MORRIS et al. (1996a) recomendam que, em testes do andar em idosos com DP, a média de no mínimo 2 repetições seja calculada para ser considerado na análise.

As variáveis independentes do presente estudo foram: as condições experimentais e os grupos. As variáveis sexo, idade, altura e massa corporal, diagnóstico e severidade da doença de Parkinson foram consideradas como variáveis de controle.

Com intuito de se determinar o erro do experimento (grau de concordância entre o resultado obtido e o fenômeno estudado) realizou-se o seguinte teste: dois objetos, haste e goniômetro com comprimento e angulação conhecidos, respectivamente, foram filmados no

espaço experimental calibrado. Para registro cinemático dos dados, marcadores passivos idênticos aos utilizados nos participantes deste estudo foram afixados nas extremidades dos objetos. Para o cálculo do comprimento da haste e da angulação do goniômetro foram utilizados procedimentos idênticos aos utilizados para os participantes deste estudo. Os valores obtidos foram comparados aos valores conhecidos a priori e a diferença foi adotada como o erro do experimento: 4,61 mm para as variáveis espaço-temporais e 0,41° para as variáveis angulares.

#### **4.4- Tratamento estatístico**

Para comparar as variáveis espaço-temporais e angulares com relação aos dois grupos (neurologicamente sadios e com DP) nas três condições (AL, ARL, ARLA), 5 análises de variâncias múltiplas (MANOVAs) 2x3 foram utilizadas, em que o fator condição foi considerado como medida repetida. A primeira MANOVA teve como variáveis dependentes: comprimento, duração, velocidade e cadência da passada, elevação mínima do pé na fase de balanço e velocidade de contato do calcanhar com o solo. A segunda MANOVA teve como variáveis dependentes: duração das fases de suporte simples, balanço e duplo suporte durante o ciclo do andar. A terceira MANOVA teve como variáveis dependentes: amplitude de movimento das articulações do tornozelo, joelho e quadril durante uma passada do andar. A quarta MANOVA teve como variáveis dependentes: ângulo das articulações do tornozelo, joelho e quadril na retirada do pé do solo. A quinta MANOVA teve como variáveis dependentes: ângulo das mesmas articulações no contato inicial do pé com o solo. Nos casos em que diferenças significativas entre as tarefas foram indicadas, as diferenças foram localizadas pelo ajuste de Bonferroni.

O teste de esfericidade de Mauchly não apontou normalidade e homogeneidade da amostra para as variáveis: comprimento da passada, velocidade de contato do calcanhar, duração da fase de balanço, duração do duplo suporte, ângulo do tornozelo no contato inicial do pé com o solo, ângulos do tornozelo, joelho e quadril na retirada do pé do solo e amplitude articular do joelho e quadril em uma passada. Portanto, para estas variáveis foi utilizado o resultado do teste de Greenhouse-Geisser disponível na MANOVA.

A variáveis espaço-temporais e ângulos articulares do andar que foram apontadas pela MANOVA como diferentes entre os grupos foram selecionadas para a análise de correlação de Spearman. Sendo assim, o valor médio das três condições do comprimento e velocidade da passada, duração da fase de balanço e duplo suporte dos idosos com DP foram correlacionados com as pontuações nas escalas H&Y e UPDRS (total e parte III). Considerando ambos os grupos, idosos neurologicamente saudáveis e com DP, as mesmas variáveis foram correlacionadas com a pontuação na Escala de Equilíbrio Funcional de Berg e a incidência de queda no último ano.

Em todas as análises o nível de significância foi mantido em 0,05 e o programa SPSS 10.0 (SPSS, Inc.) foi utilizado para o tratamento estatístico.

## 5- RESULTADOS

A pontuação média e o desvio padrão obtida na Escala de Equilíbrio Funcional de Berg para os dois grupos foi de  $55,9 \pm 0,4$  para os idosos neurologicamente saudáveis e  $53 \pm 4,3$  pontos para os idosos com DP. Entre os idosos com DP, 75% relataram uma queda ocorrida no último ano, enquanto os idosos neurologicamente saudáveis não relataram ocorrência de quedas (para resultados individuais ver APÊNDICE 1). O teste Mann-Whitney apontou diferença entre os grupos para ambas variáveis ( $U=10$ ,  $p<0,012$ ;  $U=8$ ,  $p<0,04$ , respectivamente).

Todos os participantes foram capazes de andar nas três condições de superfície (AL, ARL, ARLA). Nas condições ARL e ARLA, a porcentagem de tentativas que precisaram ser repetidas por erro do participante foi de 45% para os idosos com doença de Parkinson e 22,5% para os idosos neurologicamente saudáveis. Ainda, os grupos constituídos por idosos neurologicamente saudáveis e com DP não apresentaram diferenças na idade ( $t_{14}=-0,345$ ,  $p=0,735$ ) e nas medidas antropométricas, estatura ( $t_{14}=-0,511$ ,  $p=0,618$ ) e massa corporal ( $t_{14}=-0,385$ ,  $p=0,706$ ). Sendo assim, os dados não foram normalizados.

Com a finalidade de facilitar a interpretação dos resultados, esses serão apresentados em três grupos: 1) variáveis espaço-temporais: comprimento, duração, velocidade e cadência da passada, elevação mínima do pé na fase de balanço, velocidade de contato do calcanhar com o solo, e duração das fases de suporte simples, balanço e duplo suporte durante uma passada; 2) variáveis angulares: amplitude de movimento articular do tornozelo, joelho e quadril durante uma passada, e ângulos das mesmas articulações, no contato inicial do pé com o solo e retirada do pé do solo; 3) correlação das variáveis:

comprimento e velocidade da passada, duração da fase de balanço e duplo suporte com as pontuações nas escalas H&Y e UPDRS (total e parte III) para os idosos com DP; e as mesmas variáveis espaço-temporais com a pontuação na Escala de Equilíbrio Funcional de Berg e a incidência de queda no último ano para ambos os grupos de idosos.

Para as variáveis espaço-temporais e ângulos articulares nenhum efeito de interação foi apontado pelas MANOVAs.

### 5.1- Variáveis espaço-temporais

A FIGURA 1 apresenta os valores médios e desvios padrão do comprimento, duração, velocidade e cadência da passada, elevação mínima do pé na fase de balanço, velocidade de contato do calcanhar com o solo para os dois grupos (idosos neurologicamente sadios e com DP) nas três condições (AL, ARL, ARLA). Para essas variáveis, a MANOVA apontou diferença entre os grupos, Wilks' Lambda=0,103,  $F_{(6,9)}=13,005$ ,  $p \leq 0,002$ , e entre as condições, Wilks' Lambda=0,008,  $F_{(12,3)}=31,389$ ,  $p \leq 0,009$ . Análises univariadas para os grupos apontaram diferença para comprimento,  $F_{(1,14)}=13,765$ ,  $p \leq 0,003$ , e velocidade da passada,  $F_{(1,14)}=14,584$ ,  $p \leq 0,003$ . Análises univariadas para as condições apontaram diferença para comprimento,  $F_{(1,2;17,1)}=26,285$ ,  $p \leq 0,001$ , duração,  $F_{(2,28)}=16,845$ ,  $p \leq 0,01$ , velocidade,  $F_{(2,28)}=47,733$ ,  $p \leq 0,01$ , e cadência da passada,  $F_{(2,28)}=18,508$ ,  $p \leq 0,01$ , e para velocidade de contato do calcanhar com o solo,  $F_{(1,3;18,9)}=29,585$ ,  $p \leq 0,01$ . Os valores médios de cada participante dos dois grupos em cada condição são apresentados nos APÊNDICES 2 e 3.

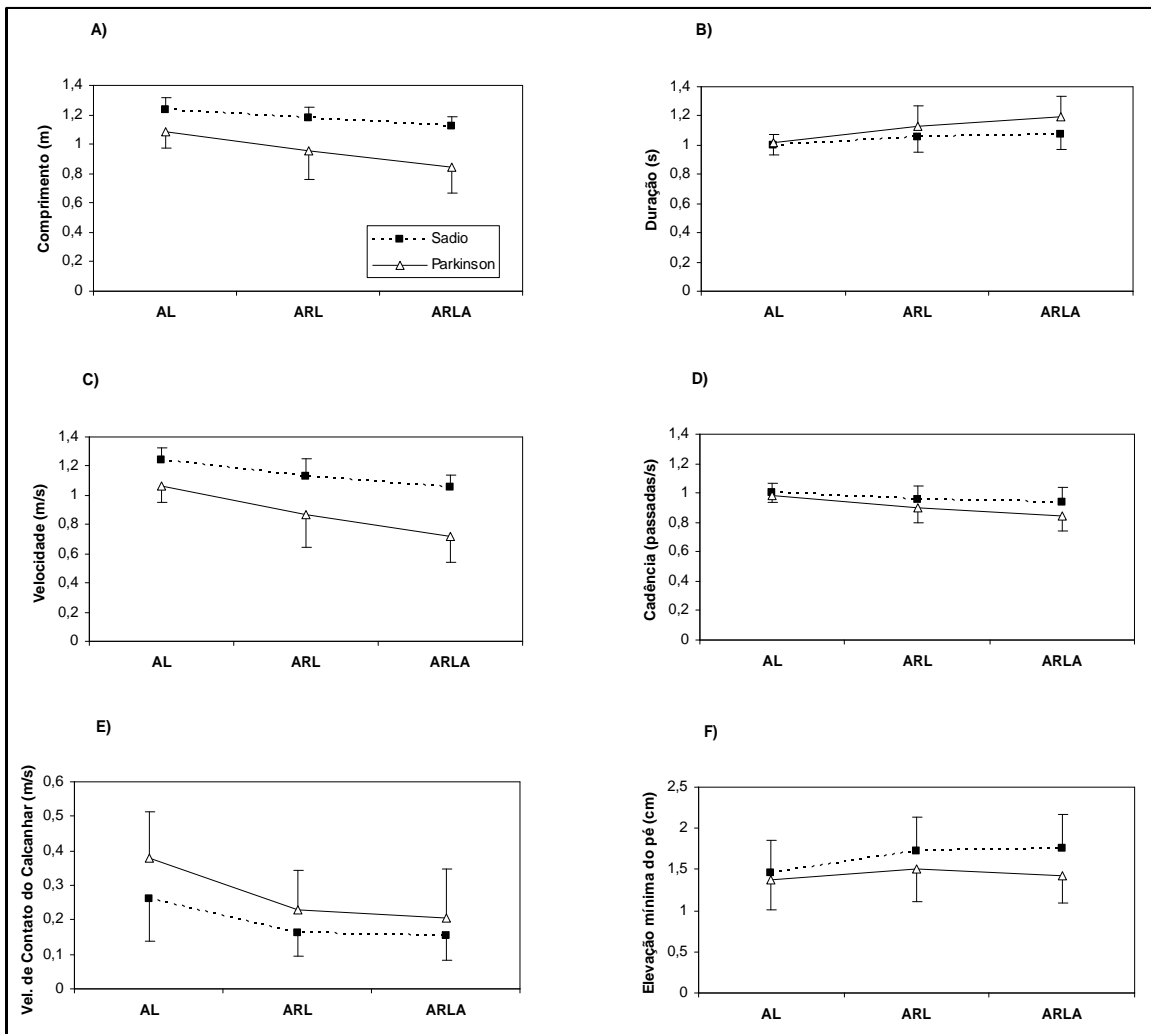


FIGURA 1. Valores médios e desvios padrão das variáveis espaço-temporais: comprimento (A), duração (B), velocidade (C) e cadência (D) da passada, velocidade de contato do calcâneo (E) e elevação mínima do pé na fase de balanço (F) dos idosos com DP e neurologicamente sadios nas três condições de superfície, andar livre (AL), andar restrito em largura (ARL) e andar restrito em largura e altura (ARLA).

Os idosos com DP apresentaram comprimento da passada menor que os idosos neurologicamente sadios e os dois grupos apresentaram comprimento da passada maior no AL do que no ARL ( $p \leq 0,022$ ) e ARLA ( $p \leq 0,001$ ). No ARL o comprimento da passada também foi maior do que no ARLA ( $p \leq 0,001$ ) para os dois grupos (FIGURA 1-A). Com relação à duração da passada, os idosos neurologicamente sadios e os com DP levaram um tempo menor para andar na condição AL do que para andar no ARL ( $p \leq 0,016$ ) e ARLA ( $p \leq 0,001$ ). Houve uma tendência de menor duração da passada para o ARL quando comparado com o ARLA ( $p = 0,079$ ) (FIGURA 1-B).



Em se tratando da velocidade da passada, os idosos com DP andaram mais lentamente que os neurologicamente saudáveis e os dois grupos apresentaram velocidade da passada maior no AL do que no ARL ( $p \leq 0,002$ ) e ARLA ( $p \leq 0,001$ ). No ARL, a velocidade da passada também foi maior do que no ARLA ( $p \leq 0,001$ ) para os dois grupos (FIGURA 1-C). Com relação à cadência da passada, os idosos neurologicamente saudáveis e os com DP apresentaram cadência maior no AL do que para andar no ARL ( $p \leq 0,008$ ) e ARLA ( $p \leq 0,001$ ). Houve uma tendência de maior cadência para o ARL quando comparado com o ARLA ( $p = 0,076$ ) (FIGURA 1-D).

Finalmente, com relação à velocidade de contato do calcanhar com o solo, os idosos neurologicamente saudáveis e os com DP abordaram o solo com maior velocidade no AL do que no ARL ( $p \leq 0,002$ ) e ARLA ( $p \leq 0,001$ ). A velocidade de contato do calcanhar foi a mesma para ARL e ARLA (FIGURA 1-E).

A FIGURA 2 apresenta os valores médios e desvios padrão da duração das fases de suporte simples, balanço e duplo suporte durante o ciclo do andar para os dois grupos (idosos neurologicamente saudáveis e com DP) nas três condições (AL, ARL, ARLA). Para essas variáveis, a MANOVA apontou diferença entre os grupos, Wilks' Lambda=0,300,  $F_{(2,13)}=15,179$ ,  $p \leq 0,001$ , e entre as condições, Wilks' Lambda=0,130,  $F_{(6,9)}=10,041$ ,  $p \leq 0,002$ . Análises univariadas para os grupos apontaram diferença para duração das fases de balanço,  $F_{(1,14)}=26,644$ ,  $p \leq 0,001$ , e duplo suporte durante o ciclo do andar,  $F_{(1,14)}=9,472$ ,  $p \leq 0,009$ . Análises univariadas para as condições apontaram diferença para duração das fases de balanço,  $F_{(1,4;19,8)}=30,208$ ,  $p \leq 0,001$ , e duplo suporte durante o ciclo do andar,  $F_{(1,4;19,5)}=22,807$ ,  $p \leq 0,001$ . Os valores médios de cada participante dos dois grupos em cada condição são apresentados no APÊNDICE 4.

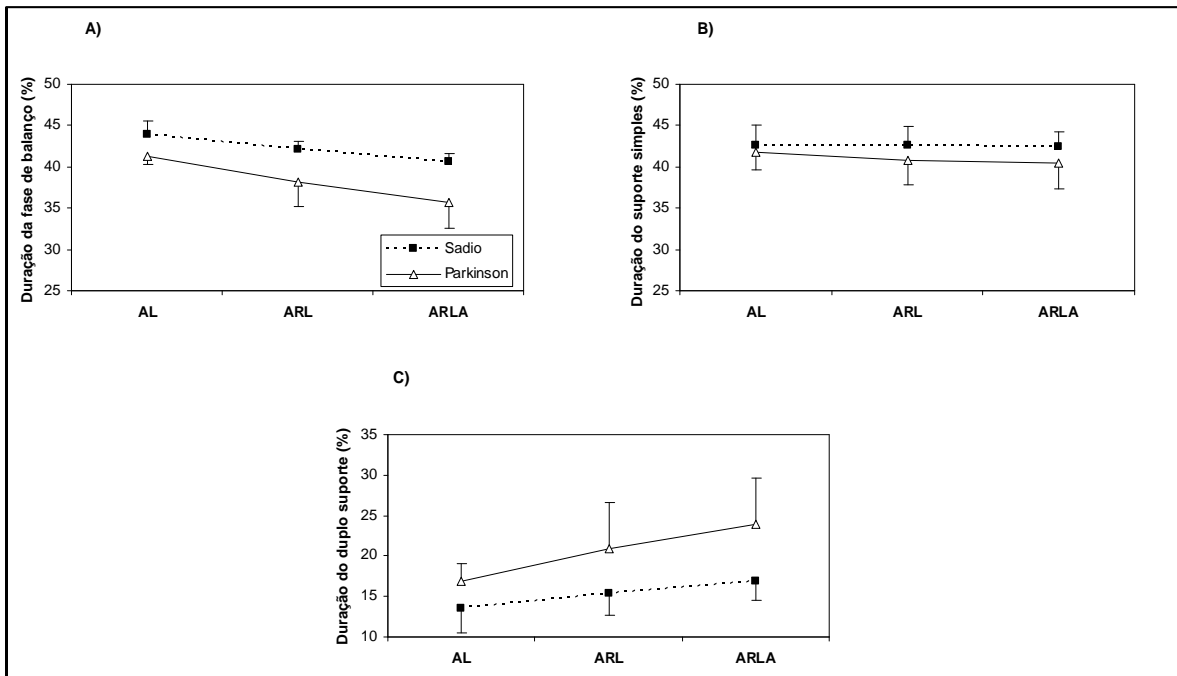


FIGURA 2. Valores médios e desvios padrão das variáveis espaço-temporais: duração da fase de balanço (A), duração do suporte simples (B) e duração do duplo suporte (C) dos idosos com DP e neurologicamente sadios nas três condições de superfície, andar livre (AL), andar restrito em largura (ARL) e andar restrito em largura e altura (ARLA).

Os idosos com DP apresentaram duração da fase de balanço menor que os idosos neurologicamente sadios e os dois grupos apresentaram duração da fase de balanço maior no AL do que no ARL ( $p \leq 0,009$ ) e ARLA ( $p \leq 0,001$ ). No ARL a duração da fase de balanço também foi maior do que no ARLA ( $p \leq 0,001$ ) para os dois grupos (FIGURA 2-A). Com relação à duração da fase de duplo suporte, os idosos com DP permaneceram mais tempo neste período do que os idosos neurologicamente sadios e os dois grupos permaneceram menos tempo em duplo suporte no AL do que no ARL ( $p \leq 0,018$ ) e ARLA ( $p \leq 0,001$ ). No ARL, a duração do duplo suporte também foi menor que no ARLA ( $p \leq 0,002$ ) para os dois grupos (FIGURA 2-C).

## 5.2- Variáveis angulares

A FIGURA 3 apresenta os valores médios e desvios padrão da amplitude de movimento articular (ADM) do tornozelo, joelho e quadril durante uma passada do andar

para os dois grupos (idosos neurologicamente saudáveis e com DP) nas três condições (AL, ARL, ARLA). Para a ADM das três articulações durante o ciclo completo do andar, a MANOVA não indicou diferença entre os grupos, Wilks' Lambda=0,609,  $F_{(3,12)}=2,572$ ,  $p=0,103$ , e indicou diferença entre as condições, Wilks' Lambda=0,208,  $F_{(6,9)}=5,704$ ,  $p\leq 0,012$ . Análises univariadas para as condições indicaram diferença apenas para a ADM do joelho,  $F_{(1,4;19,4)}=9,837$ ,  $p\leq 0,004$  (FIGURA 3-B). Houve uma tendência à diferença para a ADM do tornozelo,  $F_{(2,28)}=3,258$ ,  $p=0,053$  (FIGURA 3-A), e quadril,  $F_{(1,299;18,190)}=3,300$ ,  $p=0,077$  (FIGURA 3-C). Os valores médios de cada participante dos dois grupos em cada condição são apresentados no APÊNDICE 5. Durante a passada, os idosos com DP e os neurologicamente saudáveis apresentaram a mesma ADM do tornozelo e quadril para as três condições de superfície. Para os dois grupos, apenas a ADM do joelho apresentou-se menor no ARLA do que no AL ( $p\leq 0,019$ ) e ARL ( $p\leq 0,001$ ). A ADM do joelho foi a mesma para o AL e ARL para os dois grupos.

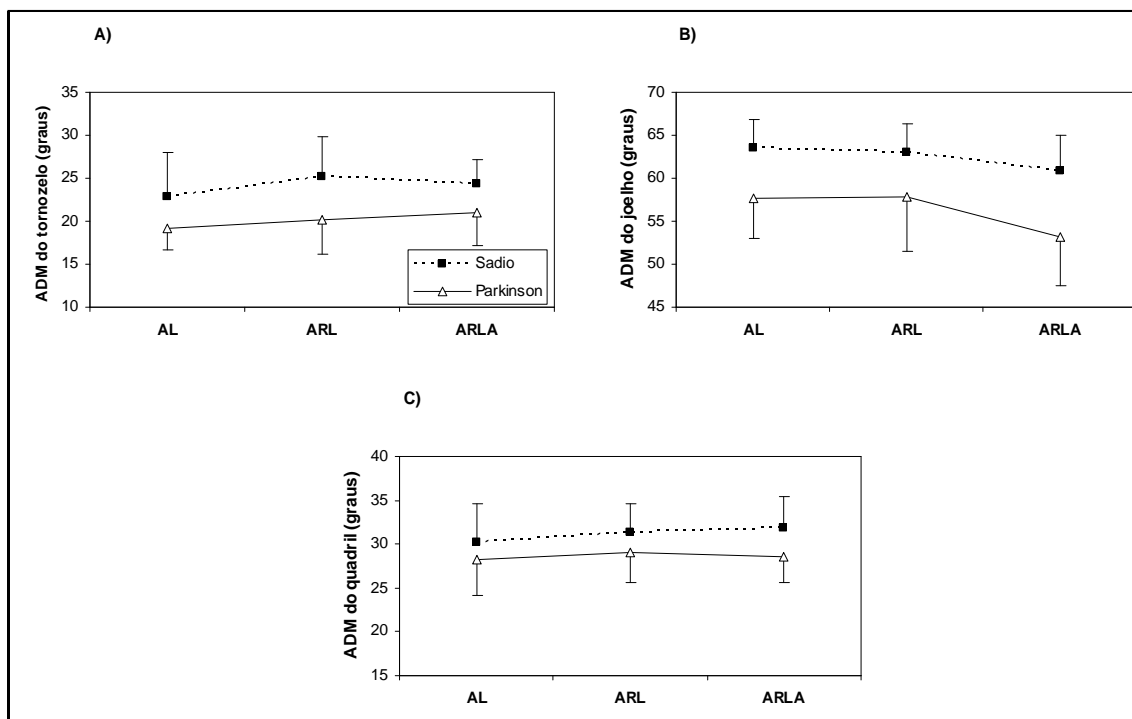


FIGURA 3. Valores médios e desvios padrão da amplitude de movimento articular (ADM) do tornozelo (A), joelho (B) e quadril (C) durante uma passada do andar dos idosos com DP e neurologicamente saudáveis nas três condições de superfície, andar livre (AL), andar restrito em largura (ARL) e andar restrito em largura e altura (ARLA).

A FIGURA 4 apresenta os valores médios e desvios padrão dos ângulos das articulações do tornozelo, joelho e quadril durante o contato inicial e retirada do pé com o solo para os dois grupos (idosos neurologicamente sadios e com DP) nas três condições (AL, ARL, ARLA). Para o ângulo de cada articulação durante o contato inicial, a MANOVA não indicou diferença entre os grupos, Wilks' Lambda=0,910,  $F_{(3,12)}=0,395$ ,  $p=0,759$ , e indicou diferença entre as condições, Wilks' Lambda=0,080,  $F_{(6,9)}=17,271$ ,  $p\leq 0,001$ . Análises univariadas para as condições indicaram diferença para os ângulos do tornozelo,  $F_{(1,3;18,6)}=11,751$ ,  $p\leq 0,002$ , do joelho,  $F_{(2,28)}=27,710$ ,  $p\leq 0,001$ , e do quadril,  $F_{(2,28)}=9,231$ ,  $p\leq 0,002$ . Os valores médios dos ângulos de cada articulação durante o contato inicial de cada participante dos dois grupos em cada condição são apresentados no APÊNDICE 6.

Durante o contato inicial, os idosos com DP e os neurologicamente sadios apresentaram ângulo mais fletido do tornozelo no ARL do que no AL ( $p\leq 0,001$ ). No ARLA os dois grupos apresentaram o mesmo ângulo do tornozelo quando comparado com as condições AL e ARL (FIGURA 4-A). Em se tratando da articulação do joelho, os dois grupos apresentaram ângulo mais fletido do joelho no ARL ( $p\leq 0,002$ ) e no ARLA ( $p\leq 0,001$ ) quando comparado com o AL. No ARLA, o ângulo do joelho também se apresentou mais fletido do que no ARL ( $p\leq 0,01$ ) para os dois grupos (FIGURA 4-B). Finalmente, o ângulo do quadril apresentou-se mais fletido para os dois grupos no ARLA que no AL ( $p\leq 0,004$ ). Houve uma tendência de maior flexão do quadril para o ARL quando comparado com o AL ( $p=0,052$ ) (FIGURA 4-C).

Com relação aos ângulos das articulações do tornozelo, joelho e quadril durante a retirada do pé do solo, a MANOVA não apontou diferença entre os grupos, Wilks' Lambda=0,688,  $F_{(3,12)}=1,815$ ,  $p=0,198$ , e apontou diferença entre as condições, Wilks' Lambda=0,128,  $F_{(6,9)}=10,180$ ,  $p\leq 0,002$ . Análises univariadas para as condições indicaram diferença apenas para o ângulo do joelho,  $F_{(1,4;20,2)}=71,190$ ,  $p\leq 0,001$ . Os valores médios dos ângulos de cada articulação durante a retirada do pé do solo de cada participante dos dois grupos em cada condição são apresentados no APÊNDICE 7.

Durante a retirada do pé do solo, os idosos com DP e os neurologicamente sadios apresentaram o mesmo ângulo para as articulações do tornozelo (FIGURA 4-D) e quadril (FIGURA 4-F) para as três condições de superfície. Para os dois grupos, apenas o ângulo

do joelho apresentou-se mais fletido no ARL ( $p \leq 0,001$ ) e ARLA ( $p \leq 0,001$ ) quando comparado com o AL. No ARLA o ângulo do joelho também apresentou-se mais fletido do que no ARL ( $p \leq 0,024$ ) para os dois grupos (FIGURA 4-E).

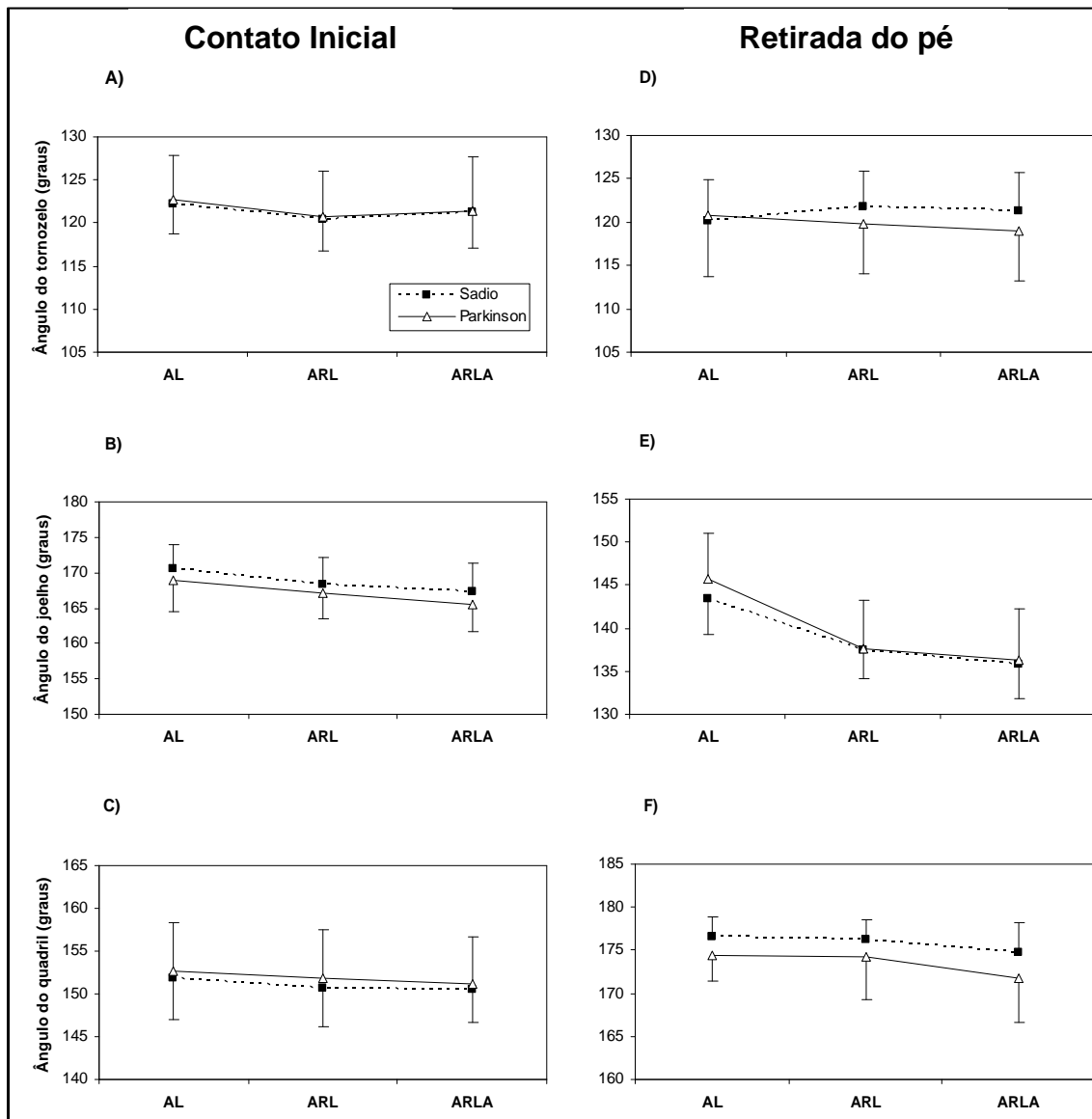


FIGURA 4. Valores médios e desvios padrão dos ângulos articulares do tornozelo (A, D), joelho (B, E) e quadril (C, F) durante os momentos de contato inicial do pé com o solo (coluna à esquerda) e retirada do pé do solo (coluna à direita) do andar dos idosos com DP e neurologicamente sadios nas três condições de superfície, andar livre (AL), andar restrito em largura (ARL) e andar restrito em largura e altura (ARLA).

### 5.3- Correlação das variáveis

A TABELA 2 apresenta os resultados das correlações de Spearman entre as variáveis comprimento e velocidade da passada, duração da fase de balanço e duplo suporte com as pontuações nas escalas H&Y e UPDRS (total e parte III) dos idosos com DP.

**TABELA 2.** Correlações (significância) entre as variáveis do andar, comprimento (CP) e velocidade (VP) da passada, duração da fase de balanço (DFB) e duração do duplo suporte (DDS), e as pontuações em H&Y e UPDRS dos idosos com DP.

Variáveis	H&Y	UPDRS-III	UPDRS total
<b>CP</b>	-0,319 (0,441)	-0,381 (0,352)	-0,407 (0,317)
<b>VP</b>	-0,319 (0,395)	-0,452 (0,260)	-0,443 (0,272)
<b>DFB</b>	-0,511 (0,196)	-0,452 (0,260)	-0,479 (0,230)
<b>DDS</b>	0,421 (0,298)	0,238 (0,570)	0,263 (0,528)

As variáveis espaço-temporais selecionadas dos idosos com DP não correlacionaram significativamente com as pontuações nas escalas H&Y e UPDRS (total e parte III).

A TABELA 3 apresenta os resultados das correlações de Spearman entre as mesmas variáveis espaço-temporais com a pontuação na Escala de Equilíbrio Funcional de Berg e a incidência de quedas no último ano para ambos os grupos, idosos neurologicamente sadios e com DP.

**TABELA 3.** Correlações (significância) entre as variáveis do andar, comprimento (CP) e velocidade (VP) da passada, duração da fase de balanço (DFB) e duração do duplo suporte (DDS), e a pontuação na Escala de Equilíbrio Funcional de Berg (BERG) e a incidência de queda no último ano (QUEDA) dos idosos de ambos os grupos.

Variáveis	CP	VP	DFB	DDS
<b>BERG</b>	r=0,672 (p≤0,005)	r=0,710 (p≤0,003)	r=0,772 (p≤0,001)	r=-0,568 (p≤0,023)
<b>Queda</b>	r=-0,700 (p≤0,004)	r=-0,728 (p≤0,002)	r=-0,700 (p≤0,004)	r=0,560 (p≤0,025)

Todas as variáveis espaço-temporais selecionadas de ambos os grupos correlacionaram significativamente com a pontuação na Escala de Equilíbrio Funcional de Berg e a incidência de quedas no último ano. A FIGURA 5 apresenta graficamente as correlações para cada variável espaço-temporal e a Escala de Equilíbrio Funcional de Berg.

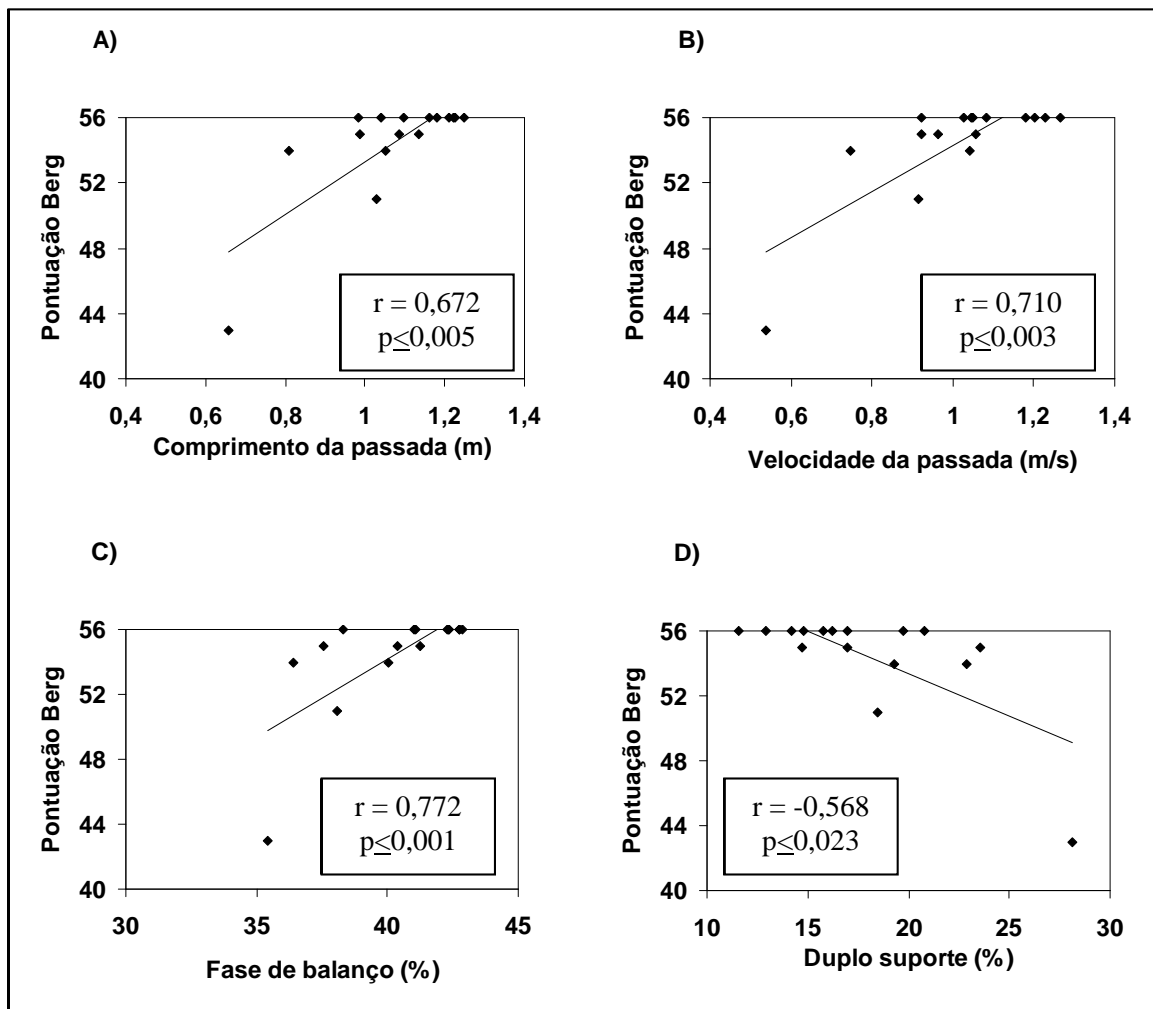


FIGURA 5. Correlações entre as variáveis espaço-temporais, comprimento (A) e velocidade (B) da passada, duração da fase de balanço (C) e duração do duplo suporte (D), e as pontuações na Escala de Equilíbrio Funcional de Berg dos idosos de ambos os grupos.

O comprimento e a velocidade da passada dos idosos de ambos os grupos correlacionaram-se positivamente e de forma moderada a forte com a pontuação na Escala de Equilíbrio Funcional de Berg (FIGURA 5-A e B). De forma semelhante, foi encontrada correlação forte e positiva entre a duração da fase de balanço da perna e a Escala de

Equilíbrio Funcional de Berg (FIGURA 5-C). Assim, quanto menor o comprimento e a velocidade da passada e a duração da fase de balanço da perna, menor a pontuação obtida para o equilíbrio funcional. Já a variável duração do duplo suporte correlacionou-se de forma negativa e moderada com a pontuação na Escala de Equilíbrio Funcional de Berg (FIGURA 5-D). Assim, quanto maior a duração do duplo suporte, menor a pontuação obtida para o equilíbrio funcional.

A FIGURA 6 apresenta graficamente as correlações para cada variável espaço-temporal e a incidência de quedas no último ano.

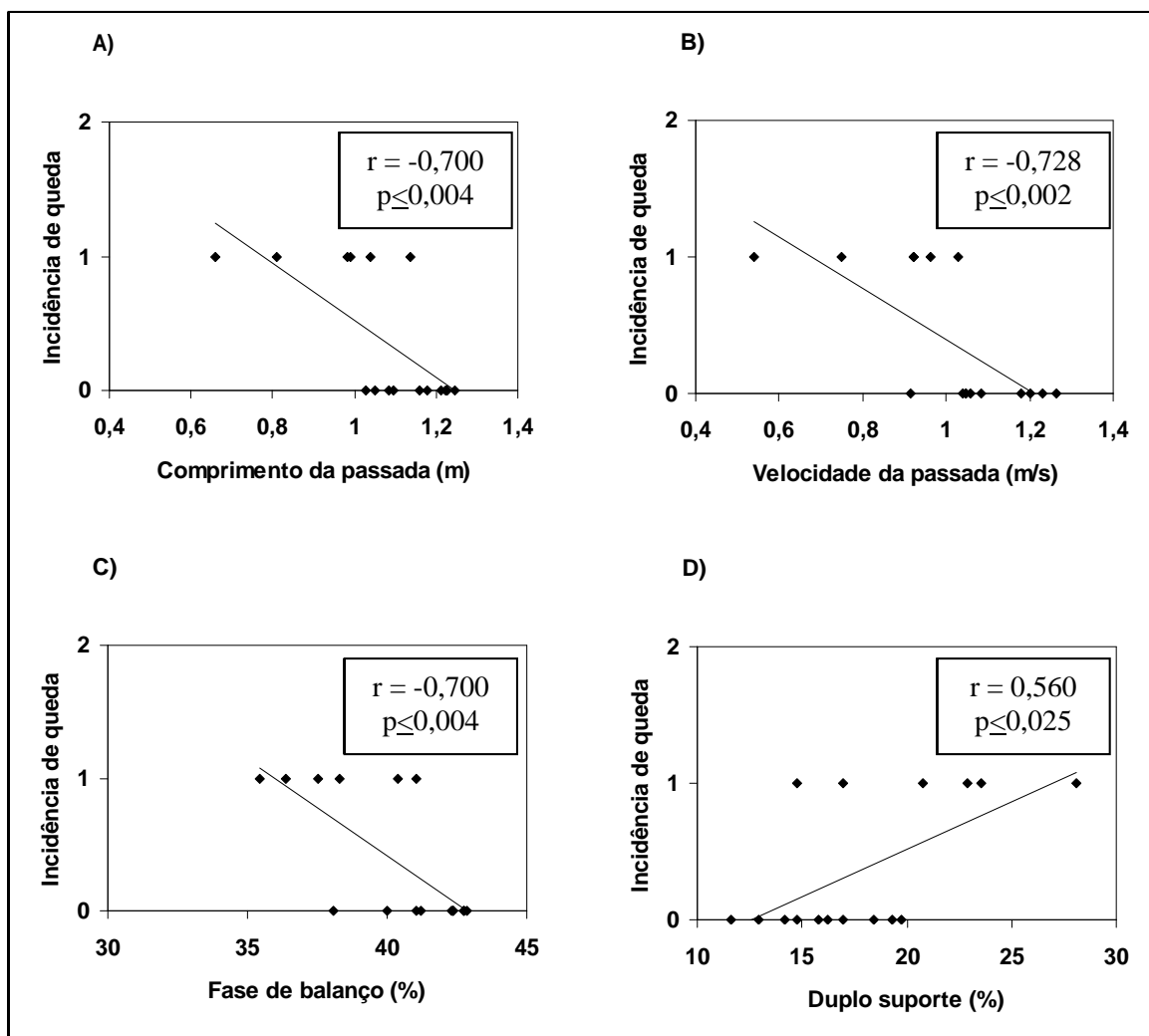


FIGURA 6. Correlações entre as variáveis espaço-temporais, comprimento (A) e velocidade (B) da passada, duração da fase de balanço (C) e duração do duplo suporte (D), e a incidência de queda no último ano dos idosos de ambos os grupos.



O comprimento, a velocidade da passada e a duração da fase de balanço da perna dos idosos de ambos os grupos correlacionaram-se de forma negativa e forte com a incidência de quedas no último ano (FIGURA 6-A, B e C). Assim, quanto menor o comprimento e a velocidade da passada e a duração da fase de balanço da perna, maior a incidência de quedas no último ano. Já a variável duração do duplo suporte correlacionou-se de forma positiva e moderada com a incidência de quedas no último ano (FIGURA 6-D). Assim, quanto maior a duração do duplo suporte, maior a incidência de quedas no último ano.

## **6- DISCUSSÃO**

Pesquisas têm sido dedicadas a determinar as variáveis relacionadas ao andar que explicariam a maior incidência de quedas da população idosa e, em especial, da população idosa com DP. No presente estudo, optou-se por comparar as características do andar de pacientes e idosos neurologicamente saudáveis durante o andar livre e em mais duas condições onde a largura e a altura da superfície de suporte do andar foram manipuladas com a finalidade de aumentar a demanda para o controle locomotor. Desta forma, esperava-se que as diferenças nas características do andar entre idosos com DP e neurologicamente saudáveis fossem mais evidenciadas devido às condições da tarefa exigirem maior equilíbrio dinâmico e os pacientes possuírem maior instabilidade do andar.

Os resultados do presente estudo são discutidos separadamente em efeito de grupo e efeito de condição, já que a análise estatística não apontou interação entre os fatores. O relacionamento entre as variáveis dependentes é discutido em tópico específico e sugestões para futuros estudos encerram a discussão.

### **6.1- Características do andar alteradas pelos pacientes**

As características espaço-temporais e angulares do andar em idosos com DP e neurologicamente saudáveis em diferentes condições de superfície de suporte foram documentadas no presente estudo, sendo as características do andar dos idosos com DP similares ao previamente relatado para o andar parkinsoniano livre com medicação efetiva

(BLIN, FERRANDEZ & SERRATRICE, 1990; MORRIS et al., 1996a; MORRIS et al., 1996b; LEWIS, BYBLOW & WALT, 2000).

Comparado com o andar dos idosos neurologicamente sadios e independentemente das condições de superfície, o andar dos idosos com DP foi mais lento, com passadas curtas, com maior tempo gasto com ambos os pés em contato com o solo e menor tempo gasto na fase de balanço da perna. Os valores de cadência, elevação mínima do pé na fase de balanço, velocidade de contato do calcanhar com o solo e das variáveis angulares foram similares aos valores dos idosos neurologicamente sadios. Estes resultados são detalhadamente discutidos a seguir.

A velocidade da passada preferida dos idosos com DP foi mais lenta do que a dos idosos neurologicamente sadios. Outros estudos também reportaram diminuição na velocidade da passada em pacientes quando comparados com participantes controles (BLIN, FERRANDEZ & SERRATRICE, 1990; MORRIS et al., 1994; MORRIS, et al., 1996a; MORRIS, et al., 1996b; LEWIS, BYBLOW & WALT, 2000; MORRIS et al., 2005; PIERUCCINI-FARIA, 2006; PEPPE et al., 2007). No presente estudo, a análise do andar em diferentes superfícies de suporte foi realizada em velocidade preferida, o que explicaria a ausência de diferença entre os grupos para a cadência, considerando que valores de cadência maiores foram constatados somente quando a mudança de velocidade foi imposta (MORRIS et al., 1994). Considerando o exposto, sugere-se que o controle da cadência permanece intacto na DP, corroborando com estudos anteriores que relataram valores de cadência semelhantes entre idosos com DP e neurologicamente sadios para o andar livre (MORRIS et al., 1996a; MORRIS et al., 1996b; MORRIS et al., 2005).

Ainda em relação à velocidade da passada, Morris et al. (1994) encontraram resultados semelhantes e associaram esta velocidade mais lenta ao comprimento da passada mais curto dos idosos com DP, principalmente quando se considera que no presente estudo não foram encontradas diferenças entre os grupos para a duração da passada. Neste sentido, a velocidade mais lenta dos idosos com DP reflete a dificuldade em realizar ajustes motores na amplitude da passada (MORRIS et al., 1996b), o que caracteriza-se como o problema fundamental na hipocinesia do andar dos pacientes (MORRIS et al., 1994).

A hipocinesia do andar dos pacientes pode ocorrer em função das alterações de comportamento das unidades motoras (GLENDINNING & ENOKA, 1994). Entretanto,

não existem evidências conclusivas sobre as alterações da atividade eletromiográfica dos músculos dos membros inferiores durante o andar. Em relação à atividade eletromiográfica, foram evidenciadas alterações no comportamento das unidades motoras durante a realização de movimentos isométricos (GLENDINNING & ENOKA, 1994) e em tarefas de ajuste postural (FRANK, HORAK & NUTT, 2000); entretanto, poucos estudos analisaram a atividade eletromiográfica dos músculos dos membros inferiores durante o andar. Lewis, Byblow & Walt (2000) apontaram similaridade da modulação eletromiográfica dos músculos solear e tibial anterior nas fases do ciclo do andar entre pacientes e controles. Entretanto estes resultados devem ser vistos com cautela, pois as análises foram realizadas considerando apenas a amplitude do sinal eletromiográfico tanto do músculo solear no momento da retirada do pé do solo como do músculo tibial anterior no momento do contato inicial do pé com solo, impossibilitando a análise de possíveis co-contrações durante as fases do ciclo do andar. Os dados cinemáticos do presente estudo não permitem a confirmação desses relatos.

Assim, sugere-se que a utilização da metodologia eletromiográfica poderia fornecer informações a respeito da análise dos padrões da atividade muscular durante o andar dos idosos com DP comparado aos dos idosos neurologicamente saudáveis e, desta forma, as causas da amplitude reduzida do comprimento da passada poderiam ser mais bem documentadas e elucidadas.

Outras variáveis de interesse do presente estudo, relacionadas ao controle do equilíbrio durante o andar, são a elevação mínima do pé na fase de balanço, a velocidade horizontal de contato do calcanhar com o solo e a duração do duplo suporte (WINTER, 1991; WINTER & ROGERS, 1992). Considerando que existem evidências de que a medicação antiparkinsoniana não reduz problemas no equilíbrio (BLOEM et al., 2001), esperava-se que diferenças para estas variáveis entre os grupos de idosos fossem apontadas, especialmente porque houve diferença entre os grupos para a incidência de queda no último ano. Entretanto, os dados obtidos não confirmaram completamente esta hipótese, já que apenas a duração do duplo suporte diferiu entre os grupos de idosos.

Em relação às variáveis elevação mínima do pé na fase de balanço e velocidade de contato do calcanhar com o solo, os idosos com DP tiveram valores médios menores para a elevação mínima do pé e maiores para a velocidade de contato do calcanhar quando

comparados com os neurologicamente sadios (1,44 cm vs. 1,64 cm; 0,27 m/s vs. 0,19 m/s, respectivamente), mas estas diferenças não foram significativas ( $p=0,218$ ;  $p=0,144$ , respectivamente).

A respeito da elevação mínima do pé, diferenças não foram relatadas entre idosos e adulto-jovens sadios (WINTER et al., 1990; WINTER, 1991; BEGG et al., 2007). Entretanto, idosos sadios com histórico de quedas apresentam menor elevação do pé quando comparados com idosos sem histórico de quedas (CHIBA et al., 2005). Pode-se especular que diferenças nesta variável discriminariam as pessoas que de fato caem, e não necessariamente as com risco de quedas aumentado, como é o caso da população com DP. No estudo de Chiba et al. (2005), apenas idosos que relataram duas quedas ou mais no último ano foram incluídos no grupo de idosos que caem. No presente estudo, apesar da incidência de queda ter sido maior para os idosos com DP, estes apresentaram apenas uma queda no último ano. Assim, segundo Chiba et al. (2005), os idosos com DP do presente estudo não seriam considerados caidores, o que explicaria a ausência de diferença.

O método utilizado no presente estudo para calcular a elevação mínima do pé assemelha-se ao proposto por Chiba et al. (2005). Diferentemente, Begg et al. (2007) calcularam esta variável para o andar de 20 minutos em esteira utilizando um modelo geométrico, onde as posições de dois marcadores e as dimensões do pé são utilizadas para prever o ponto mais baixo no sapato. Apesar das diferenças no método, em relação ao posicionamento dos marcadores, à utilização de calçado e à superfície (esteira vs. solo), os valores médios obtidos para esta variável no presente estudo assemelham-se aos estudos anteriores (CHIBA et al., 2005; BEGG et al., 2007), o que exclui a possibilidade do método utilizado ser inadequado.

Assim, os resultados apontam que a elevação mínima do pé não é a característica espaço-temporal do andar afetada na DP e, portanto, não seria esta a característica relacionada a quedas. Em relação a esta afirmação, alguns fatores que devem ser levados em consideração são: valores médios da elevação mínima do pé podem não representar a intenção do sistema locomotor, sendo, por exemplo, a moda e posteriormente a mediana medidas de tendência central mais apropriadas (BEGG et al., 2007).

Da mesma forma que as medidas de tendência central, a variabilidade dos valores pode ser mais relevante do que valores médios para a avaliação do risco de sofrer quedas

(BEGG et al., 2007). O presente estudo não teve por objetivo analisar valores do coeficiente de variação\* das variáveis, entretanto, o mesmo aparentemente foi semelhante entre os idosos neurologicamente sadios e com DP para a elevação mínima do pé (24,4% vs. 27,6%, respectivamente). Recomenda-se que estudos futuros analisem não somente valores médios desta variável, mas também o coeficiente de variação.

Em relação à velocidade de contato do calcanhar, os idosos sadios quando comparados com adulto-jovens apresentam valores maiores para esta variável (WINTER, 1991; MILLS & BARRET, 2001), o que é associado com a maior incidência de quedas da população idosa. No presente estudo, os valores médios dos idosos de ambos os grupos não diferiram, sendo os valores apresentados, inferiores aos relatados em estudos anteriores. Winter (1991) e Mills & Barret (2001) relataram para idosos e adulto-jovens sadios valores médios maiores (1,15 m/s vs. 0,872 m/s; 1,32 m/s vs. 1,05 m/s, respectivamente). Esta discrepância nos valores obtidos pode ser proveniente de limitações metodológicas do presente estudo que influenciaram os resultados. O momento do contato do calcanhar com o solo foi determinado por meio de inspeção visual das imagens, o que pode ser menos preciso do que definir o evento por meio da força vertical exercida em uma plataforma de força (LOCKHART & KIM, 2006).

Em estudo mais recente, Lockhart & Kim (2006) relataram resultados contraditórios, onde os idosos tiveram valores menores para a velocidade de contato do calcanhar quando comparados com os adulto-jovens (0,57 m/s vs. 0.74 m/s). Entretanto, quando a velocidade do andar foi considerada como uma covariante, os valores não diferiram, sugerindo que há um efeito da velocidade do andar sobre esta variável.

Considerando que a velocidade de contato do calcanhar pode ser influenciada pela velocidade do andar, a ausência de diferenças no presente estudo pode não representar semelhança no comportamento da variável em questão, já que os idosos com DP apresentaram velocidade da passada mais lenta e mantiveram a mesma velocidade de contato do calcanhar. Desta forma, pode-se inferir que a ausência de diferença para a velocidade de contato do calcanhar juntamente com a velocidade mais lenta dos pacientes pode indicar risco aumentado de escorregar e assim explicaria a maior incidência de quedas dos pacientes, entretanto, estas evidências devem ser vistas com cautela.

---

\* (desvio padrão/média)\*100.

No estudo de Lockhart & Kim (2006), além do andar livre, uma condição de superfície escorregadia foi utilizada, o que pode ter influenciado o comportamento dos idosos de tal forma que a menor velocidade de contato do calcanhar poderia ser considerada como uma estratégia de cautela aumentada, ocasionada pelo nível aumentado do medo de cair dos idosos. Ainda, Mills & Barret (2001) relataram valores para a velocidade de contato do calcanhar maiores em idosos, independentemente da velocidade do andar. Portanto, o efeito da velocidade do andar sobre a velocidade de contato do calcanhar pode ser questionado e deve ser mais profundamente investigado.

Quanto à duração da fase de duplo suporte, os idosos com DP tiveram valores significativamente maiores que os idosos neurologicamente saudáveis, os quais corroboraram com relatos anteriores (BLIN, FERRANDEZ & SERRATRICE, 1990; MORRIS et al., 1996a; MORRIS et al., 1996b; PEPPE et al., 2007). Complementando este resultado, a duração da fase de balanço da perna dos idosos com DP foi menor que a dos idosos neurologicamente saudáveis.

Usualmente adulto-jovens e idosos saudáveis aumentam o tempo da fase de duplo suporte para compensar a instabilidade postural (BROWN et al., 2002). O maior tempo gasto no duplo suporte pelos pacientes indica maior instabilidade do andar e a necessidade de se aumentar o tempo disponível para re-estabelecer a estabilidade (WINTER, 1991) e minimizar a demanda de um sistema de controle postural ineficiente (MORRIS et al., 1999). Assim, as diferenças para o duplo suporte e fase de balanço na proporção da passada indicam dificuldades no controle do equilíbrio, o que pode ser confirmado pelos resultados da avaliação do equilíbrio funcional e explicar a maior incidência de quedas dos pacientes.

Em outro aspecto, esperava-se que diferenças entre os grupos de idosos para os ângulos articulares fossem apontadas, principalmente quando se considera que as variáveis espaço-temporais diferiram e que existem evidências de que a redução no comprimento da passada na DP é justificada por reduções na amplitude das articulações do membro inferior (MORRIS et al., 2005).

Idosos com histórico de queda no último ano apresentam amplitude de movimento articular (ADM) do quadril e tornozelo reduzidas durante o andar (KEMOUN et al., 2002). Kemoun et al. (2002) demonstraram, por meio da cinética angular, que a ADM reduzida nas articulações do quadril e tornozelo são causadas pela variação no padrão neuromotor

entre músculos agonistas e antagonistas, onde idosos com histórico de queda tendem a realizar co-contrações. Considerando que idosos com DP apresentam comportamento alterado das unidades motoras e maior incidência de queda, esperava-se que diferenças fossem apontadas para as variáveis angulares, em especial para a ADM. Entretanto, nenhuma diferença estatisticamente significativa foi apontada.

Estudos anteriores relatam resultados contrastantes a respeito da ADM em pacientes quando comparados com indivíduos controle. Indivíduos com DP apresentaram ADMs reduzidas para o quadril, joelho e tornozelo somente quando estavam sem o efeito da medicação antiparkinsoniana (MORRIS et al., 2005). Além disso, pacientes com maior severidade da doença (maior pontuação na UPDRS) apresentaram reduções maiores nas ADMs (MORRIS et al., 2005). A medicação antiparkinsoniana mostrou-se efetiva em normalizar as ADMs do quadril, joelho e tornozelo durante o andar, o que explicaria a ausência de diferenças no presente estudo, já que os pacientes foram avaliados estando com medicação efetiva (fase “ON”).

Em contraste, Peppe et al. (2007) relataram ADMs reduzidas do quadril, joelho e tornozelo em uma passada do andar em indivíduos com DP com medicação efetiva quando comparados com indivíduos controle. A ausência de diferenças no presente estudo também pode ser explicada pelas características da amostra. O estudo de Peppe et al. (2007), apesar de não contar somente com indivíduos idosos, foi realizado com o dobro de participantes, estando estes em estágios mais avançados da doença. Assim, sugere-se que a ADM do quadril, joelho e tornozelo não são afetadas nos estágios iniciais da doença e que futuros estudos atentem em aumentar o número de participantes.

A respeito dos ângulos articulares do membro inferior no momento da retirada do pé do solo e no contato inicial do pé com o solo, nenhuma diferença significativa foi apontada entre os grupos de idosos. Valores reduzidos para o ângulo do tornozelo foram constatados em indivíduos com DP nos momentos de retirada do pé do solo e no contato inicial do pé com o solo (LEWIS, BYBLOW & WALT, 2000). O comprimento da passada mais curto dos idosos com DP pode ser visto como uma consequência da redução na flexão plantar do tornozelo na retirada do pé do solo (LEWIS, BYBLOW & WALT, 2000). Entretanto os dados obtidos não confirmaram esta hipótese.



No presente estudo optou-se por calcular o ângulo relativo das articulações do quadril, joelho e tornozelo. Os valores brutos obtidos para cada articulação nos momentos da retirada do pé do solo e no contato inicial do pé com o solo foram considerados na análise. Os ângulos das mesmas articulações em posição neutra (postura em pé parada) dos idosos não foram avaliados, impossibilitando o conhecimento do grau de flexão ou extensão das articulações nos momentos de interesse. Esta falha metodológica pode ter influenciado os resultados do presente estudo e explicaria, em parte, a ausência de diferenças entre os ângulos articulares nos momentos de interesse dos idosos com DP e neurologicamente sadios.

Finalmente, é importante ressaltar que a locomoção exige controle do equilíbrio e habilidade para adaptar-se (BLIN, FERRANDEZ & SERRATRICE, 1990). Desta forma, as alterações das características espaço-temporais contribuem com a instabilidade do andar dos idosos com DP e podem ser interpretadas como indicativo de degeneração do sistema de controle do equilíbrio e/ou uma adaptação para andar de forma mais segura (WINTER, 1991). O comportamento alterado das unidades motoras, em especial perante situações onde há perturbação do equilíbrio, poderia explicar a instabilidade postural típica da doença (ROMERO & STELMACH, 2003). Os resultados da avaliação do equilíbrio funcional e da incidência de quedas recentes confirmam que os pacientes apresentam comprometimento no controle do equilíbrio.

Para manter a estabilidade e cumprir a tarefa com sucesso os idosos com DP alteraram quatro características espaço-temporais do andar: comprimento e velocidade da passada, duração do duplo suporte e duração da fase de balanço. Estas alterações já têm sido extensivamente apresentadas na literatura (BLIN, FERRANDEZ & SERRATRICE, 1990; MORRIS et al., 1996a; MORRIS et al., 1996b; LEWIS, BYBLOW & WALT, 2000). Alterações nestes parâmetros do andar podem gerar maior dificuldade em lidar com situações da vida diária, em especial em ações onde é exigido controle mais preciso do corpo, como nas condições que restringem a largura e a altura da superfície de suporte. Outras variáveis foram introduzidas no presente estudo, como a elevação mínima do pé, a velocidade de contato do calcanhar com o solo e ângulos articulares, que poderiam explicar a maior incidência de quedas. Entretanto, estas variáveis apresentaram valores semelhantes entre os grupos.

## 6.2- Características do andar alteradas em função das restrições da superfície

A proposta do presente estudo foi investigar as alterações das características do andar que ocorrem quando é exigido controle mais preciso do corpo perante diferentes condições de restrição da superfície de suporte. As perturbações impostas nas condições experimentais, diminuição da largura e aumento da altura da superfície de suporte, provocaram alterações nas características do andar de todos os participantes. Assim, o efeito das condições experimentais é discutido considerando ambos os grupos.

Restringir a superfície de suporte em 19 cm provocou alterações nas características do andar dos idosos. Em relação às variáveis espaço-temporais, os idosos reduziram o comprimento, a velocidade e a cadência da passada assim como a velocidade de contato do calcanhar com o solo. A duração da passada e o tempo gasto em duplo suporte aumentaram, enquanto a duração da fase de balanço diminuiu quando a superfície de suporte foi restrita em 19 cm de largura. Em outros estudos onde a superfície de suporte foi restrita de forma similar, adulto-jovens e idosos saudáveis também alteraram as características do andar de forma semelhante (BROWN et al., 2002; MOREIRA, 2006).

Os idosos do presente estudo apresentaram alterações nas características do andar que implicam em um andar mais cauteloso. Adotar a estratégia de diminuir a velocidade, como consequência do comprimento mais curto e da maior duração da passada, e aumentar o tempo gasto em duplo suporte, quando o equilíbrio dinâmico é perturbado, pode ser considerado como uma forma de facilitar o monitoramento do controle da locomoção, já que estas alterações tendem a reduzir o risco de instabilidade.

Em tarefa motora dinâmica semelhante, idosos também selecionaram estratégias que maximizaram a estabilidade, adotando velocidade de andar mais lenta, comprimento de passada mais curto e maior tempo em duplo suporte (SHKURATOVA, MORRIS & HUXHAM, 2004). Esta estratégia cautelosa vista no presente estudo proporciona maior segurança e diminui os riscos de uma eventual queda, permitindo que a tarefa seja realizada com sucesso.

Ao diminuir a largura da superfície de suporte aumenta-se a necessidade de precisão no momento do contato inicial do pé com o solo. A estratégia adotada pelos idosos para aumentar a precisão foi reduzir a velocidade de contato do calcanhar e os ângulos do

tornozelo e joelho no momento do contato inicial com o solo e também a redução no ângulo da articulação do joelho no momento da retirada do pé do solo. Em estudo envolvendo condição com maior demanda de estabilidade (superfície escorregadia), idosos saudáveis também apresentaram redução na velocidade de contato do calcanhar quando comparados com adulto-jovens, o que foi associado com nível aumentado do medo de cair dos idosos (LOCKHART & KIM, 2006). Estas alterações também podem ser vistas como uma forma de garantir a estabilidade durante o andar ou como uma consequência da velocidade mais lenta e/ou do comprimento mais curto da passada. Winter et al. (1990) atribuíram a redução do ângulo relativo do pé em relação ao solo ao comprimento da passada mais curto dos idosos.

Algumas alterações nas características do andar foram mais suscetíveis à restrição imposta pela altura. Quando a superfície de suporte foi restrita em largura e altura (condição ARLA), os idosos reduziram ainda mais o comprimento e a velocidade da passada, permaneceram mais tempo com ambos os pés em contato com o solo e menor tempo na fase de balanço da perna. A altura da superfície de suporte na condição ARLA (10 cm) não representa grandes riscos de lesões em caso de instabilidade. Apesar disso, o desafio de andar por uma superfície estreita e elevada do chão resultou em alterações nas características do andar dos idosos, evidenciando um comportamento diferenciado para o controle da locomoção.

As causas que poderiam explicar este comportamento diferenciado consistem no medo de cair e à necessidade de se adaptar às dificuldades impostas pela tarefa. Um componente essencial do medo de cair é perceber o risco de lesões como um resultado da instabilidade (BLOEM, STEIJNS & SMITS-ENGELSMAN, 2003). Em estudo do controle da postura ereta foi evidenciado que o medo de cair, induzido por permanecer próximo da ponta de uma plataforma elevada, contribuiu para uma resposta postural mais cautelosa (BROWN & FRANK, 1997). Brown & Frank (1997) demonstraram que os participantes utilizaram estratégias compensatórias, nas quais o centro de massa foi mais firmemente controlado (deslocamento e velocidade reduzidos).

O medo de cair, induzido por andar em uma superfície estreita e elevada, também influenciou as características cinemáticas da ultrapassagem de obstáculo, onde os participantes diminuíram o comprimento e a velocidade da passada e a velocidade do

centro de massa do corpo (MCKENZIE & BROWN, 2004). Estratégias compensatórias também foram adotadas pelos idosos do presente estudo perante situação mais desafiadora como a condição ARLA. Deve-se ressaltar que o medo de sofrer quedas é maior em idosos com DP (ADKIN, FRANK & JOG, 2003), o que pode ter influenciado ainda mais as diferenças obtidas entre as condições.

Em relação às variáveis angulares, os ângulos das articulações do joelho e quadril apresentaram reduções mais acentuadas no momento do contato inicial com o solo. No momento da retirada do pé do solo apenas a articulação do joelho apresentou ângulo mais reduzido. De forma semelhante, a ADM do joelho durante a passada também foi reduzida. Nota-se que modulações nas variáveis angulares foram realizadas em função da altura da superfície de suporte, em especial na articulação do joelho, demonstrando que as modulações concentraram-se em sua grande maioria nesta articulação.

A redução na ADM do joelho já foi relatada anteriormente em idosos e adulto-jovens saudáveis durante o andar restrito em 15 cm (BROWN et al., 2002), tendo sido sugerido que este comportamento evidenciou uma estratégia que aumentou o controle do membro e reduziu a instabilidade. O mesmo pode ser aplicado ao presente estudo.

Considerando o exposto, pode-se afirmar que as restrições em altura e largura da superfície de suporte foram eficazes em perturbar o equilíbrio durante o andar, visto que os idosos realizaram ajustes no controle da locomoção. Os ajustes locomotores caracterizados pelas alterações espaço-temporais e angulares ocorreram provavelmente porque os idosos foram mais cautelosos e optaram por aumentar a estabilidade em resposta às perturbações do equilíbrio durante o andar. A identificação das alterações das características do andar dos idosos em situação de maior exigência do equilíbrio dinâmico mostrou-se importante no sentido de detectar as características do andar relacionadas à instabilidade e assim, pode servir como base para futuras intervenções que visem a instabilidade do andar dos idosos.

### **6.3- Relacionamento entre as variáveis dependentes**

Os sintomas da DP são caracterizados por distúrbios do movimento e afetam diretamente a habilidade de andar (MORRIS & IANSEK, 1996). Assim, esperava-se que

correlações entre as características espaço-temporais do andar dos pacientes e as pontuações nas escalas de H&Y e UPDRS (total e parte III) fossem encontradas. Entretanto, os dados do presente estudo não confirmaram esta hipótese. Em relação a estas análises, resultados distintos são relatados na literatura.

Vieregge et al. (1997) também não observaram relacionamento significativo entre os valores de comprimento e velocidade da passada dos pacientes com as pontuações das escalas H&Y e UPDRS (parte III). Entretanto, quando apenas alguns itens (18, 19, 22, 26-31\*) da UPDRS-III foram considerados na análise, correlação negativa com a velocidade do andar foi apontada, demonstrando que alguns itens da UPDRS-III são eficazes em prever a velocidade do andar. Deve-se ressaltar que análises como estas devem ser vistas com cautela, pois a utilização de itens propostos na UPDRS em contextos diferentes da qual a escala foi criada pode não caracterizar resultados confiáveis.

Ainda em relação à velocidade do andar, Brusse et al. (2005) também não encontraram correlações significativas entre esta variável e as pontuações na UPDRS (total e parte-III). Em estudo semelhante considerando outras variáveis do andar, valores médios da duração da passada de pacientes também não se correlacionaram com a pontuação na UPDRS, independentemente da incidência de queda e do efeito da medicação (SCHAAFSMA et al., 2003b). Entretanto, estes autores apontaram correlação significativa entre a variabilidade da duração da passada e a pontuação na UPDRS, demonstrando que a variância das medidas do andar pode estar mais relacionada ao comprometimento causado pela doença do que valores médios.

Os resultados de Vieregge et al. (1997) e Brusse et al. (2005), juntamente com os encontrados no presente estudo, sugerem que as escalas H&Y e UPDRS não refletem o desempenho do andar, especificamente nas alterações das características espaço-temporais. As características das escalas podem explicar, em parte, os resultados encontrados.

A respeito da UPDRS, somente cinco itens (vestir, andar, levantar de uma cadeira, características do passo e estabilidade postural) dizem respeito à mobilidade. Destes itens, apenas dois tratam especificamente das características do andar dos pacientes. Assim, é provável que o impacto do comprometimento causado pela doença na função de andar não

---

\* Estes itens selecionados foram nomeados por Vieregge et al. (1997) de pontuação axial-motora e em sua maioria avaliam as características relacionadas ao movimento das pernas e controle postural.

seja completamente representado pela UPDRS, o que explicaria a ausência de correlações entre a escala e as variáveis espaço-temporais.

Em relação à escala de H&Y, o mesmo questionamento pode ser feito. A escala tem por objetivo identificar o estágio da gravidade da doença de Parkinson. Para tanto, a localização dos sintomas são considerados, não havendo avaliação específica relacionada à mobilidade do paciente, o que explicaria a ausência de correlações com as características espaço-temporais do andar. Resultados que contradizem esta afirmação foram relatados por Rochester et al. (2004) ao observar correlação negativa significativa entre a velocidade de andar e a severidade da doença, avaliada pela escala de H&Y. Os autores atribuíram este resultado aos sintomas clínicos comumente presentes na DP, tal como problemas no equilíbrio, como responsáveis pela interferência no andar. Os dados do presente estudo não permitiram a confirmação desses relatos e indicaram apenas que as alterações do andar dos pacientes não ocorrem linearmente com o avanço do estágio da doença.

Por outro lado, Morris et al. (2005) relataram forte relacionamento linear entre a severidade da doença e a amplitude de movimento, visto pela correlação significativa entre a pontuação da UPDRS (itens II e III) e o comprimento da passada, onde os pacientes com DP mais severa andaram com passadas mais curtas. Deve-se ressaltar que, no estudo de Morris et al. (2005), os pacientes foram avaliados sem o efeito da medicação antiparkinsoniana (estado “OFF”). No presente estudo, os pacientes foram avaliados sob o efeito da medicação (estado “ON”), o que poderia explicar a ausência de correlações.

Alguns parâmetros do andar (BLIN et al., 1991) e a pontuação na UPDRS (PIERUCCINI-FARIA, 2006) melhoram sob efeito da medicação antiparkinsoniana. Desta forma, a UPDRS pode não ser sensível para detectar déficits locomotores em pacientes medicados. Isto é confirmado pela ausência de correlação entre as pontuações nas escalas e o desempenho do andar em pacientes medicados (VIEREGGE et al., 1997; BRUSSE et al., 2005) e pelo encontro de correlações em pacientes sem o efeito da medicação (MORRIS et al., 2005).

Antes de discutir o relacionamento entre os parâmetros espaço-temporais do andar dos idosos de ambos os grupos com a incidência de queda no último ano e pontuações na Escala de Equilíbrio Funcional de Berg, cabe destacar que diferenças entre os grupos de idosos foram apontadas. A menor pontuação no equilíbrio funcional obtida pelos idosos

com DP no presente estudo e a máxima pontuação obtida pelos idosos neurologicamente sadios corroboram com estudo prévio (ROCHESTER et al., 2004), assim como a maior incidência de queda no grupo de pacientes (GRIMBERGEN, MUNNEKE & BLOEM, 2004). Estes resultados confirmam os problemas no equilíbrio ocasionados pela doença que contribuem com a instabilidade do andar dos pacientes.

Quando o desempenho em equilíbrio funcional e a incidência de queda foram correlacionados com as características espaço-temporais do andar de ambos os grupos de idosos, resultados significativos foram encontrados (TABELA 3), o que também corrobora com estudos anteriores.

Em relação ao equilíbrio funcional, Rochester et al. (2004) e Brusse et al. (2005) relataram correlações significativas entre o equilíbrio funcional e a velocidade do andar apenas em idosos com DP, sendo que quanto menor a pontuação obtida, menor a velocidade da passada. Rochester et al. (2004) argumentam que a manutenção do equilíbrio é um fator que compete por atenção juntamente com o controle locomotor, o que explicaria o resultado encontrado. Este argumento pode ser aplicado ao presente estudo, especialmente porque foram reveladas relações também com o comprimento da passada e a duração do duplo suporte. Considerando que os idosos neurologicamente sadios obtiveram pontuação máxima na escala de equilíbrio funcional e que as características espaço-temporais do andar dos pacientes diferiram das características dos idosos neurologicamente sadios, pode-se atribuir aos pacientes as pontuações menores no equilíbrio funcional (APÊNDICE 1) e o pior desempenho no andar. Na DP, a disfunção dos núcleos da base sobrecarrega os mecanismos de controle motor corticalmente mediados. Como resultado da competição por atenção, alterações nas características do andar ocorrem, especialmente porque a manutenção do equilíbrio é crucial. Este fato explicaria em parte a relação encontrada, de que quanto pior o desempenho em equilíbrio funcional, maiores alterações são observadas nas características do andar.

A respeito das correlações entre as características espaço-temporais e a incidência de queda pode-se afirmar que o desempenho do andar é um fator que está associado diretamente com a instabilidade dos idosos. Outras características do andar, como a variabilidade da duração da passada, também se correlacionaram com a incidência de queda

em pacientes (SCHAAFSMA et al., 2003b) e em idosos saudáveis (HAUSDORFF, RIOS & EDELBERG, 2001).

A progressão do andar é realizada por meio de um constante relacionamento entre desequilíbrio e retomada do equilíbrio corporal. As alterações das características espaço-temporais do andar, como aumento do duplo suporte e diminuição do comprimento e velocidade da passada e duração da fase de balanço, aparentemente diminuem as demandas do sistema de controle locomotor ao promover um aumento no tempo disponível para retomar a estabilidade. Assim, mudanças nas características do andar permitem inferir dificuldades no controle da locomoção; estas associadas à instabilidade. A instabilidade dos idosos pode ser proveniente de fatores relacionados ao próprio processo de envelhecimento e/ou da DP, que limitam a capacidade funcional resultando em alterações nas características do andar e na incidência de queda.

O presente estudo não teve por objetivo determinar se as alterações espaço-temporais promovem a instabilidade ou se a instabilidade gera alterações espaço-temporais. Assim, afirma-se que as alterações das características do andar podem ser vistas como um indicador de instabilidade e de risco de queda aumentado.

De maneira geral, as correlações significativas encontradas demonstram que alterações nas características do andar dos idosos revelam comprometimento no controle do equilíbrio e estão associadas com o aumento na incidência de queda, como amplamente documentado (WOOLLACOTT & TANG, 1997; FRANK & PATLA, 2003; BLOEM, STEIJNS & SMITS-ENGELSMAN, 2003; SHKURATOVA, MORRIS & HUXHAM, 2004).

Considerando o exposto, os resultados salientam a importância de utilizar medidas quantitativas das características do andar na avaliação da instabilidade e do risco de queda e demonstra a importância de desenvolver programas de reabilitação e treinamento que contemplem as características espaço-temporais do andar, principalmente quando se considera que a habilidade de andar está diretamente relacionada ao desempenho das atividades diárias.



#### **6.4- Estudos futuros**

Sugere-se que futuros estudos incluam número maior de participantes e que avaliem uma amostra de pacientes distribuída de forma homogênea em relação ao estágio da gravidade da doença. Sugere-se também que a investigação do andar de idosos com DP, em condições que requerem maior controle do equilíbrio, seja realizada utilizando-se outros instrumentos, como sistema de análise do movimento tridimensional, eletromiografia e plataforma de força.

## 7- CONCLUSÃO

Com base nos resultados do presente estudo, pode-se concluir que:

- As características do andar dos idosos com DP diferem do andar dos idosos neurologicamente saudáveis em relação a comprimento e velocidade da passada, duração do duplo suporte e duração da fase de balanço, devido à hipocinesia, à dificuldade no controle do equilíbrio e ao próprio relacionamento entre as variáveis;
- As variáveis elevação mínima do pé, velocidade de contato do calcanhar com o solo, amplitude de movimento articular e ângulos articulares do membro inferior são similares entre idosos neurologicamente saudáveis e com DP, provavelmente devido aos idosos se caracterizarem como não caidores, ao valor médio das variáveis não representarem a intenção do sistema locomotor, ao efeito da medicação e à amostra pequena e em sua maioria composta por pacientes em estágio inicial da doença;
- As superfícies de suporte restritas em largura e em largura e altura geram alterações nas características espaço-temporais e angulares do andar dos idosos de ambos os grupos, devido à necessidade de adotar uma estratégia cautelosa que facilite o controle da locomoção, garantindo estabilidade, e ao medo de cair imposto pelas demandas da tarefa;
- As pontuações nas escalas de H&Y e UPDRS não se relacionam com as características espaço-temporais do andar dos idosos com DP, provavelmente porque as escalas não refletem o desempenho do andar de pacientes sob o efeito do medicamento;
- O relacionamento entre as características espaço-temporais do andar dos idosos de ambos os grupos com a pontuação em equilíbrio funcional e a incidência de queda

ocorrem em função da atenção dividida entre a manutenção do equilíbrio e o controle locomotor, em especial nos idosos com DP, e às dificuldades no controle da locomoção em função de fatores relacionados ao próprio processo de envelhecimento e/ou da DP, que limitam a capacidade funcional.

## 8- REFERÊNCIAS

ADKIN, A.L.; FRANK, J.S.; JOG, M.S. Fear of falling and postural control in Parkinson's disease. **Movement Disorders**, Hoboken, v.18, n.5, p.496-502, 2003.

ADKIN, A.L.; BLOEM, B.R.; ALLUM, J.H.J. Trunk sway measurements during stance and gait tasks in Parkinson's disease. **Gait & Posture**, Amsterdam, v.22, n.3, p.240-9, 2005.

ANDREOTTI, R.A.; OKUMA, S.S. Validação de uma bateria de testes de atividades da vida diária para idosos fisicamente independentes. **Revista Paulista de Educação Física**, São Paulo v.13, n.1, p.46-66, 1999.

BARROS, R. M. L., BRENZIOKOFER, R.; LEITE, N. J., FIGUEROA, P. Desenvolvimento e avaliação de um sistema para análise cinemática tridimensional de movimentos humanos. **Revista Brasileira de Engenharia Biomédica**, RJ, v.15, n.1/2, p. 79-86, 1999.

BEGG, R.; BEST, R.; DELL'ORO, L.; TAYLOR, S. Minimum foot clearance during walking: Strategies for the minimization of trip-related falls. **Gait & Posture**, Amsterdam, v.25, p.191-198, 2007.

BLIN, O.; FERRANDEZ, A.M.; SERRATRICE, G. Quantitative analysis of gait in Parkinson patients: increased variability of stride length. **Journal of the Neurological Sciences**, Netherlands, v.98, p.91-97, 1990.

BLIN, O.; FERRANDEZ, A.M.; PAILHOUS, J.; SERRATRICE, G. Dopa-sensitive and dopa-resistant gait parameters in Parkinson's disease. **Journal of the Neurological Sciences**, Netherlands, v.103, p.51-54, 1991.

BLOEM, B.R.; GRIMBERGEN, Y.A.M.; CRAMER, M.; WILLEMSSEN, M.; ZWINDERMAN, A.H. Prospective assessment of falls in Parkinson's disease. **Journal of Neurology**, v.248, p.950-8, 2001.

BLOEM, B.R.; STEIJNS, J.A.G.; SMITS-ENGELSMAN, B.C. An update on falls. **Current Opinion in Neurology**, Philadelphia, v.16, p.15-26, 2003.

BOGLE THORBAHN, L.D.; NEWTON, R.A. Use of the Berg balance test to predict falls in elderly persons. **Physical Therapy**, Alexandria, v.76, n.6, p.576-585.

BROWN, L.A.; FRANK, J.S. Postural compensations to the potential consequences of instability: kinematics. **Gait & Posture**, Amsterdam, v.6, p.89-97, 1997.

BROWN, L.A.; GAGE, W.H.; POLYCH, M.A.; SLEIK, R.J.; WINDER, T.R. Central set influences on gait. **Experimental Brain Research**, New York, v.145, p.286-296, 2002.

BRUSSE, K.J.; ZIMDARS, S.; ZALEWSKI, K.R.; STEFFEN, T.M. Testing functional performance in people with Parkinson disease. **Physical Therapy**, Alexandria, v.85, n.2, p.134-141, 2005.

CHIBA, H.; EBIHARA, S.; TOMITA, N.; SASAKI, H.; BUTLER, J.P. Differential gait kinematics between fallers and non-fallers in community-dwelling elderly people. **Geriatrics and Gerontology International**, v.5, p.127-134, 2005.

CÔTÉ, L.; CRUTCHER, M.D. The Basal Ganglia. In: KANDEL, E.R.; SCHWARTZ, J.H.; JESSEL, T.M. (Ed.). **Principles of Neural Science**. Norwalk: Appleton & Lange, 1991.

EVANS, A.H.; LEES, A.J. Dopamine dysregulation syndrome in Parkinson's disease. **Current Opinion in Neurology**, Philadelphia, v.17, p.393-398, 2004.

FAHN, S.; ELTON, R. Members of the UPDRS. Development Comitee. The unified Parkinson's disease rating scale. In: Fahn S., Marsden C.D., Calne D.B., Goldstein M. (eds). **Recent Developments in Parkinson's Disease**, v.2, Florham Park NJ: Mcmellam Health Care Information, p. 153-164, 1987.

FERNÁNDEZ-DEL OLMO, M.; ARIAS, P.; CUDEIRO-MAZAIRA, F.J. Facilitación de la actividad motora por estímulos sensoriales en la enfermedad de Parkinson. **Revista de Neurologia**, v.39, n.9, p.841-847, 2004.

FRANK, J.S.; HORAK, F.B.; NUTT, J. Centrally initiated postural adjustments in Parkinsonian patients on and off levodopa. **Journal of Neurophysiology**, v.84, p.2440-2448, 2000.

FRANK, J.S.; PATLA, A.E. Balance and mobility challenges in older adults: Implications for preserving community mobility. **American Journal of Preventive Medicine**, v.25, n.3Sii, p.157-163, 2003.

GLENDINNING, D.S.; ENOKA, R.M. Motor unit behavior in Parkinson's disease. **Physical Therapy**, Alexandria, v.74, n.1, p.61-70, 1994.

GRAY, P.; HILDEBRAND, K. Fall risk factors in Parkinson's disease. **Journal of Neuroscience Nursing**, v.32, n.4, p.222-228, 2000.

- GRAYBIEL, A.M. The basal ganglia. **Current Biology**, v.10, n.14, p.R509-511, 2000.
- GRIMBERGEN, Y.A.M.; MUNNEKE, M.; BLOEM, B.R. Falls in Parkinson's disease. **Current Opinion in Neurology**, Philadelphia, v.17, p.405-415, 2004.
- GUYTON, A.C. **Neurociência básica: anatomia e fisiologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993.
- HAUSDORFF, J.M.; RIOS, D.A.; EDELBERG, H.K. Gait variability and fall risk in community-living older adults: a 1-year prospective study. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v.82, n.6, p.1050-6, 2001.
- HAUSDORFF, J.M.; NELSON, M.E.; KALITON, D.; LAYNE, J.E.; BERNSTEIN, M.J.; NUERNBERGER, A.; SINGH, M.A.F.. Etiology and modification of gait instability in older adults: a randomized controlled trial of exercise. **Journal of Applied Physiology**, 90: 2117-2129, 2001.
- HOEHN, M.M.; YAHR, M.D. Parsinsonism: Onset, progression and mortality. **Neurology**, 17, p. 427-442, 1967.
- HORAK, F.B.; MACPHERSON, J.M.. Postural orientation and equilibrium. In: ROWELL, L.B.; SHEPHERD, J.T. (Ed). **Handbook of Physiology**: a critical, comprehensive presentation of physiological knowledge and concepts. New York: American Physiological Society by Oxford University Press, 1996, p.255-292.
- HUXHAM, F.E.; GOLDIE, P.A.; PATLA, A.E. Theoretical considerations in balance assessment. **Australian Journal of Physiotherapy**, v.47, p.89-100, 2001.
- KEMOUN, G.; THOUMIE, P.; BOISSON, D.; GUIEU, J.D. Ankle dorsiflexion delay can predict falls in the elderly. **Journal of Rehabilitation Medicine**, v.34, p.278-283, 2002.
- LEWIS, G.N.; BYBLOW, W.D.; WALT, S.E. Stride length regulation in Parkinson's disease: the use of extrinsic, visual cues. **Brain**, Oxon, v.123, p.2077-2090, 2000.
- LOCKHART, T.E.; KIM, S. Relationship between hamstring activation rate and heel contact velocity: Factors influencing age-related slip-induced falls. **Gait & Posture**, Amsterdam, v.24, p.23-34, 2006.
- McKENZIE, N.C.; BROWN, L.A. Obstacle negotiation kinematics: age-dependent effects of postural threat. **Gait & Posture**, Amsterdam, v.19, p.226-234, 2004.
- MILLS, P.M.; BARRETT, R.S. Swing phase mechanics of healthy young and elderly men. **Human Movement Science**, Amsterdam, v.20, p.427-446, 2001.
- MIYAMOTO, S.T.; LOMBARDI JUNIOR, I.; BERG, K.O.; RAMOS, L.R.; NATOUR, J. Brazilian version of the Berg balance scale. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v.37, p.1411-1421, 2004.

MOREIRA, A.P.M. **O efeito do envelhecimento e das restrições do ambiente no equilíbrio dinâmico**. Rio Claro, Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, 2006.

MORRIS, M.E.; IANSEK, R.; MATYAS, T.A.; SUMMERS, J.J. The pathogenesis of gait hypokinesia in Parkinson's disease. **Brain**, Oxon, v.117, p.1169-1181, 1994.

MORRIS, M.E.; IANSEK, R.. Characteristics of motor disturbance in Parkinson's disease and strategies for movement rehabilitation. **Human Movement Science**, Amsterdam, v.15, p.649-669, 1996.

MORRIS, M.E.; MATYAS, T.A.; IANSEK, R.; SUMMERS, J.J. Temporal stability of gait in Parkinson's disease. **Physical Therapy**, Alexandria, v.76, n.7, p.763-780, 1996a.

MORRIS, M.E.; IANSEK, R.; MATYAS, T.A.; SUMMERS, J.J. Stride length regulation in Parkinson's disease: normalization strategies and underlying mechanisms. **Brain**, Oxon, v.119, p.551-568, 1996b.

MORRIS, M.E.; MCGINLEY, J.; HUXHAM, F.; COLLIER, J.; IANSEK, R.. Constraints on the kinetic, kinematic and spatiotemporal parameters of gait in Parkinson's disease. **Human Movement Science**, Amsterdam, v.18, p.461-483, 1999.

MORRIS, M.E.; HUXHAM, F.; MCGINLEY, J.; DODD, K.; IANSEK, R. The biomechanics and motor control of gait in Parkinson disease. **Clinical Biomechanics**, Kidlington, v.16, p.459-470, 2001.

MORRIS, M.E.; IANSEK, R.; MCGINLEY, J.; MATYAS, T.; HUXHAM, F. Three-dimensional gait biomechanics in Parkinson's disease: evidence for a centrally mediated amplitude regulation disorder. **Movement Disorders**, Hoboken, v.20, n.1, p.40-50, 2005.

NOVA, I.; PERRACINI, M.R.; FERRAZ, H.B. Levodopa effect upon functional balance of Parkinson's disease patients. **Parkinsonism and Related Disorders**, Kidlington, v.10, p.411-415, 2004.

PEPPE, A.; CHIAVALON, C.; PASQUALETTI, P.; CROVATO, D.; CALTAGIRONE, C. Does gait analysis quantify motor rehabilitation efficacy in Parkinson's disease patients? **Gait & Posture**, Amsterdam, *in press*, 2007.

PIERUCCINI-FARIA, F.; MENUCHI, M.R.T.P.; VITÓRIO, R.; GOBBI, L.T.B.; STELLA, F.; GOBBI, S. Parâmetros cinemáticos da marcha com obstáculos em idosos com doença de Parkinson, com e sem efeito da levodopa: um estudo piloto. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v.10, n.2, p.233-239, 2006.

PIERUCCINI-FARIA, F. **Influência da levodopa sobre a cinemática da locomoção adaptativa de idosos com doença de Parkinson**. 2006. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

PRINCE, F.; CORRIVEAU, H.; HÉBERT, R.; WINTER, D.A. Gait in elderly. **Gait & Posture**, Amsterdam, v.5, p.128-135, 1997.

QUTUBUDDIN, A.A.; PEGG, P.O.; CIFU, D.X.; BROWN, R.; McNAMEE, S.; CARNE, W. Validating the Berg Balance Scale for patients with Parkinson's disease: a key to rehabilitation evaluation. **Archives of Physical Medicine & Rehabilitation**, Philadelphia, v.86, p.789-792, 2005.

RIJK, M.C.de; LAUNER, L.J.; BERGER, K.; BRETELER, M.M.B; DARTIGUES, J.-F.; BALDERESCHI, M.; FRATIGLIONI, L.; LOBO, A.; MARTINEZ-LAGE, J.; TRENKWALDER, C.; HOFMAN, A. Prevalence of Parkinson's disease in Europe: A collaborative study of population-based cohorts. **Neurology**, v.54 (supl.5), p.S21-S23, 2000.

RIVLIN-ETZION, M.; MARMOR, O.; HEIMER, G.; RAZ, A.; NINI, A; BERGMAN, H. Basal ganglia oscillations and pathophysiology of movement disorders. **Current Opinion in Neurobiology**, v.16, p.1-9, 2006.

ROCHESTER, L.; HETHERINGTON, V.; JONES, D.; NIEUWBOER, A.; WILLEMS, A-M.; KWAKKEL, G.; VAN WEGEN, E. Attending to the task: Interference effects of functional tasks on walking in Parkinson's disease and the roles of cognition, depression, fatigue, and balance. **Archives of Physical Medicine & Rehabilitation**, Philadelphia, v.85, p.1578-1585, 2004.

ROMERO, D.H.; STELMACH, G.E. Changes in postural control with aging and Parkinson's disease. **Engineering in Medicine and Biology Magazine**, March/April, p.27-31, 2003.

SÁNCHEZ-ARIAS, M.R.; SILVEIRA, C.R.A.; CAETANO, M.J.D.; PIERUCCINI-FARIA, F.; GOBBI, L.T.B.; GOBBI, S.; STELLA, F. Preditores cinemáticos do andar para testes de capacidade funcional na doença de Parkinson (Submetido).

SCHAAFSMA, J.D.; BALASH, T.; BARTELS, A.L.; HAUSDORFF, J.M.; GILADI, N. Characterization of freezing of gait subtypes and the response of each to levodopa in Parkinson's disease. **European Journal of Neurology**, 10:391-398, 2003a.

SCHAAFSMA, J.D.; GILADI, N.; BALASH, Y.; BARTELS, A.L.; GUREVICH, T.; HAUSDORFF, J.M. Gait dynamics in Parkinson's disease: relationship to Parkinsonian features, falls and response to levodopa. **Journal of the Neurological Sciences**, v.212, p.47-53, 2003b.

SHKURATOVA, N.; MORRIS, M.E.; HUXHAM, F. Effects of age on balance control during walking. **Archives of Physical Medicine & Rehabilitation**, Philadelphia, v.85, p.582-588, 2004.



SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT, M.H. **Controle Motor**: teoria e aplicações práticas. Barueri, SP: Manole, 2003.

THOMAS, M.; JANKOVIC, J.; SUTEERAWATTANANON, M.; WANKADIA,S.; CAROLINE,K.S.; VUONG,K.D.; PROTAS,E. Clinical gait and balance scale (GABS): validation and utilization. **Journal of the Neurological Sciences**, v.217, p.89-99, 2004.

VAN DEN EEDEN, S.K.; TANNER, C.M.; BERNSTEIN, A.L.; FROSS, R.D.; LEIMPETER, A.; BLOCH, D.A.; NELSON, L.M. Incidence of Parkinson's disease: variation by age, gender, and race/ethnicity. **American Journal of Epidemiology**, v.157, n.11, p.1015-1022, 2003.

VIEREGGE, P.; STOLZE, H.; KLEIN, C.; HEBERLEIN, I. Gait quantitation in Parkinson's disease – locomotor disability and correlation to clinical rating scales. **Journal of Neural Transmission**, v.104, p.237-248, 1997.

WILLIAMSON, J.D.; FRIED, L.P. Characterization of older adults who attribute functional decrements to old age. **Journal of the American Geriatrics Society**, New York, v. 44, n.12, p.1429-1434, 1996.

WINTER, D.A. **Biomechanics and Motor Control of Human Movement**. 2<sup>nd</sup> edition. Waterloo: University of Waterloo Press, 1990.

WINTER, D.A.; PATLA, A.E.; FRANK, J.S.; WALT, S.E. Biomechanical walking pattern changes in the fit and healthy elderly. **Physical Therapy**, Alexandria, v.10, n.6, p.340-8, 1990.

WINTER, D.A.; MCFADYEN, B.J.; DICKEY, J.P. Adaptability of the CNS in human walking. In: PATLA, A.E. (Ed). **Adaptability of human gait**: implications for the control of locomotion. North-Holland: Elsevier Science Publishers B.V., 1991, p.127-144.

WINTER, D.A. **The Biomechanics and Motor Control of Human Gait**. Waterloo, Ontario: University of Waterloo Press, 1991.

WINTER, D.A.; ROGERS, M.W. Foot trajectory in human gait: a precise and multifactorial motor control task. **Physical Therapy**, Alexandria, v.72, n.1, p.45(12), 1992.

WINTER, D.A. Human balance and posture control during standing and walking. **Gait & Posture**, Amsterdam, v.3, p.193-214, 1995.

WOOLLACOTT, M.H.; TANG, P.F. Balance control during walking in the older adult: research and its implications. (Balance Special Series), **Physical Therapy**, Alexandria, v.77, n.6, p.646(15), 1997.

YOKOCHI, M. Development of the nosological analysis of juvenile parkinsonism. **Brain & Development**, v.22, p.S81-6, 2000.

## ANEXO 1



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
 "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
 Câmpus de Rio Claro  
 Seção Técnica Acadêmica  
 Comitê de Ética em Pesquisa



Rio Claro, 02 de setembro de 2005.

Ofício CEP 169/2005

Prezada Senhora,

Informo que em reunião realizada em **09.08.2005**, o Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Biociências, UNESP, Câmpus de Rio Claro (CEP-IB-UNESP), aprovou o projeto de pesquisa intitulado *Equilíbrio dinâmico e comportamento locomotor de idosos portadores da doença de Parkinson*, sob sua responsabilidade, protocolo 2722, datado de 25/04/2005.

Atenciosamente,

  
 Profa. Dra. **Rosa Maria Feiteiro Cavalari**  
 Coordenadora do Comitê

Profa. Dra. **LILIAN TERESA BUCKEN GOBBI**  
 DD. Docente do Departamento de Educação Física - I.B.  
 UNESP - CRC

UNESP - IB - RIO CLARO - 02/09/2005 15:21 00003441

## ANEXO 2

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(Conselho Nacional de Saúde, Resolução 196/96)

Indivíduos com Doença de Parkinson revelam melhoras nas disfunções motoras com o uso de medicamentos. No entanto, conhece-se pouco sobre os efeitos do exercício físico sobre suas capacidades musculares e locomotoras. O objetivo deste estudo é investigar, por filmagem e por testes físicos, as possíveis alterações causadas pela participação em um programa de atividade física.

Os procedimentos serão os seguintes: Inicialmente serão coletadas algumas medidas de sua perna e pé bem como peso e estatura. Você irá passar por algumas baterias de testes nas quais envolvem realizar, a princípio, testes que darão informações sobre o seu estado geral de sua capacidade muscular e locomotora. Estes testes se constituem em fazer a atividade de sentar e levantar-se de uma cadeira, levantar um peso de 2,3Kg durante 30 segundos, alongar as pernas, coordenação motora e através de uma filmagem, iremos analisar o seu caminhar antes, durante e depois da ultrapassagem de um obstáculo de madeira da altura do seu tornozelo e outro da altura da distância da metade da sua perna ao chão. *Você também será convidado a andar sobre uma trave de equilíbrio que estará a 10 cm de altura do chão e com uma largura 19 cm, este seu movimento também será filmado para futuras análises.* Para os testes que envolvem a filmagem de seu movimento, será necessário vestir uma calça de lycra bem justa a sua perna para que possamos fixar algumas bolinhas de isopor. Isto servirá para medir movimentos de suas pernas com maior precisão em nossos equipamentos. Sua participação nos testes não deverá exceder 60 minutos de duração.

Apesar destas atividades possuírem um alto grau de segurança é necessário ressaltar que há algum risco de queda ou de desconforto durante a atividade, entretanto, você sempre estará amparado por nossa equipe.

Os resultados obtidos do seu teste e dos testes dos outros participantes poderão servir para que outras pessoas, com a doença de Parkinson, possam se beneficiar.

Por favor, sinta-se à vontade para realizar qualquer pergunta, pois teremos prazer de respondê-las a qualquer momento. Você possui plena liberdade para recusar a participação no estudo ou abandoná-lo a qualquer momento sem nenhum prejuízo pessoal. Você receberá um código, o que assegurará que a sua identidade e as suas imagens se mantenham confidenciais. Todos os resultados dos testes e das filmagens serão usados única e exclusivamente para fins de ensino e pesquisa. Todas as informações pessoais serão mantidas em sigilo.

#### **Dados de Identificação do Indivíduo ou Responsável Legal:**

1. Nome: \_\_\_\_\_  
 Documento de Identidade nº: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_  
 Data de Nascimento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
 Endereço: \_\_\_\_\_  
 Bairro: \_\_\_\_\_ Cidade: \_\_\_\_\_

CEP: \_\_\_\_\_ Fone: (\_\_\_\_) \_\_\_\_\_

**Dados sobre a Pesquisa Científica:**

1. Título do Projeto: Equilíbrio dinâmico e comportamento locomotor de idosos portadores da doença de Parkinson.
2. Pesquisador Responsável: Lilian Teresa Bucken Gobbi  
 Cargo / Função: Coordenadora e Orientadora Geral do Projeto  
 Instituição: *Instituto de Biociências/UNESP/RC. Deptº: Educação Física* Endereço: Av. 24-A, nº 1515, Bairro: *Bela Vista* CEP:13.506-900 Fone: (19) 3526-4320 Fax: (19) 3526-4321

DECLARO que, após ter sido devidamente esclarecido(a) pelo(a) pesquisador(a), consinto em participar do projeto de pesquisa em questão.

DECLARO, ainda, que recebi cópia do presente Termo.

\_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 200

assinatura do indivíduo ou responsável legal \_\_\_\_\_

assinatura do pesquisador \_\_\_\_\_

Coordenadora e Orientadora Geral da Pesquisa: Profa. Dra. Lilian Teresa Bucken Gobbi.

Assinatura .....

### ANEXO 3

#### ESCALA DE EQUILÍBRIO FUNCIONAL DE BERG – VERSÃO BRASILEIRA (Miyamoto et al., 2004).

Nome \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_\_  
Local \_\_\_\_\_ Avaliador \_\_\_\_\_

#### Descrição do item ESCORE (0-4)

- 1 . Posição sentada para posição em pé \_\_\_\_\_
- 2 . Permanecer em pé sem apoio \_\_\_\_\_
- 3 . Permanecer sentado sem apoio \_\_\_\_\_
- 4 . Posição em pé para posição sentada \_\_\_\_\_
5. Transferências \_\_\_\_\_
- 6 . Permanecer em pé com os olhos fechados \_\_\_\_\_
- 7 . Permanecer em pé com os pés juntos \_\_\_\_\_
- 8 . Alcançar a frente com os braços estendidos \_\_\_\_\_
- 9 . Pegar um objeto do chão \_\_\_\_\_
10. Virar-se para olhar para trás \_\_\_\_\_
11. Girar 360 graus \_\_\_\_\_
12. Posicionar os pés alternadamente no degrau \_\_\_\_\_
13. Permanecer em pé com um pé à frente \_\_\_\_\_
14. Permanecer em pé sobre um pé \_\_\_\_\_

**TOTAL** \_\_\_\_\_

#### Instruções gerais

Por favor, demonstrar cada tarefa e/ou dar as instruções como estão descritas. Ao pontuar, registrar a categoria de resposta mais baixa, que se aplica a cada item. Na maioria dos itens, pede-se ao paciente para manter uma determinada posição durante um tempo específico. Progressivamente mais pontos são deduzidos, se o tempo ou a distância não forem atingidos, se o paciente precisar de supervisão (o examinador necessita ficar bem próximo do paciente) ou fizer uso de apoio externo ou receber ajuda do examinador. Os pacientes devem entender que eles precisam manter o equilíbrio enquanto realizam as tarefas.

As escolhas sobre qual perna ficar em pé ou qual distância alcançar ficarão a critério do paciente. Um julgamento pobre irá influenciar adversamente o desempenho e o escore do paciente.

Os equipamentos necessários para realizar os testes são um cronômetro ou um relógio com ponteiro de segundos e uma régua ou outro indicador de: 5; 12,5 e 25 cm. As cadeiras utilizadas para o teste devem ter uma altura adequada. Um banquinho ou uma escada (com degraus de altura padrão) pode ser usado para o item 12.

#### 1. Posição sentada para posição em pé

Instruções: Por favor, levante-se. Tente não usar suas mãos para se apoiar.

- ( ) 4 - capaz de levantar-se sem utilizar as mãos e estabilizar-se independentemente
- ( ) 3 - capaz de levantar-se independentemente utilizando as mãos
- ( ) 2 - capaz de levantar-se utilizando as mãos após diversas tentativas
- ( ) 1 - necessita de ajuda mínima para levantar-se ou estabilizar-se
- ( ) 0 - necessita de ajuda moderada ou máxima para levantar-se

## **2. Permanecer em pé sem apoio**

Instruções: Por favor, fique em pé por 2 minutos sem se apoiar.

- ( ) 4 - capaz de permanecer em pé com segurança por 2 minutos
- ( ) 3 - capaz de permanecer em pé por 2 minutos com supervisão
- ( ) 2 - capaz de permanecer em pé por 30 segundos sem apoio
- ( ) 1 - necessita de várias tentativas para permanecer em pé por 30 segundos sem apoio
- ( ) 0 - incapaz de permanecer em pé por 30 segundos sem apoio

*Se o paciente for capaz de permanecer em pé por 2 minutos sem apoio, dê o número total de pontos para o item No. 3. Continue com o item No. 4.*

## **3. Permanecer sentado sem apoio nas costas, mas com os pés apoiados no chão ou num banquinho**

Instruções: Por favor, fique sentado sem apoiar as costas com os braços cruzados por 2 minutos.

- ( ) 4 - capaz de permanecer sentado com segurança e com firmeza por 2 minutos
- ( ) 3 - capaz de permanecer sentado por 2 minutos sob supervisão
- ( ) 2 - capaz de permanecer sentado por 30 segundos
- ( ) 1 - capaz de permanecer sentado por 10 segundos
- ( ) 0 - incapaz de permanecer sentado sem apoio durante 10 segundos

## **4. Posição em pé para posição sentada**

Instruções: Por favor, sente-se.

- ( ) 4 - senta-se com segurança com uso mínimo das mãos
- ( ) 3 - controla a descida utilizando as mãos
- ( ) 2 - utiliza a parte posterior das pernas contra a cadeira para controlar a descida
- ( ) 1 - senta-se independentemente, mas tem descida sem controle
- ( ) 0 - necessita de ajuda para sentar-se

## **5. Transferências**

Instruções: Arrume as cadeiras perpendicularmente ou uma de frente para a outra para uma transferência em pivô. Peça ao paciente para transferir-se de uma cadeira com apoio de braço para uma cadeira sem apoio de braço, e vice-versa. Você poderá utilizar duas cadeiras (uma com e outra sem apoio de braço) ou uma cama e uma cadeira.

- ( ) 4 - capaz de transferir-se com segurança com uso mínimo das mãos
- ( ) 3 - capaz de transferir-se com segurança com o uso das mãos
- ( ) 2 - capaz de transferir-se seguindo orientações verbais e/ou supervisão
- ( ) 1 - necessita de uma pessoa para ajudar
- ( ) 0 - necessita de duas pessoas para ajudar ou supervisionar para realizar a tarefa com segurança

## **6. Permanecer em pé sem apoio com os olhos fechados**

Instruções: Por favor, fique em pé e feche os olhos por 10 segundos.

- ( ) 4 - capaz de permanecer em pé por 10 segundos com segurança
- ( ) 3 - capaz de permanecer em pé por 10 segundos com supervisão
- ( ) 2 - capaz de permanecer em pé por 3 segundos
- ( ) 1 - incapaz de permanecer com os olhos fechados durante 3 segundos, mas mantém-se em pé
- ( ) 0 - necessita de ajuda para não cair

### 7. Permanecer em pé sem apoio com os pés juntos

Instruções: Junte seus pés e fique em pé sem se apoiar.

- 4 - capaz de posicionar os pés juntos independentemente e permanecer por 1 minuto com segurança
- 3 - capaz de posicionar os pés juntos independentemente e permanecer por 1 minuto com supervisão
- 2 - capaz de posicionar os pés juntos independentemente e permanecer por 30 segundos
- 1 - necessita de ajuda para posicionar-se, mas é capaz de permanecer com os pés juntos durante 15 segundos
- 0 - necessita de ajuda para posicionar-se e é incapaz de permanecer nessa posição por 15 segundos

### 8. Alcançar a frente com o braço estendido permanecendo em pé

Instruções: Levante o braço a 90°. Estique os dedos e tente alcançar a frente o mais longe possível.

(O examinador posiciona a régua no fim da ponta dos dedos quando o braço estiver a 90°. Ao serem esticados para frente, os dedos não devem tocar a régua. A medida a ser registrada é a distância que os dedos conseguem alcançar quando o paciente se inclina para frente o máximo que ele consegue.

Quando possível, peça ao paciente para usar ambos os braços para evitar rotação do tronco).

- 4 - pode avançar à frente mais que 25 cm com segurança
- 3 - pode avançar à frente mais que 12,5 cm com segurança
- 2 - pode avançar à frente mais que 5 cm com segurança
- 1 - pode avançar à frente, mas necessita de supervisão
- 0 - perde o equilíbrio na tentativa, ou necessita de apoio externo

### 9. Pegar um objeto do chão a partir de uma posição em pé

Instruções: Pegue o sapato/chinelo que está na frente dos seus pés.

- 4 - capaz de pegar o chinelo com facilidade e segurança
- 3 - capaz de pegar o chinelo, mas necessita de supervisão
- 2 - incapaz de pegá-lo, mas se estica até ficar a 2-5 cm do chinelo e mantém o equilíbrio independentemente
- 1 - incapaz de pegá-lo, necessitando de supervisão enquanto está tentando
- 0 - incapaz de tentar, ou necessita de ajuda para não perder o equilíbrio ou cair

### 10. Virar-se e olhar para trás por cima dos ombros direito e esquerdo enquanto permanece em pé

Instruções: Vire-se para olhar diretamente atrás de você por cima do seu ombro esquerdo sem tirar os pés do chão. Faça o mesmo por cima do ombro direito. (O examinador poderá pegar um objeto e posicioná-lo diretamente atrás do paciente para estimular o movimento).

- 4 - olha para trás de ambos os lados com uma boa distribuição do peso
- 3 - olha para trás somente de um lado, o lado contrário demonstra menor distribuição do peso
- 2 - vira somente para os lados, mas mantém o equilíbrio
- 1 - necessita de supervisão para virar
- 0 - necessita de ajuda para não perder o equilíbrio ou cair

### 11. Girar 360 graus

Instruções: Gire-se completamente ao redor de si mesmo. Pausa. Gire-se completamente ao redor de si mesmo em sentido contrário.

- 4 - capaz de girar 360 graus com segurança em 4 segundos ou menos
- 3 - capaz de girar 360 graus com segurança somente para um lado em 4 segundos ou menos
- 2 - capaz de girar 360 graus com segurança, mas lentamente

- 1 - necessita de supervisão próxima ou orientações verbais
- 0 - necessita de ajuda enquanto gira

**12. Posicionar os pés alternadamente no degrau ou banquinho enquanto permanece em pé sem apoio**

Instruções: Toque cada pé alternadamente no degrau/banquinho. Continue até que cada pé tenha tocado o degrau/banquinho quatro vezes.

- 4 - capaz de permanecer em pé independentemente e com segurança, completando 8 movimentos em 20 segundos
- 3 - capaz de permanecer em pé independentemente e completar 8 movimentos em mais que 20 segundos
- 2 - capaz de completar 4 movimentos sem ajuda
- 1 - capaz de completar mais que 2 movimentos com o mínimo de ajuda
- 0 - incapaz de tentar, ou necessita de ajuda para não cair

**13. Permanecer em pé sem apoio com um pé à frente**

Instruções: (demonstre para o paciente) Coloque um pé diretamente à frente do outro na mesma linha; se você achar que não irá conseguir, coloque o pé um pouco mais à frente do outro pé e levemente para o lado.

- 4 - capaz de colocar um pé imediatamente à frente do outro, independentemente, e permanecer por 30 segundos
- 3 - capaz de colocar um pé um pouco mais à frente do outro e levemente para o lado, independentemente, e permanecer por 30 segundos
- 2 - capaz de dar um pequeno passo, independentemente, e permanecer por 30 segundos
- 1 - necessita de ajuda para dar o passo, porém permanece por 15 segundos
- 0 - perde o equilíbrio ao tentar dar um passo ou ficar de pé

**14. Permanecer em pé sobre uma perna**

Instruções: Fique em pé sobre uma perna o máximo que você puder sem se segurar.

- 4 - capaz de levantar uma perna independentemente e permanecer por mais que 10 segundos
- 3 - capaz de levantar uma perna independentemente e permanecer por 5-10 segundos
- 2 - capaz de levantar uma perna independentemente e permanecer por mais que 3 segundos
- 1 - tenta levantar uma perna, mas é incapaz de permanecer por 3 segundos, embora permaneça em pé independentemente
- 0 - incapaz de tentar, ou necessita de ajuda para não cair

**Escore total (Máximo = 56)**



## ANEXO 4

### Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS)

#### **Subescala I – Estado Mental, Comportamento Motor, Humor.**

##### **1. Comprometimento intelectual**

0= Nenhum

1= Leve: Esquecimento, com lembrança parcial dos eventos; sem outras dificuldades

2= Perda moderada de memória, com desorientação e dificuldade moderada para resolver problemas complexos. Leve dificuldade para realizar funções domésticas com necessidade de auxílio ocasional.

3= Perda acentuada da memória, com desorientação temporo espacial. Comprometimento sério para resolver problemas

4= Perda acentuada da memória, só conservando a auto-orientação. Incapaz de julgar e de resolver problemas. Requer muita ajuda com seus cuidados pessoais, não podendo ser deixado sozinho.

##### **2. Distúrbios do pensamento**

0= Nenhum

1= Sonhos vívidos

2= Alucinações “benignas”, estando a crítica preservada

3= Alucinações ou delírios raros a freqüentes, sem crítica, podendo interferir com as atividades diárias

4= Alucinações, delírios ou psicose persistente. Não tem capacidade de cuidar de si próprio.

##### **3= Depressão**

0= Ausente

1= Períodos de tristeza ou culpa maiores que o normal, nunca se estendendo por dias ou semanas

2= Depressão prolongada (1 semana ou mais)

3= Depressão prolongada com sintomas neurovegetativos (insônia, anorexia, perda de peso)

4= Depressão prolongada com sintomas neurovegetativos e idéias suicidas

##### **4. Motivação e iniciativa**

0= Normal

1= Menos assertivo que o normal, mais passivo

2= Perda da iniciativa ou desinteresse por atividades não rotineiras

3= Perda da iniciativa ou desinteresse por atividades rotineiras

4= Perda total da motivação

#### **Subescala II– Atividades da Vida Diária (determinadas em ‘ON’ e ‘OFF’)**

##### **5. Fala**

0= Normal

1= Levemente comprometida, ainda sem dificuldades de ser entendido

- 2= Moderadamente afetada; algumas vezes é solicitado a repetir frases
- 3= Intensamente afetada; frequentemente precisa repetir o que falou
- 4= Fala ininteligível na maior parte do tempo

### **6. Salivação**

- 0= Normal
- 1= Leve excesso de saliva, às vezes escorre da boca à noite ao deitar
- 2= Excesso moderado de saliva; pode escorrer um pouco durante o dia
- 3= Excesso de saliva evidente, escorre da boca
- 4= Escorrimento constante; usa lenço com frequência

### **7. Deglutição**

- 0= Normal
- 1= Raros engasgos
- 2= Engasgos ocasionais
- 3= Há necessidade de comida pastosa
- 4= Necessita de sonda nasogástrica ou alimentação por gastrostomia

### **8. Escrita a mão**

- 0= Normal
- 1= Discretamente pequena ou lenta
- 2= Moderadamente pequena ou lenta; todas as palavras são legíveis
- 3= Intensamente afetada; nem todas as palavras são legíveis
- 4= A maioria das palavras não são legíveis

### **9. Cortando alimentos e Segurando utensílios**

- 0= Normal
- 1= Algo lento e desajeitado; ajuda não é necessária
- 2= Pode cortar a maioria dos alimentos, apesar de lento e desajeitado; alguma ajuda é necessária
- 3= Os alimentos devem ser cortados por alguém
- 4= Necessita ser alimentado

### **10. Vestir**

- 0= Normal
- 1= Algo lento, mas não precisa de ajuda
- 2= Necessita de ajuda ocasionalmente para abotoar e colocar os braços nas mangas
- 3= Necessita de ajuda considerável, mas pode fazer coisas sozinho
- 4= Precisa de ajuda

### **11. Higiene**

- 0= Normal
- 1= Algo lento, mas não precisa de ajuda
- 2= Precisa de ajuda no chuveiro ou no banho: muito lento nos cuidados de higiene
- 3= Precisa de ajuda pra se lavar, escovar os dentes, pentear e ir ao banheiro
- 4= Precisa de cateter de Foley ou outras ajudas mecânicas

### **12. Deitar e ajustar as roupas de cama**

- 0= Normal
- 1= Algo lento e desajeitado; ajuda não é necessário
- 2= Pode deitar sozinho e ajustar os lençóis mas com grande dificuldade

- 3= Pode iniciar, mas não consegue deitar ou ajustar os lençóis sozinho
- 4= Necessita de ajuda

### **13. Queda**

- 0= Normal
- 1= Quedas raras
- 2= Quedas ocasionais, menos de uma vez ao dia
- 3= Quedas em média uma vez ao dia
- 4= Quedas em média de mais de uma vez ao dia

### **14. Paradas ao andar**

- 0= Nenhuma
- 1= Raras paradas ao andar; pode iniciar hesitações
- 2= Paradas ocasionais ao andar
- 3= Paradas freqüentes; quedas ocasionais devido as paradas
- 4= Quedas freqüentes devido as paradas

### **15. Andar**

- 0= Nenhuma
- 1= Discreta dificuldade; pode não balançar os braços ou tende a arrastar os pés
- 2= Dificuldade moderada, pode requerer pequena ou nenhuma ajuda
- 3= Intenso distúrbio ao andar; necessita de ajuda
- 4= Não consegue andar, nem mesmo com ajuda

### **16. Tremor**

- 0= Ausente
- 1= Discreto ou nenhum; não incomoda o paciente
- 2= Moderado; incomoda o paciente
- 3= Intenso; interfere com muitas atividades
- 4= Marcante; interfere com a maioria das atividades

### **17. Queixos Sensoriais relacionadas ao Parkinson**

- 0= Ausentes
- 1= Ocasionalmente apresenta torpor, formigamento e dor leve
- 2= Frequentemente tem torpor, formigamento e dor, sem incomodar
- 3= Sensações freqüentes de dor
- 4= Dores atormentantes

## **Subescala III**

### **18. Fala**

- 0= Normal
- 1= Discreta perda de expressão, dicção e/ou volume
- 2= Monótono, arrastado mas é entendido; ligeiramente prejudicado
- 3= Intensamente alterado; difícil de entender
- 4= Sem possibilidades de ser entendido

### **19. Expressão Facial**

- 0= Normal
- 1= Leve hipomimia; pode ser normal “face de pôquer”

- 2= Leve mas definitivamente há diminuição da expressão facial
- 3= Hipomimia moderada; lábios separados algum tempo
- 4= Face com máscara ou fixa; intensa ou total perda da expressão facial

#### **20. Tremor em Repouso**

- 0= Ausente
- 1= Leve ou infreqüente
- 2= Amplitude moderada e persistente, ou moderada amplitude e intermitente
- 3= Amplitude moderada e presente na maioria do tempo
- 4= Marcante amplitude e presente na maior parte do tempo

#### **21. Tremor das mão de Ação ou Postura**

- 0= Ausente
- 1= Leve; presente em ação
- 2= Amplitude moderada, presente na ação
- 3= Amplitude moderada; presente na postura fixa, bem como na ação
- 4= Grande amplitude, interfere com a alimentação

#### **22. Rigidez**

(avaliada nos movimentos passivos, nas grandes articulações com paciente sentado e relaxado)

- 0= Ausente
- 1= Leve ou visível apenas quando ativada pelo espelho ou outros movimentos
- 2= Leve ou moderada
- 3= Intensa, mas em média a maioria dos movimentos são possíveis
- 4= Intensa, maioria dos movimentos são difíceis

#### **23. Toque de dedos**

- 0= Normal
- 1= Ligeiramente devagar e/ou redução de amplitude
- 2= Moderadamente afetada; limitado e cansativo, pode interromper o movimento
- 3= Intensamente alterado; hesita freqüentemente em iniciar os movimentos ou pode deter os movimentos em andamento
- 4= Dificilmente pode fazer o requerido

#### **24. Movimentos com as mãos**

(abrir e fechar as mãos rapidamente e sucessivamente, com a maior amplitude possível, cada mão em separado)

- 0= Normal
- 1= Ligeiramente devagar e/ou redução da amplitude
- 2= Moderadamente afetado, limitado e cansativo, pode descansar durante movimento
- 3= Intensamente afetado; hesitação freqüente ao iniciar o movimento ou descansa aos movimentos seguidos
- 4= Dificilmente pode fazer o requerido

#### **25. Movimentos rápidos alternando as mãos**

(movimentos de supinação e pronação com as mãos, verticalmente ou horizontalmente; com a máxima amplitude possível, com as duas mãos simultaneamente)

- 0= Normal
- 1= Levemente devagar e/ou redução da amplitude
- 2= Moderadamente afetado, limitado e cansativo, pode interromper o movimento

3= Intensamente afetado; hesita frequentemente em iniciar os movimentos ou pode deter os movimentos em andamento

4= Dificilmente pode fazer o requerido

### **26. Agilidade com as pernas**

(o paciente levanta a perna do chão em sucessões rápidas, levantando totalmente a perna; amplitude deve ser de 3 polegadas)

0= Normal

1= Levemente devagar e/ou redução da amplitude

2= Moderadamente afetado, limitado e cansativo, pode interromper durante o movimento

3= Intensamente afetado; hesita frequentemente em iniciar o movimento ou descansa aos movimentos seguidos

4= Dificilmente pode fazer o requerido

### **27. Levantando da cadeira**

(paciente levantará de cadeira de madeira ou aço com os braços cruzados no tórax)

0= Normal

1= Devagar, ou precisa de mais uma tentativa para conseguir

2= Puxa a si próprio pelos braços da cadeira

3= Tende a cair de costas e tem que tentar mais de uma vez para conseguir, mas consegue sem ajuda

4= Incapacitado de conseguir sem ajuda

### **28. Postura**

0= Ereta normal

1= Não totalmente ereta, ligeiramente inclinada; pode ser normal para pessoa idosa

2= Postura ligeiramente inclinada, anormal; pode tender para um lado

3= Intensamente inclinada com cifose; pode tender moderadamente para um dos lados

4= Flexão marcante, com extrema anormalidade postural

### **29. Passo**

0= Normal

1= Anda devagar, pode arrastar os pés, com pequenos passos, mas sem propulsão e sem pressa

2= Anda com dificuldade mas necessita pouca ou nenhuma ajuda; pode ter alguma pressa, passos curtos ou propulsão

3= Alterações intensas no passo, necessita de ajuda

4= Não consegue andar de maneira alguma, mesmo com ajuda

### **30. Estabilidade postural**

(resposta para súbito deslocamento produzido com puxão nos ombros enquanto o paciente está ereto, com os olhos abertos e pernas ligeiramente separadas, o paciente é preparado)

0= Normal

1= Retropulsão, mas recupera sem ajuda

2= Ausência de resposta postural; pode cair se não amparado pelo examinador

3= Muito instável; tende a perder o equilíbrio espontaneamente

4= Impossibilidade de se manter em pé sem ajuda

### **31. Bradicinesia corporal e hipocinesia**

(combinação lenta, hesitante, redução do balanço diminuído dos braços, pequena amplitude e pobreza dos movimentos em geral)

0= Nenhuma

- 1= Mínima lentidão, dando aos movimentos a lentidão característica; pode ser normal para algumas pessoas; amplitude pode estar reduzida  
 2= Leve grau de lentidão e pobreza nos movimentos que são definidos como anormais; alternativamente alguma redução de amplitude  
 3= Moderadamente lento; pobreza ou pequena amplitude dos movimentos  
 4= Lentidão marcante; pobreza ou pequena amplitude dos movimentos

#### **Subescala IV – Complicações do tratamento**

##### **A – Discinesias**

##### **31. Duração: Qual a proporção do dia acordado estão as discinesias presentes?**

- 0= Nenhuma  
 1= 1 - 25% do dia  
 2= 26 – 50 % do dia  
 3= 51 – 75 % do dia  
 4= 76 – 100 % do dia

##### **33. Quão desabilitantes são as discinesias?**

(histórico: pode ser alterada no exame do consultório).

- 0= Não desabilitantes  
 1= Levemente desabilitantes  
 2= Moderadamente desabilitantes  
 3= Intensamente desabilitantes  
 4= Completamente desabilitantes

##### **34. Discinesias dolorosa: Quão dolorosas são as discinesias?**

- 0= Sem dor  
 1= Levemente  
 2= Moderadamente  
 3= Intensamente  
 4= Marcante

##### **35. Presença de distonia matinal (histórico).**

- 0= Não  
 1= Sim

##### **B – Flutuações clínicas**

##### **36. Há algum período “off” previsível no prazo após a dose do medicamento?**

- 0= Não  
 1= Sim

##### **37. Há algum período “off” não previsível no prazo após a dose do medicamento?**

- 0= Não  
 1= Sim

##### **38. Algum período “off” aparece subitamente (ex. dentro de poucos segundos)?**

- 0= Não  
 1= Sim

##### **39. Qual a proporção dos períodos “off” quando acordado, em média?**

- 0= Nenhuma
- 1= 1 - 25% do dia
- 2= 26 – 50 % do dia
- 3= 51 – 75 % do dia
- 4= 76 – 100 % do dia

### **Subescala V – Estágios Modificados de HOEHN e YAHR**

- Estágio 0** = Sem sinais de doença
- Estágio 1** = Doença unilateral
- Estágio 1, 5** = Envolvimento axial e unilateral
- Estágio 2** = Doença bilateral sem alterações no balanço
- Estágio 2, 5** = Doença leve bilateral com recuperação nos testes
- Estágio 3** = Doença leve e moderada bilateral; alguma instabilidade postural; independência física
- Estágio 4** = incapacidade grave; ainda capaz de andar e levantar sem ajuda
- Estágio 5** = cadeira de rodas a menos que ajudado

### APÊNDICE 1

Caracterização dos idosos (**P**: idosos com doença de Parkinson idiopática, **S**: idosos neurologicamente saudáveis, **F**: feminino, **M**: masculino, **Quedas**: número de quedas relatadas no último ano, **Berg**: pontuação total na Escala de Equilíbrio Funcional de Berg).

<b>Código</b>	<b>Grupo</b>	<b>Gênero</b>	<b>Idade (anos)</b>	<b>Massa (Kg)</b>	<b>Altura (cm)</b>	<b>Quedas</b>	<b>Berg</b>
AP	P	M	78	66,6	165,5	1	54
BP	P	M	76	60	163	0	51
CP	P	F	67	82,8	161	1	56
EP	P	F	68	56,7	148,5	1	55
FP	P	F	60	58,1	143,3	1	56
GP	P	M	64	63,8	155,8	0	54
HP	P	M	63	84,1	161,7	1	43
IP	P	M	74	77	164,6	1	55
BC	S	F	64	74	147	0	55
CC	S	M	77	78,9	168,7	0	56
DC	S	M	73	57,1	165,4	0	56
EC	S	M	66	66,3	162	0	56
FC	S	M	63	66	158	0	56
GC	S	F	71	63,6	149,2	0	56
HC	S	F	71	75,4	164,6	0	56
IC	S	M	73	83,2	164,9	0	56



## APÊNDICE 2

Valores médios e desvios padrão (DP) do comprimento, duração, velocidade e cadência da passada para cada participante dos dois grupos (idosos neurologicamente saudáveis e com DP) em cada condição. Cod.: código do participante; Gen.: gênero; F: feminino; M: masculino; Gr.: grupo; S: idosos neurologicamente saudáveis; P: idosos com doença de Parkinson idiopática; AL: Andar livre; ARL: andar restrito em largura; ARLA: andar restrito em largura e altura.

Cod.	Gen.	Gr.	Comprimento da passada (m)			Duração da passada (s)			Velocidade da passada (m/s)			Cadência (passada/s)		
			AL	ARL	ARLA	AL	ARL	ARLA	AL	ARL	ARLA	AL	ARL	ARLA
BC	F	S	1,08	1,10	1,07	0,93	1,04	1,13	1,17	1,05	0,95	1,08	0,96	0,89
CC	M	S	1,26	1,21	1,16	1,09	1,22	1,17	1,16	0,99	1,00	0,92	0,82	0,86
DC	M	S	1,31	1,25	1,13	1,04	1,00	1,09	1,26	1,25	1,03	0,96	1,00	0,92
EC	M	S	1,29	1,26	1,19	0,96	1,01	0,99	1,35	1,25	1,20	1,05	0,99	1,01
FC	M	S	1,32	1,14	1,08	1,02	1,12	1,14	1,29	1,01	0,95	0,98	0,89	0,88
GC	F	S	1,20	1,09	1,00	0,91	0,90	0,87	1,33	1,21	1,15	1,10	1,12	1,15
HC	F	S	1,25	1,25	1,16	1,00	0,99	1,06	1,25	1,26	1,10	1,00	1,01	0,94
IC	M	S	1,18	1,14	1,16	1,06	1,14	1,12	1,11	1,01	1,03	0,94	0,88	0,89
<b>MÉDIA</b>		<b>S</b>	<b>1,24</b>	<b>1,18</b>	<b>1,12</b>	<b>1,00</b>	<b>1,05</b>	<b>1,07</b>	<b>1,24</b>	<b>1,13</b>	<b>1,05</b>	<b>1,00</b>	<b>0,96</b>	<b>0,94</b>
<b>DP</b>		<b>S</b>	<b>0,08</b>	<b>0,07</b>	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>	<b>0,10</b>	<b>0,10</b>	<b>0,09</b>	<b>0,12</b>	<b>0,09</b>	<b>0,07</b>	<b>0,09</b>	<b>0,10</b>
AP	M	P	1,13	0,68	0,62	1,03	1,11	1,17	1,10	0,62	0,53	0,97	0,90	0,86
BP	M	P	1,11	1,04	0,94	1,01	1,19	1,20	1,09	0,87	0,78	0,99	0,84	0,83
CP	F	P	1,10	1,05	0,97	1,02	1,11	1,31	1,08	0,94	0,74	0,98	0,90	0,76
EP	F	P	1,10	1,02	0,84	1,00	1,04	1,24	1,11	0,98	0,68	1,00	0,96	0,81
FP	F	P	1,11	1,01	0,83	0,94	0,95	0,99	1,18	1,06	0,84	1,06	1,06	1,01
GP	M	P	1,08	1,09	0,98	0,99	1,02	1,02	1,09	1,07	0,96	1,01	0,98	0,98
HP	M	P	0,83	0,60	0,54	1,04	1,41	1,38	0,80	0,43	0,39	0,96	0,71	0,73
IP	M	P	1,19	1,16	1,06	1,12	1,17	1,27	1,06	0,99	0,83	0,89	0,85	0,79
<b>MÉDIA</b>		<b>P</b>	<b>1,08</b>	<b>0,96</b>	<b>0,85</b>	<b>1,02</b>	<b>1,13</b>	<b>1,20</b>	<b>1,06</b>	<b>0,87</b>	<b>0,72</b>	<b>0,98</b>	<b>0,90</b>	<b>0,85</b>
<b>DP</b>		<b>P</b>	<b>0,11</b>	<b>0,20</b>	<b>0,18</b>	<b>0,05</b>	<b>0,14</b>	<b>0,14</b>	<b>0,11</b>	<b>0,23</b>	<b>0,18</b>	<b>0,05</b>	<b>0,11</b>	<b>0,10</b>

### APÊNDICE 3

Valores médios e desvios padrão (DP) da velocidade de contato do calcanhar com o solo e elevação mínima do pé na fase de balanço para cada participante dos dois grupos (idosos neurologicamente sadios e com DP) em cada condição. Cod.: código do participante; Gen.: gênero; F: feminino; M: masculino; Gr.: grupo; S: idosos neurologicamente sadios; P: idosos com doença de Parkinson idiopática; AL: Andar livre; ARL: andar restrito em largura; ARLA: andar restrito em largura e altura.

Cod.	Gen.	Gr.	Velocidade de contato do calcanhar (m/s)			Elevação mínima do pé (cm)		
			AL	ARL	ARLA	AL	ARL	ARLA
BC	F	S	0,19	0,14	0,11	1,66	1,55	1,54
CC	M	S	0,24	0,07	0,13	1,86	2,57	2,35
DC	M	S	0,28	0,26	0,18	1,64	1,60	1,67
EC	M	S	0,48	0,21	0,28	1,03	1,42	1,09
FC	M	S	0,19	0,08	0,11	1,41	1,73	1,89
GC	F	S	0,39	0,18	0,23	0,69	1,41	1,89
HC	F	S	0,10	0,23	0,08	1,49	1,38	1,36
IC	M	S	0,21	0,15	0,11	1,82	2,07	2,18
<b>MÉDIA</b>		<b>S</b>	<b>0,26</b>	<b>0,17</b>	<b>0,15</b>	<b>1,45</b>	<b>1,72</b>	<b>1,75</b>
<b>DP</b>		<b>S</b>	<b>0,12</b>	<b>0,07</b>	<b>0,07</b>	<b>0,40</b>	<b>0,41</b>	<b>0,42</b>
AP	M	P	0,41	0,28	0,27	2,00	1,56	1,28
BP	M	P	0,35	0,19	0,09	1,66	1,24	1,98
CP	F	P	0,22	0,14	0,10	1,38	1,36	1,14
EP	F	P	0,48	0,15	0,17	1,40	2,09	1,64
FP	F	P	0,45	0,32	0,36	1,22	0,98	1,33
GP	M	P	0,61	0,45	0,45	0,74	1,77	1,11
HP	M	P	0,23	0,11	0,06	1,25	1,12	1,12
IP	M	P	0,30	0,18	0,16	1,39	1,94	1,84
<b>MÉDIA</b>		<b>P</b>	<b>0,38</b>	<b>0,23</b>	<b>0,21</b>	<b>1,38</b>	<b>1,51</b>	<b>1,43</b>
<b>DP</b>		<b>P</b>	<b>0,13</b>	<b>0,11</b>	<b>0,14</b>	<b>0,36</b>	<b>0,40</b>	<b>0,34</b>

### APÊNDICE 4

Valores médios e desvios padrão da duração da fase de balanço, duração do suporte simples e duração do duplo suporte para cada participante dos dois grupos (idosos neurologicamente sadios e com DP) em cada condição. Cod.: código do participante; Gen.: gênero; F: feminino; M: masculino; Gr.: grupo; S: idosos neurologicamente sadios; P: idosos com doença de Parkinson idiopática; ; AL: Andar livre; ARL: andar restrito em largura; ARLA: andar restrito em largura e altura.

Cod.	Gen.	Gr.	Fase de balanço (%)			Suporte simples (%)			Duplo suporte (%)		
			AL	ARL	ARLA	AL	ARL	ARLA	AL	ARL	ARLA
BC	F	S	42,28	41,87	39,54	42,30	41,21	41,89	15,42	16,92	18,58
CC	M	S	42,38	43,07	41,59	42,07	41,13	41,02	15,55	15,80	17,39
DC	M	S	45,34	43,00	39,90	41,81	42,66	43,01	12,85	14,34	17,09
EC	M	S	42,87	42,43	41,63	46,00	44,41	43,96	11,13	13,15	14,41
FC	M	S	46,74	42,14	39,76	41,83	40,65	41,52	11,42	17,21	18,72
GC	F	S	45,22	41,25	41,81	45,97	46,86	44,15	8,81	11,89	14,04
HC	F	S	43,33	42,62	41,06	42,34	43,64	44,51	14,33	13,74	14,43
IC	M	S	42,63	40,18	40,35	38,87	39,61	39,17	18,50	20,21	20,48
<b>MÉDIA</b>			<b>43,85</b>	<b>42,07</b>	<b>40,71</b>	<b>42,65</b>	<b>42,52</b>	<b>42,40</b>	<b>13,50</b>	<b>15,41</b>	<b>16,89</b>
<b>DP</b>			<b>1,68</b>	<b>0,97</b>	<b>0,93</b>	<b>2,34</b>	<b>2,37</b>	<b>1,84</b>	<b>3,07</b>	<b>2,68</b>	<b>2,38</b>
AP	M	P	41,09	35,24	32,82	43,04	39,14	40,00	15,87	25,62	27,17
BP	M	P	40,79	38,27	35,21	44,73	43,31	42,37	14,48	18,42	22,42
CP	F	P	40,00	39,54	35,38	41,32	40,41	40,97	18,69	20,05	23,66
EP	F	P	40,46	38,66	33,48	40,45	39,62	36,69	19,09	21,71	29,83
FP	F	P	42,76	41,18	39,20	42,05	42,62	41,23	15,19	16,20	19,57
GP	M	P	41,42	40,20	38,43	40,41	40,86	40,72	18,17	18,94	20,85
HP	M	P	42,49	32,35	31,46	38,03	35,34	36,01	19,48	32,31	32,53
IP	M	P	41,54	40,47	39,07	43,92	45,30	45,43	14,54	14,22	15,51
<b>MÉDIA</b>			<b>41,32</b>	<b>38,24</b>	<b>35,63</b>	<b>41,74</b>	<b>40,83</b>	<b>40,43</b>	<b>16,94</b>	<b>20,93</b>	<b>23,94</b>
<b>DP</b>			<b>0,95</b>	<b>3,00</b>	<b>2,99</b>	<b>2,17</b>	<b>3,02</b>	<b>3,01</b>	<b>2,13</b>	<b>5,74</b>	<b>5,62</b>

### APÊNDICE 5

Valores médios e desvios padrão (DP) da amplitude de movimento articular (AMD) do tornozelo, joelho e quadril em uma passada para cada participante dos dois grupos (idosos neurologicamente sadios e com DP) em cada condição. Cod.: código do participante; Gen.: gênero; F: feminino; M: masculino; Gr.: grupo; S: idosos neurologicamente sadios; P: idosos com doença de Parkinson idiopática; AL: Andar livre; ARL: andar restrito em largura; ARLA: andar restrito em largura e altura.

Cod.	Gen.	Gr.	ADM do tornozelo (°)			ADM do joelho (°)			ADM do quadril (°)		
			AL	ARL	ARLA	AL	ARL	ARLA	AL	ARL	ARLA
BC	F	S	17,37	22,10	21,23	63,04	63,05	62,55	31,09	32,62	34,72
CC	M	S	29,59	28,70	27,46	69,27	69,99	68,22	28,62	30,27	31,12
DC	M	S	18,76	20,94	21,97	59,21	58,16	53,99	36,62	35,81	35,63
EC	M	S	31,38	33,94	29,12	63,76	62,69	62,22	29,64	30,45	30,93
FC	M	S	22,66	27,99	24,99	66,04	62,59	58,88	33,43	34,76	36,25
GC	F	S	23,23	22,43	25,05	64,38	62,19	58,86	32,82	32,39	31,26
HC	F	S	20,89	21,04	22,13	62,75	63,44	63,35	27,24	27,85	28,59
IC	M	S	19,03	24,35	22,64	58,99	61,76	58,52	22,15	26,43	25,79
<b>MÉDIA</b>		<b>S</b>	<b>22,86</b>	<b>25,19</b>	<b>24,32</b>	<b>63,43</b>	<b>62,98</b>	<b>60,82</b>	<b>30,20</b>	<b>31,32</b>	<b>31,79</b>
<b>DP</b>		<b>S</b>	<b>5,12</b>	<b>4,63</b>	<b>2,84</b>	<b>3,38</b>	<b>3,27</b>	<b>4,24</b>	<b>4,40</b>	<b>3,22</b>	<b>3,60</b>
AP	M	P	21,44	14,55	16,19	56,97	47,78	44,44	24,18	23,98	24,81
BP	M	P	20,42	21,81	20,96	61,40	63,64	59,91	35,05	31,61	30,70
CP	F	P	19,25	23,35	25,60	60,83	61,93	58,89	27,88	30,40	30,47
EP	F	P	22,045	24,23	25,54	62,17	64,36	54,90	25,99	28,18	27,60
FP	F	P	18,17	16,46	22,63	62,40	57,80	51,27	30,10	31,66	31,90
GP	M	P	20,31	24,74	22,61	53,87	61,04	54,75	33,18	33,65	31,86
HP	M	P	17,02	17,15	15,78	50,47	48,80	45,50	24,44	25,36	24,39
IP	M	P	14,44	18,49	18,98	53,31	57,44	55,95	25,58	27,09	27,40
<b>MÉDIA</b>		<b>P</b>	<b>19,14</b>	<b>20,10</b>	<b>21,04</b>	<b>57,68</b>	<b>57,85</b>	<b>53,20</b>	<b>28,30</b>	<b>28,99</b>	<b>28,64</b>
<b>DP</b>		<b>P</b>	<b>2,51</b>	<b>3,92</b>	<b>3,81</b>	<b>4,66</b>	<b>6,39</b>	<b>5,73</b>	<b>4,10</b>	<b>3,39</b>	<b>3,02</b>

### APÊNDICE 6

Valores médios e desvios padrão (DP) dos ângulos das articulações do tornozelo, joelho e quadril no momento do contato inicial do pé com o solo para cada participante dos dois grupos (idosos neurologicamente sadios e com DP) em cada condição. Cod.: código do participante; Gen.: gênero; F: feminino; M: masculino; Gr.: grupo; S: idosos neurologicamente sadios; P: idosos com doença de Parkinson idiopática; AL: Andar livre; ARL: andar restrito em largura; ARLA: andar restrito em largura e altura.

Cod.	Gen.	Gr.	Ângulo do tornozelo no contato inicial (°)			Ângulo do joelho no contato inicial (°)			Ângulo do quadril no contato inicial (°)		
			AL	ARL	ARLA	AL	ARL	ARLA	AL	ARL	ARLA
BC	F	S	120,02	117,24	120,32	169,76	167,55	168,25	151,23	148,20	147,46
CC	M	S	128,07	126,61	127,21	173,72	172,06	171,34	156,68	157,09	155,48
DC	M	S	119,71	120,10	120,97	164,41	163,82	162,39	143,42	144,04	145,08
EC	M	S	123,08	122,33	123,25	169,75	167,59	166,83	152,09	151,22	151,40
FC	M	S	123,15	119,72	119,21	169,23	164,51	162,33	148,02	145,69	146,67
GC	F	S	120,01	117,00	116,10	172,63	170,97	166,30	150,78	151,29	149,67
HC	F	S	126,25	124,48	126,10	175,55	174,65	174,42	154,06	152,72	153,35
IC	M	S	118,10	116,30	116,26	168,47	165,60	165,89	158,47	155,54	154,63
<b>MÉDIA</b>		<b>S</b>	<b>122,30</b>	<b>120,47</b>	<b>121,18</b>	<b>170,44</b>	<b>168,34</b>	<b>167,22</b>	<b>151,84</b>	<b>150,72</b>	<b>150,47</b>
<b>DP</b>		<b>S</b>	<b>3,49</b>	<b>3,74</b>	<b>4,13</b>	<b>3,47</b>	<b>3,86</b>	<b>4,14</b>	<b>4,77</b>	<b>4,55</b>	<b>3,87</b>
AP	M	P	121,12	117,96	117,70	170,93	166,12	165,30	156,80	157,98	155,34
BP	M	P	115,83	114,18	115,35	168,10	166,91	166,69	143,36	142,64	143,60
CP	F	P	125,62	123,50	124,41	167,40	167,10	165,95	153,96	152,68	152,02
EP	F	P	119,70	119,26	120,08	178,54	174,75	171,91	156,65	155,24	155,06
FP	F	P	130,28	130,24	133,13	165,79	164,10	161,01	149,89	149,57	146,67
GP	M	P	121,63	118,01	118,52	163,48	164,93	161,49	145,88	145,03	143,93
HP	M	P	118,62	116,43	114,43	167,15	163,39	162,36	158,94	156,07	157,43
IP	M	P	129,19	125,74	126,96	170,75	169,43	169,20	155,68	155,96	154,64
<b>MÉDIA</b>		<b>P</b>	<b>122,75</b>	<b>120,67</b>	<b>121,32</b>	<b>169,02</b>	<b>167,09</b>	<b>165,49</b>	<b>152,65</b>	<b>151,90</b>	<b>151,09</b>
<b>DP</b>		<b>P</b>	<b>5,13</b>	<b>5,37</b>	<b>6,40</b>	<b>4,56</b>	<b>3,63</b>	<b>3,83</b>	<b>5,65</b>	<b>5,62</b>	<b>5,53</b>

### APÊNDICE 7

Valores médios e desvios padrão (DP) dos ângulos das articulações do tornozelo, joelho e quadril no momento da retirada do marcador do quinto metatarso do solo para cada participante dos dois grupos (idosos neurologicamente sadios e com DP) em cada condição. Cod.: código do participante; Gen.: gênero; F: feminino; M: masculino; Gr.: grupo; S: idosos neurologicamente sadios; P: idosos com doença de Parkinson idiopática; AL: Andar livre; ARL: andar restrito em largura; ARLA: andar restrito em largura e altura.

Cod.	Gen.	Gr.	Ângulo do tornozelo na retirada do pé (°)			Ângulo do joelho na retirada do pé (°)			Ângulo do quadril na retirada do pé (°)		
			AL	ARL	ARLA	AL	ARL	ARLA	AL	ARL	ARLA
BC	F	S	117,52	118,08	117,61	139,21	136,55	135,14	178,60	177,06	176,18
CC	M	S	120,65	122,16	123,34	136,71	133,97	132,07	179,48	176,29	173,83
DC	M	S	114,68	121,04	120,08	144,56	134,25	132,54	177,98	171,41	169,22
EC	M	S	129,40	127,91	128,08	143,90	140,57	139,05	176,54	179,19	178,25
FC	M	S	119,68	121,58	123,85	149,77	138,52	133,89	176,02	175,17	172,83
GC	F	S	119,32	121,22	119,08	141,88	137,62	133,08	176,99	175,54	170,93
HC	F	S	124,32	126,99	124,00	147,11	143,44	143,43	174,06	175,75	177,76
IC	M	S	115,02	115,33	114,01	143,97	134,90	136,67	172,62	178,95	178,78
<b>MÉDIA</b>	<b>S</b>		<b>120,07</b>	<b>121,79</b>	<b>121,26</b>	<b>143,39</b>	<b>137,48</b>	<b>135,73</b>	<b>176,54</b>	<b>176,17</b>	<b>174,72</b>
<b>DP</b>	<b>S</b>		<b>4,89</b>	<b>4,16</b>	<b>4,43</b>	<b>4,16</b>	<b>3,30</b>	<b>3,88</b>	<b>2,30</b>	<b>2,45</b>	<b>3,57</b>
AP	M	P	121,46	114,77	114,26	150,95	144,10	141,24	172,81	175,80	169,55
BP	M	P	108,15	110,40	110,88	136,53	128,16	126,58	173,63	167,25	164,83
CP	F	P	121,29	120,58	120,78	143,50	136,03	136,10	174,78	177,98	178,73
EP	F	P	126,09	126,73	125,80	146,97	140,85	139,50	177,24	178,45	175,54
FP	F	P	129,51	124,99	121,94	151,11	138,95	136,02	169,45	178,72	172,65
GP	M	P	119,38	120,54	122,00	139,67	133,25	129,56	174,39	171,16	167,40
HP	M	P	113,57	115,74	111,79	147,02	135,02	136,62	179,60	167,26	167,80
IP	M	P	126,44	124,66	124,70	149,76	144,53	144,61	173,55	176,77	178,13
<b>MÉDIA</b>	<b>P</b>		<b>120,74</b>	<b>119,80</b>	<b>119,02</b>	<b>145,69</b>	<b>137,61</b>	<b>136,28</b>	<b>174,43</b>	<b>174,17</b>	<b>171,83</b>
<b>DP</b>	<b>P</b>		<b>7,08</b>	<b>5,73</b>	<b>5,85</b>	<b>5,37</b>	<b>5,60</b>	<b>5,90</b>	<b>3,01</b>	<b>4,89</b>	<b>5,23</b>

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)