
Educação Física

Núbia Ribeiro da Conceição

**JULGAMENTO DE ALTURA DE DEGRAUS EM PACIENTES COM DOENÇA
DE PARKINSON: DIFERENÇA ENTRE SISTEMA PERCEPTIVO E SISTEMA
PROPRIOCEPTIVO**

NÚBIA RIBEIRO DA CONCEIÇÃO

**JULGAMENTO DE ALTURA DE DEGRAUS EM PACIENTES COM
DOENÇA DE PARKINSON: DIFERENÇA ENTRE SISTEMA PERCEPTIVO
E SISTEMA PROPRIOCEPTIVO**

Orientador: Lilian Teresa Bucken Gobbi

Co-orientador: Cláudia Teixeira-Arroyo

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Biociências da Universidade
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” -
Câmpus de Rio Claro, para obtenção do grau
de bacharela em educação física.

Rio Claro
2016

796.0132 Conceição, Nubia Ribeiro da
C744j Julgamento de altura de degraus em pacientes com doença de
Parkinson : diferença entre sistema perceptivo e sistema proprioceptivo /
Nubia Ribeiro da Conceição. - Rio Claro, 2016
27 f. : il., figs., tabs.

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Educação física) -
Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro
Orientadora: Lilian Teresa Bucken Gobbi
Coorientadora: Cláudia Teixeira Arroyo

1. Capacidade motora. 2. Doença neurodegenerativa. 3. Exterocepção.
4. Expropriocepção. I. Título.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. MATÉRIAS E MÉTODO	9
2.1 Participantes	9
2.2 Procedimentos Experimentais	10
3. RESULTADOS	15
4. DISCUSSÃO	18
5. CONCLUSÃO	19
6. REFERÊNCIAS	20

Resumo

A doença de Parkinson (DP) é caracterizada pela degeneração progressiva dos neurônios dopaminérgicos da *substantia nigra pars compacta*, localizada no mesencéfalo do cérebro humano, esses neurônios são produtores de dopamina, um neurotransmissor importante para a regulação da atividade motora, apesar da doença ser conhecida pela predominância de sinais e sintomas motores, déficits perceptuais e sensoriais têm sido identificados e podem contribuir com os comprometimentos do andar, especialmente em ambientes complexos. A negociação com degraus exige planejamento e modulação das estratégias motoras de acordo com as características do ambiente o que requer a integração dos sistemas motores e sensoriais para o êxito da tarefa. Assim, o objetivo deste estudo é verificar o efeito da doença de Parkinson no julgamento exteroceptivo (percepção visual de um referencial externo) e exproprioceptivo (propriocepção com referencial externo) de altura. Participarão do estudo 15 pacientes com DP e 15 indivíduos neurologicamente preservados. Para o julgamento perceptual e elevação do membro foi utilizada uma escada de 4 degraus e foram testadas duas diferentes alturas para o primeiro degrau da escada: 11 cm e 20 cm que correspondem as alturas padronizadas pela ABNT para meios-fios e degraus, respectivamente. A tarefa consistia em o participante olhar para o degrau e estimar a altura do mesmo verbalmente e a seguir elevar o pé na altura estimada. O OPTOTRAK Certus foi utilizado para o registro cinemático do movimento. As variáveis dependentes foram: erro visual exteroceptivo e erro exproprioceptivo. Para a análise estatística foram realizadas ANOVAs para 2 fatores: grupo (experimental e controle) e alturas do degrau (11 e 20 cm) e O teste *t* de Student para a comparação das variáveis de caracterização da amostra.

LISTA DE TABELA E FIGURAS

TABELA 1. Médias e desvios padrão dos dados de caracterização dos grupos experimental e controle.....	15
FIGURA 1. Esquema representativo das características da escada utilizada no experimento.	12
FIGURA 2. Posicionamento do participante no bloco de julgamento perceptivo.	13
FIGURA 3. Porcentagem de participantes de cada grupo que superestimaram, subestimaram ou acertaram a altura do degrau, quando elevaram o pé no julgamento exproprioceptivo em ambas as alturas de degraus.	16
FIGURA 4. Porcentagem de participantes de cada grupo que superestimaram, subestimaram ou acertaram a altura do degrau, quando verbalizaram a altura, a partir da informação visual, no julgamento exteroceptivo em ambas as alturas de degraus.	16
FIGURA 5. Médias e desvios padrão da variabilidade do erro absoluto, para os julgamentos exproprioceptivos e exteroceptivos de ambos os grupos, nas alturas de 11 cm e 20 cm.....	17
FIGURA 6. Médias e desvios padrão do erro absoluto, para os julgamentos exproprioceptivos e exteroceptivos de ambos os grupos, nas alturas de 11 cm e 20 cm.	17

1. INTRODUÇÃO

A doença de Parkinson (DP) caracteriza-se pela degeneração progressiva dos neurônios dopaminérgicos da *substantia nigra pars compacta*, localizada no mesencéfalo do cérebro humano. Esses neurônios são produtores de dopamina, um neurotransmissor importante para a regulação da atividade motora (SAITO et al., 2000; MOORE, 2003, OLANOW, STERN & SETHI, 2009). Com a redução dos níveis de dopamina nas estruturas dos núcleos da base (principalmente nas vias nigro-estriatais), ocorre o desequilíbrio dos sinais inibitórios e excitatórios que são enviados pelos núcleos da base ao córtex motor e que são importantes para o controle dos movimentos (BLANDINI et al., 2000, OLANOW, STERN & SETHI, 2009). Como consequência, ocorre o aparecimento dos principais sinais e sintomas da DP: bradicinesia (lentidão dos movimentos), tremor de repouso, acinesia (rigidez muscular, dificuldade para iniciar um movimento), hipometria (diminuição na amplitude dos movimentos), instabilidade postural e alterações na marcha (FERNÁNDEZ-DEL OLMO et al., 2004; MORRIS et al., 2001; 2005; OLANOW, STERN & SETHI, 2009).

Na DP, os problemas na marcha estão entre os que mais comprometem a independência dos pacientes no dia a dia, especialmente quando o ambiente é desafiador e exige modulações no andar (PIERUCCINI-FARIA et al., 2006; VITÓRIO et al., 2010). Os passos mais curtos característicos do paciente com DP (hipocinesia) podem, por exemplo, comprometer a aproximação e a ultrapassagem de obstáculos durante o andar, resultando em um passo prematuro sobre o obstáculo (GALNA; MURPHY; MORRIS, 2010; VITÓRIO, 2010). Esse comportamento pode favorecer o contato do pé com o obstáculo, que é apontado como uma causa comum de quedas em pessoas com comprometimentos neurológicos, incluindo pacientes com DP (STOLZE et al., 2004).

Além dos obstáculos, ambientes com degraus e escadas são bastante desafiadores e também frequentes no dia a dia das pessoas (STARTZELL et al., 2000; MIYASIKE-DASILVA & GOBBI, 2005). Embora sejam escassas as pesquisas com pacientes com DP em ambientes com degraus e escadas, estudos com idosos podem trazer algumas inferências sobre as dificuldades dessa população nessa tarefa específica. Idosos relatam que a locomoção em escadas é uma das 5 tarefas mais desafiadoras da vida diária (WILLIAMSON & FRIED, 1996; FABRÍCIO & RODRIGUES, 2006). Ainda, entre as quedas fatais por acidentes em idosos, aproximadamente 10% acontecem em escadas (STARTZELL et al., 2000). Pensando na relevância desses dados, um estudo diagnóstico apontou que entre os pacientes com DP caídores, aproximadamente 14% das quedas no período de um ano ocorreram em escadas. Além

disso, que 62% desses pacientes tinham escadas em suas próprias residências e, apesar dos comprometimentos motores, 58% utilizava escadas todos os dias (TEIXEIRA-ARROYO, 2010).

A negociação com degraus exige planejamento e modulação das estratégias motoras de acordo com as características do ambiente (CAVANAGH, MULFINGER & OWENS, 1997), o que requer a integração dos sistemas motores e sensoriais. Por meio da percepção (exterocepção e expropriocepção) é que são identificadas as características do ambiente, necessárias para a realização bem sucedida de tarefas motoras, principalmente em ambientes desafiadores e desconhecidos. Ainda, o conhecimento sensorial da posição dos segmentos corporais e sua relação com o ambiente torna a execução dos movimentos mais segura (MORAES et al., 2011).

Na DP, além dos comprometimentos motores, déficits perceptuais e sensoriais têm sido identificados (KONCZAK et al., 2005; ZIA; FREDERICK; O'BOYLE, 2000; JOHNSON et al., 2004) e podem contribuir com os sintomas motores da DP, agravando os comprometimentos do andar, especialmente em ambientes complexos.

Estudos com modelo animal, há muito têm estabelecido que alguns neurônios dos núcleos da base têm campos receptivos propioceptivos respondendo tanto aos movimentos articulares passivos como ativos (CRUTCHER & DELONG, 1984a, 1984b; DELONG; CRUTCHER; GEORGOPOULOS, 1985). A grande maioria dos neurônios do globo pálido interno de macacos neurologicamente sadios responde ao movimento passivo de uma única articulação (BORAUD, BEZARD, BIOULAC, & GROSS, 2000). No entanto, quando estes macacos tiveram a DP induzida, o número de células que responderam ao movimento passivo aumentou e a maioria dos neurônios passou a responder aos movimentos de várias articulações. Os pesquisadores também observaram esta perda na especificidade da resposta neuronal nas projeções eferentes dos gânglios da base para o tálamo (PESSIGLIONE et al., 2005) e na área motora suplementar (ESCOLA et al., 2002). Esse aumento no ruído neural nos núcleos da base provavelmente prejudica a facilitação e a modulação das regiões pré-motoras que devem atuar em sinergia para gerar o movimento seguro e eficiente (GRAYBIEL, 2005; LEIGUARDA et al., 2000). Estudo com transposição de obstáculo sugere que esses déficits sensoriais podem levar à imprecisão do julgamento perceptivo e têm o potencial de contribuir com tropeços e quedas em pacientes com DP nesses ambientes (MARTENS; ALMEIDA, 2012).

Estudos com adultos jovens e idosos neurologicamente preservados observaram que a estratégia para ultrapassar obstáculos foi escolhida de acordo com o fator segurança. Adultos jovens preferem ultrapassar o obstáculo quando este é menor ou igual à altura de seu joelho e

desviá-lo quando este tem altura maior. Idosos, por sua vez, sentem maior dificuldade quando o obstáculo é muito baixo, sugerindo déficits visuais e/ou atencionais característicos da idade. Com relação às estratégias adaptativas, a distância vertical pé-obstáculo (DVPO) foi maior para os idosos em comparação aos jovens. Com relação à altura do obstáculo, os idosos aumentaram a DVPO com o aumento da altura do obstáculo, enquanto os jovens apresentaram uma DVPO constante nas alturas de 7 e 14 cm e uma DVPO menor na altura de 27 cm. Este aumento da DVPO pelos idosos provavelmente representa uma estratégia conservadora e segura, mas também indica problemas no julgamento perceptivo a altura (PATLA et al., 1996).

Patla et al. (1996) mostraram também que a incidência de tropeços nos obstáculos com a perna de abordagem (jovens e idosos) era menor que 0,5%. Esta baixa incidência é utilizada para justificar que o tropeçar sobre obstáculos implica em alguma falha no controle antecipatório (*feedforward*) da elevação da perna de abordagem sobre o obstáculo. Neste caso, os indivíduos, especialmente os idosos, tendem a superestimar a altura do obstáculo no momento de ultrapassagem (*online*) como estratégia de segurança. Na DP, estudos têm mostrado que os pacientes são dependentes da informação visual para a ultrapassagem de obstáculos (VITÓRIO et al., 2013). Desta forma, acredita-se que as informações sensoriais, em especial a visual e proprioceptiva, têm papel importante para a locomoção segura em ambientes complexos.

Embora muito do comportamento que tem sido observado durante a transposição de obstáculos possa ocorrer durante a negociação com degraus, algumas características específicas da tarefa e do ambiente, como a altura e o número de degraus ou a presença ou não de corrimão, podem exigir maior atenção e planejamento. Além disso, as consequências das quedas em escadas podem ser mais graves que as quedas por tropeços no nível do solo (CAVANAGH, MULFINGER & OWENS, 1997; STARTZELL et al., 2000). Nesse contexto, é possível que o processamento perceptual prejudicado do paciente com DP leve a erros de julgamento que podem aumentar a probabilidade de tropeços e quedas durante a transposição de degraus. Assim, se o paciente com DP apresenta déficits no julgamento perceptivo, pode ser difícil para ele o planejamento de uma resposta motora adequada para a transposição de degraus, especialmente quando a altura do mesmo não é padronizada e/ou normalizada.

Estudos apontam que as pessoas raramente olham para seus pés quando estão ultrapassando um obstáculo (PATLA, 1997) e que, durante a negociação com escadas, o olhar é direcionado aos degraus três passos antes da abordagem do primeiro degrau, sendo que raramente o olhar é dirigido para os degraus no momento da abordagem do mesmo (MIYASIKE-DASILVA; ALLARD; MCILROY, 2011), sugerindo que o julgamento do

ambiente e o planejamento da tarefa são realizados três passos antes da abordagem do primeiro degrau. Entretanto, não se sabe se esse comportamento é verdadeiro em pacientes com DP. Em tarefa em que deveriam andar posicionando os pés em alvos marcados no solo (listras horizontais), 46% das fixações do olhar ocorreram no alvo correspondente ao passo que estava sendo executado (on-line); e 54% das fixações do olhar ocorreram em alvos posicionados a um ou mais passos a frente (feedforward), indicando um controle visual do movimento equilibrado entre os modos on-line e feedforward (VITÓRIO et al., 2014).

Assim, esse estudo objetivou verificar o efeito da doença de Parkinson no julgamento exteroceptivo (percepção visual de um referencial externo) e exproprioceptivo (propriocepção com referencial externo) de altura e teve como hipótese que pacientes com DP superestimariam as alturas dos degraus em ambos os julgamentos.

2. MATÉRIAS E MÉTODO

2.1 Participantes

Participaram do estudo 15 pacientes com diagnóstico de DP idiopática (grupo Experimental – GE), nos estágios 1 a 3 da escala de Hoehn & Yahr (H&Y – HOEHN & YAHR, 1967; versão adaptada (FAHN & ELTON, 1987; SCHENKMAN et al., 2001) e 15 indivíduos neurologicamente preservados (grupo controle – GC), com idade igual/superior a 50 anos, pareados em gênero, idade e estatura. Pacientes e grupo controle foram selecionados junto aos centros especializados de Rio Claro e região. Todos os pacientes foram avaliados em estado “on” da medicação para a DP (aproximadamente uma hora após a ingestão do medicamento).

Como critérios de exclusão no estudo foram adotados: *Para os pacientes* – (a) diagnóstico de DP idiopática não confirmada; (b) presença de outra doença neurológica associada a DP e (c) início da doença no hemisfério esquerdo. *Para pacientes e grupo controle* – (a) comprometimentos osteomusculares dolorosos ou debilitantes que impedisse a realização da tarefa; (b) problemas visuais graves que não pudessem ser corrigidos, em caso de participantes com lentes de contato ou óculos, os mesmos deveriam estar adaptados e utilizando-os a mais de três meses; (c) a não realização da locomoção independente; (d) presença de comprometimentos no sistema vestibular; registro prévio de demência ou declínio cognitivo detectado pelo Mini-Exame do Estado Mental; (e) Presença de neuropatia periférica (insensibilidade dos receptores táteis na sola do pé) que foi detectado por meio de estesiômetro. Todas essas informações foram coletadas por meio de um questionário de Anamnese e pelos testes aplicados previamente, para a caracterização dos participantes.

2.2 Procedimentos Experimentais

Esse projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Biociências, da Universidade Estadual Paulista, campus Rio Claro/SP processo 40512215.0.0000.5465. Antes do início da pesquisa, os participantes foram informados sobre o projeto e, estando de acordo, assinarão um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Todos os procedimentos experimentais foram realizados nas dependências do Laboratório de Estudos da Postura e da Locomoção (LEPLO) do Departamento de Educação Física da Universidade Estadual Paulista, Campus de Rio Claro.

O GE e o GC foram avaliados em um único dia. O GE realizou uma avaliação clínica detalhada para determinar as condições gerais do paciente em função do estágio e comprometimento da DP. Os testes específicos para a caracterização dos pacientes foram:

- a) A escala de Hoehn e Yahr (H&Y – HOEHN & YAHR, 1967; versão adaptada (FAHN & ELTON, 1987; SCHENKMAN et al., 2001), que identificou o estágio evolutivo da doença, a existência da unilateralidade/bilateralidade da doença e o nível de resposta aos reflexos posturais. Essa escala pontua os estágios de 0 (zero, ausência de sinais e sintomas da DP) a 5 (comprometimentos severos).
- b) A Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS – FAHN & ELTON, 1987) que determinou o nível de comprometimento da doença nos domínios psíquico, funcional e motor. Para essa escala, quanto maior a pontuação, mais comprometido está o paciente.

As avaliações aplicadas no GE e no GC foram:

- a) Miniexame do Estado Mental – MEEM (BRUCKI et al., 2003), utilizado para o rastreio cognitivo dos pacientes, garantindo que os mesmos compreenderam as instruções para a realização das tarefas.
- b) O Questionário de Baecke Modificado para Idosos (QBMI), descrito por Voorrips et al. (1991), que avaliou o nível de atividade física dos participantes.
- c) Teste de sensibilidade plantar, com utilização de estesiômetro composto por monofilamentos de Semmes-Weinstein (BELL-KROTOSKI & TOMANCIK, 1987). Esse teste foi utilizado para garantir que os participantes não apresentassem déficits na sensibilidade plantar e que problemas somatosensoriais periféricos não interferissem no planejamento e realização da tarefa. O teste de sensibilidade plantar foi aplicado em

ambos os pés, com o participante deitado confortavelmente em uma maca, vendado e com o pé a ser avaliado apoiado em travesseiro. Os pontos testados foram: as cabeças das articulações metatarsofalangeanas do hálux e 5º artelho e a porção média do calcanhar. Cada ponto testado recebeu um *score* de 1 a 7, sendo que a pontuação total de cada pé, direito e esquerdo, foi obtida a partir da soma dos *scores* dos pontos testados. Quanto maior a pontuação, mais déficits na sensibilidade plantar os participantes tinham. No presente estudo, foi aplicado o cálculo de regra de três para a pontuação final e classificação dos participantes seguindo a forma de Lehman e colaboradores (1997), que determina:

- Nível 1 (*Pontuações de 1 a 14*): Sensibilidade normal. Sensação de postura e cinestesia conservadas;
- Nível 2 (*Pontuações de 15 a 21*): Sensibilidade diminuída, com dificuldade quanto à discriminação fina. Cinestesia conservada;
- Nível 3 (*Pontuações de 22 a 28*): Perda leve na sensibilidade protetora. Dificuldades na discriminação de formas, temperatura ou textura. Cinestesia conservada;
- Nível 4 (*Pontuações de 29 a 35*): Perda da sensação protetora, podendo ainda sentir pressão profunda e dor. Cinestesia conservada;
- Nível 5 (*Pontuações de 36 a 42*): Presença apenas da sensibilidade à pressão profunda podendo ainda sentir dor. Déficits na cinestesia;
- Nível 6 (*Pontuações de 43 a 49*): Perda de sensibilidade à pressão profunda. Pode ou não sentir dor. Déficits mais pronunciados na cinestesia, podendo algumas vezes não estar presente. 17

Assim, os participantes incluídos em cada grupo deveriam apresentar cinestesia preservada, com pontuação no teste ≤ 35

- d) Teste de acuidade visual realizado através da tabela de Snellen. Para garantir que deficiências visuais não corrigidas prejudicasse a realização da tarefa. Para esse teste foi utilizada a tabela de snellen (*Snellen-E chart*) com dimensões de 60x28cm fixada à parede na altura do olhar do participante que permaneceu sentado a uma distancia de 5 metros da tabela. A tarefa consistia em o participante indicar para qual direção (para cima, para baixo, para a direita ou para a esquerda) a porção aberta da letra “E” sinalizada pelo avaliador se encontrava. A pontuação final é realizada conforme o valor da ultima linha em que o participante conseguiu acertar todos os “Es”. O valor da acuidade visual é descrito pelos valores decimais expostos na lateral de cada uma das

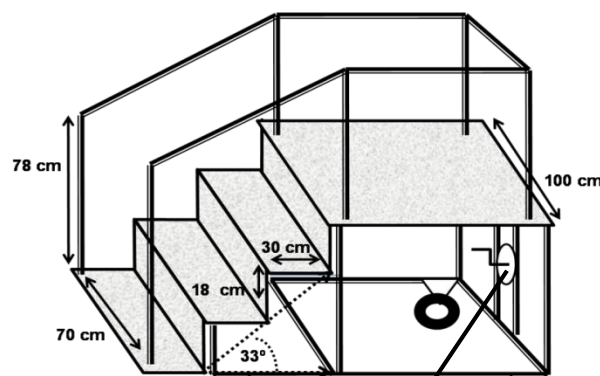
linhas da tabela. Entre outras formas de descrição, encontram-se a logarítmica, que utiliza o sistema logMAR¹⁹; a descrição fracionária, que utiliza o sistema em metros (3/60) ou em pés de distância (20/400)⁶. Para se chegar à equivalência entre os métodos, existe uma padronização por meio da equação $[0,1 \times \text{distância do teste em metros}/5]$, que fornece o valor final em pontuação decimal¹⁰. No presente estudo, foi considerado que valores abaixo de 0,3 como indicativos de baixa visão, assim como adotado por Evans et al. (2002) e Luiz et al. (2009).

Após a aplicação dos testes iniciais, o participante (GE ou GC) foi preparado para a realização da tarefa experimental.

Preparação dos participantes: Emissores infravermelhos (IREDs) foram afixados nos membros inferiores, nos seguintes pontos anatômicos: cabeça do 5º metatarso e face lateral do calcâneo direito e 1º metatarso e face medial do calcâneo esquerdo.

Características da escada Para a realização das tarefas foi utilizada uma escada de 4 degraus, cada um com altura de 18 cm (recomendação ABNT/ NBR 9050/2004) e 30 cm de profundidade, 100 cm de largura e 33º de inclinação, com corrimãos de ambos os lados. A estrutura da escada é inteira em ferro, com 4 rodízios giratórios para facilitar o transporte e o piso é constituído de chapas 1/8 xadrez galvanizadas. A escada apresenta um mecanismo que permite a modulação da altura do primeiro degrau, o qual foi utilizado para a tarefa de percepção de altura (FIGURA 1).

FIGURA 1. Esquema representativo das características da escada utilizada no experimento.



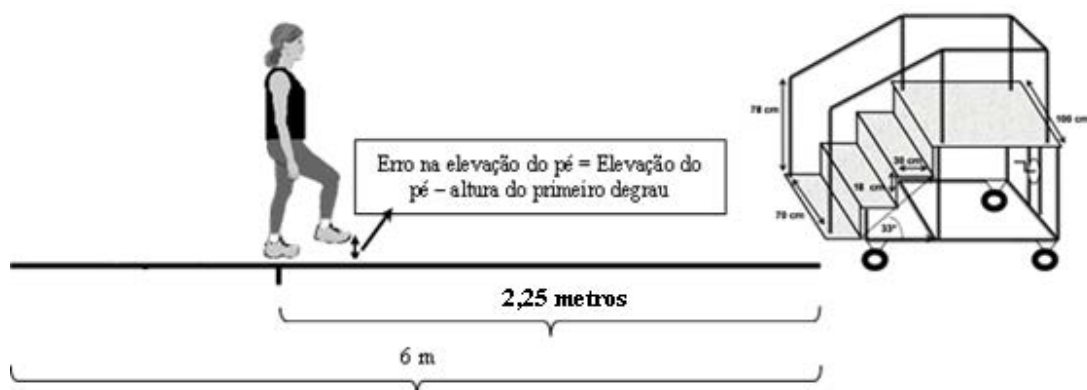
Ambiente experimental: A escada foi posicionada em frente a uma passarela de madeira, de 6 m de comprimento. Um sistema para a modulação da altura do primeiro degrau (OPTOTRAK Certus, Northern Digital, Canadá) foi posicionado no plano sagital, de forma que pudesse registrar as emissões IRED dos marcadores afixados no participante, no primeiro degrau da escada e na extremidade da passarela no mesmo plano vertical do marcador fixo no degrau. O participante realizou o julgamento perceptivo de altura a uma distância de 2,25 metros a partir do primeiro degrau, essa distância foi utilizada levando em consideração os valores da passada

de idosos saudáveis que variam de 1,2 a 1,5 m/passada. (OSTROSKY et al., 1994; KERRIGAN et al., 1998). Essa distância para o julgamento da altura foi padronizada com base em estudos que sugerem que o registro do ambiente e o planejamento da tarefa ocorrem a aproximadamente três passos da transposição do obstáculo ou degrau (MIYASIKE-DASILVA; ALLARD; MCILROY, 2011).

Procedimentos: No Brasil, as alturas dos degraus e meio-fios são padronizadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT/NBR 9050/2004) em 18-20 cm e 8-240 cm respectivamente, sendo esse último diretamente dependente do comprimento da rampa. Desta forma, para a realização do julgamento perceptual, foram utilizadas duas diferentes alturas para o primeiro degrau da escada, com o objetivo de representar as variações encontradas pelos participantes em seu dia a dia: 11 cm (aproximadamente a altura do meio-fio); 20 cm (altura de degraus sugerida pela ABNT)

A tarefa foi dividida em dois momentos. Primeiramente, o participante deveria olhar para o degrau e estimar a altura do mesmo verbalmente e a seguir elevar o pé direito na altura estimada. Foram realizadas 5 tentativas para cada altura do primeiro degrau e as mesmas foram randomizadas entre os participantes. Para essa tarefa o participante pode levar o tempo que achou necessário, pode olhar para o degrau ou para o pé e teve à disposição um suporte para apoio das mãos, para que a deficiência no equilíbrio não interferisse no julgamento (FIGURA 2).

FIGURA 2. Posicionamento do participante no bloco de julgamento perceptivo



Antes de iniciar o julgamento visual e elevação do pé em cada tentativa, o participante foi posicionado de costas para a escada na posição P1. A escada foi ajustada ou mantida na altura definida para a tentativa e a seguir solicitado ao participante que ficasse de frente para a escada (na posição P1). Foi mostrada ao participante uma régua de 30 cm e dada a seguinte instrução “se essa régua tem 30 cm, quanto você acha que é a altura entre o chão e o primeiro degrau da escada?”. Após ser registrado o julgamento da altura, foi dado o segundo comando ao participante “por favor, eleve o seu pé direito exatamente na altura do primeiro degrau”. Foi

ênfatisado ao participante, que o mesmo poderia levar o tempo que julgar necessário para dar a resposta mais precisa possível e que poderia utilizar o suporte de madeira disponível ao alcance do participante no momento da tarefa para manter-se em equilíbrio, evitando assim uma possível influência na tarefa.

Registro e análise dos dados: Para registro cinemático, o sistema de análise de movimento OPTOTRAK Certus (Northern Digital Inc., Canadá) foi posicionado no plano sagital do participante, de modo a capturar os emissores IREDs e para registro tridimensional do movimento com frequência de coleta de 100 Hz. Os dados foram analisados através de uma rotina escrita em linguagem Matlab (Versão 7.12 – Math Works, Inc.) e filtrados com filtro do tipo passa baixa Butterworth, com frequência de corte determinada a partir de análise residual.

O marcador do 5º metatarso foi utilizado para obter a elevação do pé e do erro constante durante as tarefas de julgamento de percepção. A elevação do pé foi definida como a altura do pé do participante a partir do solo. O erro constante foi a quantidade de super ou subestimação da altura do obstáculo.

Variáveis dependentes:

- a) *Erro visual exteroceptivo.* Para essa variável foi calculado o erro constante: diferença entre a estimativa da altura relatada pelo participante e a altura do primeiro degrau, medida em centímetro (cm); e o erro absoluto no julgamento visual da altura do degrau: diferença entre a estimativa da altura relatada pelo participante e a altura do primeiro degrau, multiplicado por (-1) para os resultados negativos.
- b) *Erro visual exproprioceptivo.* Para essa variável foi calculado o erro constante: diferença entre a medida de elevação do pé na estimativa da altura e a altura do primeiro degrau, medida em centímetro (cm); e o erro absoluto: diferença entre a medida de elevação do pé na estimativa da altura e a altura do primeiro degrau, multiplicado por (-1) para os resultados negativos.

Análise estatística: A distribuição normal dos dados e a homogeneidade das variâncias foram verificadas por meio dos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. As variáveis de caracterização foram comparadas entre os dois grupos, por meio do teste *t* de Student.

Inicialmente foram calculadas as porcentagens de participantes que superestimaram, subestimaram e acertaram o julgamento exteroceptivo e exproprioceptivo, utilizando o erro constante dos dois julgamentos. Para verificar o efeito da DP no julgamento exteroceptivo e exproprioceptivo da altura do degrau, foi utilizado o erro absoluto das variáveis dependentes (erro visual exteroceptivo e erro visual exproprioceptivo), analisados por meio de ANOVA, considerando 2 fatores: grupo (experimental e controle) e alturas do degrau (11 e 20 cm).

O nível de significância adotado para todas as análises foi de $p < 0,05$

3. RESULTADOS

O estudo verificou o efeito da doença no julgamento exteroceptivo e exproprioceptivo de altura. O julgamento visual e de elevação do pé foram realizados por pacientes com DP, grupo experimental (GE) e por pessoas neurologicamente preservadas, grupo controle (GC).

A análise das variáveis de caracterização da amostra apontou que os pacientes estavam entre os estágios 1,5 e 2 na escala de HY (estágios leve e moderado da DP), apresentando baixo comprometimento geral segundo a pontuação da UPDRS. Ainda, GE e GC não eram estatisticamente diferentes nas variáveis demográficas, antropométricas, cognitivas, sensibilidade plantar e acuidade visual. Apenas o nível de atividade física foi significativamente diferente entre os grupos, sendo o GC mais ativo que o GE (TABELA 1)

TABELA 1. Médias e desvios padrão dos dados de caracterização dos grupos experimental e controle.

Variáveis	GE	GC	<i>p</i>
Idade (anos)	71,47±6,67	69,33±5,08	0,33
Massa (kg)	75,1±14,54	75,12±13,07	0,99
Estatutura (m)	1,62±0,10	1,63±0,09	0,87
MEEM (pontos)	28,08±1,55	28,93±1,03	0,094
Sensibilidade plantar esquerda (pontos)	25,87±3,98	24,33±4,50	0,30
Sensibilidade plantar direita (pontos)	26,87±4,85	25,20±4,50	0,33
Acuidade Visual (logMAR ¹⁹)	0,76±0,006	0,79±0,09	0,24
Nível de atividade física (pontos)	7,04±2,00	9,3±2,10	0,013*
HY (estágio)	1,96±0,06	--	--
UPDRS (pontos)	35±7,75	--	--

Nota: HY – Escala de Hoehn & Yahr de estadiamento da doença. UPDRS - Unified Parkinson's Disease Rating Scale, que avalia os comprometimentos da doença. (*) indica diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

A fim de realizar uma análise descritiva do comportamento dos grupos no julgamento perceptivo do degrau, os resultados foram subdivididos levando em consideração o comportamento apresentado: superestimação, subestimação ou acerto (FIGURAS 3 e 4).

Em geral, ambos os grupos apresentaram maiores proporções de superestimação no julgamento exproprioceptivo do degrau de 11 cm. Além disso, o GE apresentou maior proporção de participantes que subestimaram o julgamento exproprioceptivo no degrau de 20cm comparado ao GC (FIGURA 3). No julgamento exteroceptivo, ambos os grupos apresentaram

similaridade no comportamento do julgamento, independentemente da altura do degrau (FIGURA 4).

FIGURA 3. Porcentagem de participantes de cada grupo que superestimaram, subestimaram ou acertaram a altura do degrau, quando elevaram o pé no julgamento exproprioceptivo em ambas as alturas de degraus.

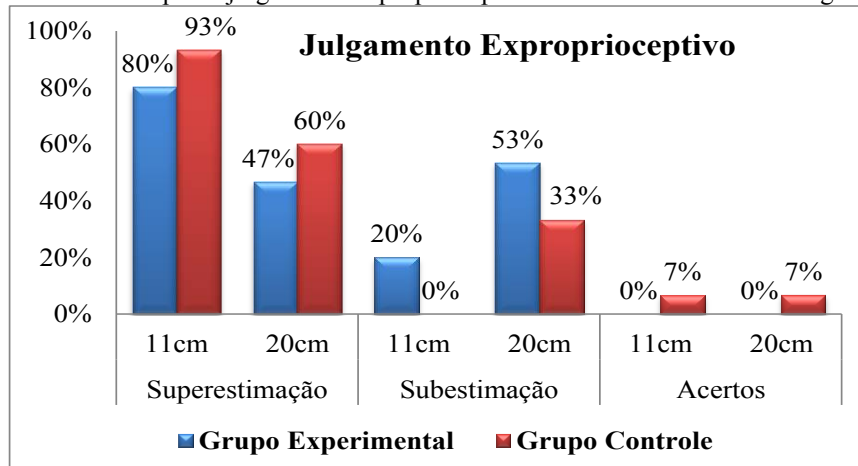
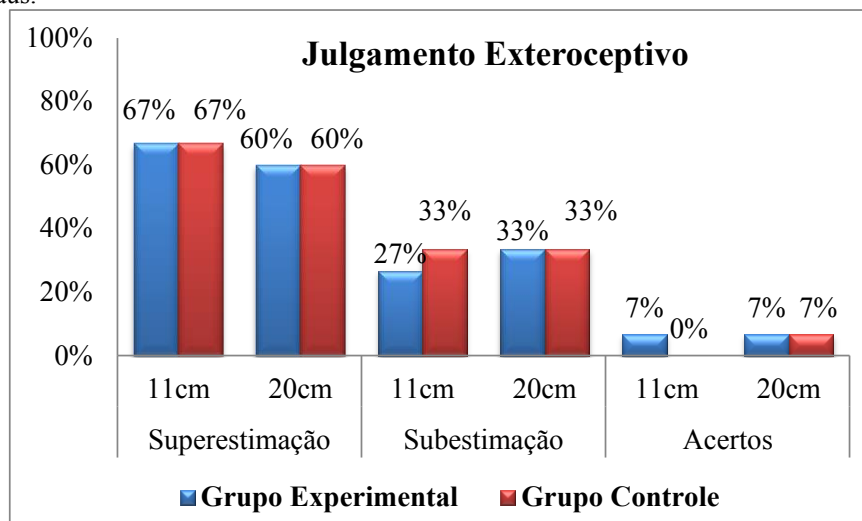


FIGURA 4. Porcentagem de participantes de cada grupo que superestimaram, subestimaram ou acertaram a altura do degrau, quando verbalizaram a altura, a partir da informação visual, no julgamento exteroceptivo em ambas as alturas de degraus.



As ANOVAS realizadas a partir do erro absoluto do julgamento exproprioceptivo e exteroceptivo não mostraram efeito principal de grupo, nem de altura e não foi observada interação entre grupo e altura para a variabilidade do erro (FIGURA 5). Quando o erro absoluto foi analisado, foi observado efeito principal de altura para o julgamento exteroceptivo, sendo que valores maiores de erro foram observados para a altura de 20 cm ($F_{1,28} = 4,907$; $p = 0,035$). Entretanto, não foi observado efeito principal de grupo, nem interação entre grupo e altura (FIGURA 6).

FIGURA 5. Médias e desvios padrão da variabilidade do erro absoluto, para os julgamentos exproprioceptivos e exteroceptivos de ambos os grupos, nas alturas de 11 cm e 20 cm.

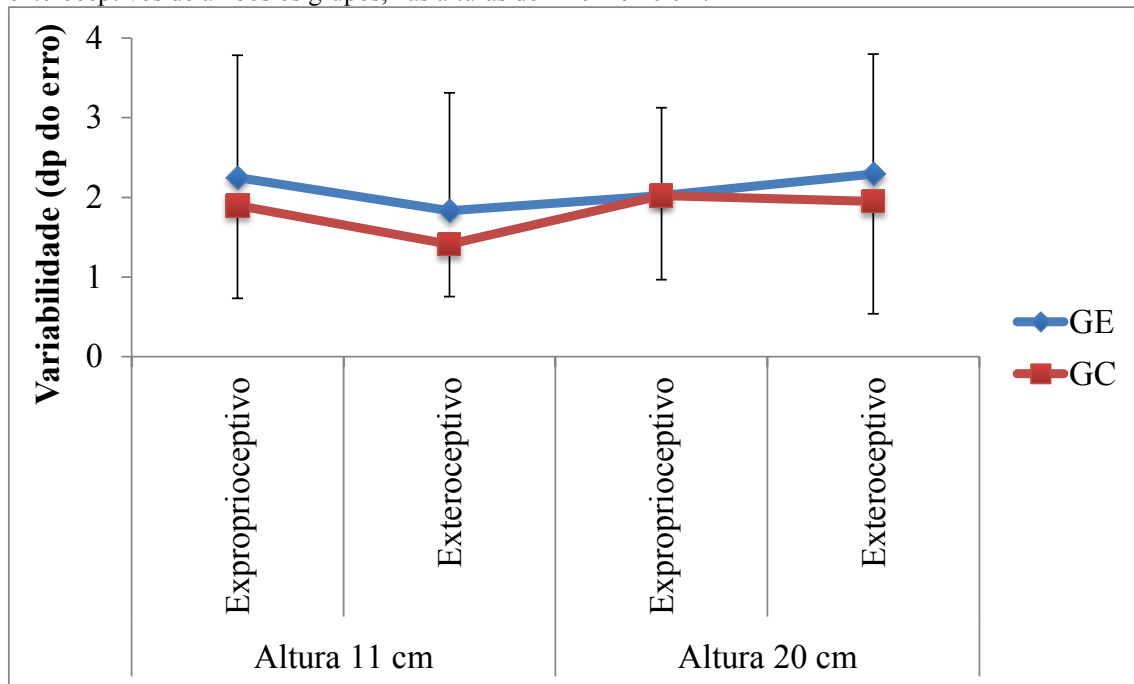
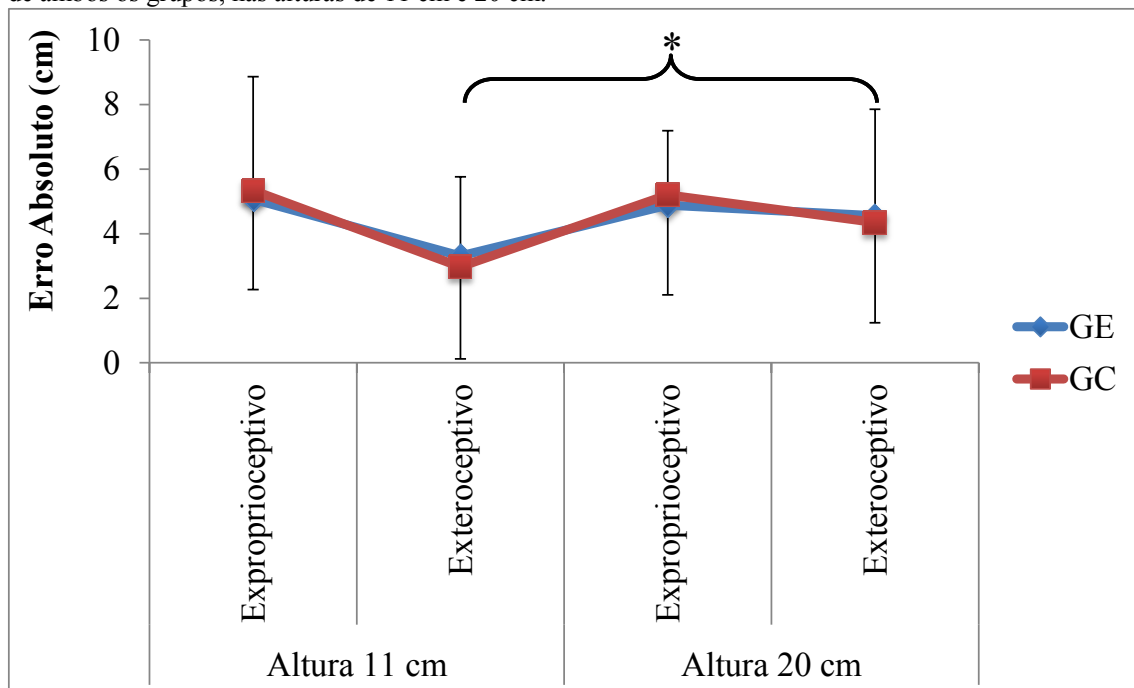


FIGURA 6. Médias e desvios padrão do erro absoluto, para os julgamentos exproprioceptivos e exteroceptivos de ambos os grupos, nas alturas de 11 cm e 20 cm.



(*) indica diferença estatisticamente significativa entre os erros absolutos para o julgamento visual exteroceptivo, independente do grupo.

4. DISCUSSÃO

Os achados demonstram que pacientes com DP e idosos saudáveis não se diferem estatisticamente no julgamento perceptivo e proprioceptivo frente à mudança da altura do degrau. Entretanto, na análise descritiva do comportamento é possível observarmos que as porcentagens de pacientes e idosos saudáveis se mostram numericamente diferentes, principalmente no julgamento exproprioceptivo, onde GE apresenta um maior número de subestimações e nenhum acerto; enquanto o GC tende a superestimar e acertar mais o julgamento. Porém essa mesma diferença não é apresentada no julgamento exteroceptivo quando ambos os grupos são visualmente semelhantes.

Nossos resultados mostraram efeito principal de altura para o julgamento exteroceptivo, independente do grupo. Isso demonstra que, quando o julgamento depende unicamente da via sensitiva visual, ambos os grupos apresentam julgamento semelhante. Ainda, independentemente da condição neurológica, o degrau de 20cm induziu a um maior erro no julgamento exteroceptivo, que pode comprometer o planejamento da ação motora de forma antecipatória, ocasionando possíveis erros de posicionamento do membro no degrau, resultando em quedas. Podemos ainda associar o menor erro na altura de 11cm à maior proximidade do solo, o que pode ter facilitado o julgamento dos participantes com a utilização da dica do ambiente.

Na análise descritiva do comportamento, é observado que no julgamento exproprioceptivo do degrau de 11cm, ambos os grupos apresentaram maiores proporções no comportamento de superestimação, com apenas o GC apresentando acertos e o GE subestimações. Entretanto, quando observamos o comportamento frente ao degrau de 20cm, o GE apresenta maior proporção dos participantes que subestimaram esse julgamento, enquanto a maioria dos participantes do GC continuou superestimando e apresentando acertos nesta altura. Quando realizamos a mesma análise no julgamento exteroceptivo, observamos que o comportamento de ambos os grupos é similar independentemente da altura do degrau. Indivíduos acometidos com DP apresentam deficiências no sistema sensorial, especialmente nos sinais proprioceptivos e/ou nos canais aferentes, que contribuem de forma efetiva para o agravamento dos comprometimentos motores, característicos da DP (WRIGHT ET AL., 2010; KEIJSERS ET AL., 2005; ALMEIDA ET AL., 2005). Tal fato pode justificar a diferença numérica mais evidente na distribuição dos grupos no julgamento exproprioceptivo. Apesar de não apresentar nenhuma diferença estatística, é visível que pacientes com DP exibem uma maior irregularidade no comportamento deste julgamento, fato que não se repete no julgamento exteroceptivo, quando ambos os grupos se comportam de modo similar. A hipocinesia presente

na DP diminui o comprimento do passo, a amplitude de movimento e a força muscular dos indivíduos acometidos (DEMIRCI et al., 1997 STOLZE et al., 2004, VITÓRIO, 2010). Assim, a elevação do membro para essa população é uma tarefa mais desafiadora podendo dificultar a análise dos comprometimentos sensoriais e motores de forma distinta.

No presente trabalho, durante a tarefa de julgamento exproprioceptivo, os participantes tiveram informação do sistema visual, ou seja, podiam olhar para o alvo (degrau) e para o membro que estavam elevando durante toda a tentativa. O acoplamento das informações (visual e propioceptiva) interfere em como interagimos com o ambiente (ALMEIDA et al., 2005), com isso, a inexistência de diferenças estatisticamente significativas pode estar relacionada com o fato que os participantes podem ter otimizado as informações sensoriais recebidas, e principalmente, os pacientes com DP parecem ser capazes de suprir os déficits propioceptivos com a utilização de outros mecanismos de captação sensorial.

5. CONCLUSÃO

É possível concluir que ambos os grupos são estatisticamente semelhantes para as tarefas de julgamento exteroceptivo e exproprioceptivo. Entretanto, na análise descritiva dos comportamentos, o GE apresenta uma maior irregularidade na tarefa de julgamento exproprioceptivo, que pode estar diretamente relacionado com os déficits característicos da DP. Pacientes e idosos sadios jogam a altura do degrau visualmente (exteroceptivo) de forma semelhante, porém apresentam maior erro no degrau de maior altura (20cm), o que pode comprometer o planejamento prévio da ação motora.

Também foi possível concluir, a partir da inexistência de diferenças significativas para a tarefa de julgamento exproprioceptivo, que a disponibilidade de outra fonte de informação sensorial (visão), pode auxiliar na realização da tarefa, pois ocorre um acoplamento de sistemas que captam as informações do ambiente.

6. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Q. J.; FRANK J. S.; ROY, E. A.; JENKINS, M. E.; SPAULDING, S.; PATLA, A. E.; JOG, M. S., An evaluation of sensorimotor integration during locomotion toward a target in parkinson's disease. **Neuroscience**, v. 134, p. 283-293, 2005.
- BELL-KROTOSKI, J.; TOMANCIK, E. The repeatability of testing with Semmes-Wein/stein monofilaments. **The Journal of Hand Surgery**, Philadelphia, v. 12, n. 1, p. 155-161, 1987.
- BLANDINI, F.; NAPPI, G.; TASSORELLI, C.; MARTIGNONI, E. Functional changes of the basal ganglia circuitry in Parkinson's disease. **Progress in Neurobiology**, v. 62, p. 63-88, 2000.
- BORAUD, T.; BEZARD, E.; BIOULAC, B.; GROSS, C. E. Ratio of inhibited-to activated pallidal neurons decreases dramatically during passive limb movement in the MPTP treated monkey. **Journal of Neurophysiology**, v. 83, p. 1760-1763, 2000.
- BRUCKI, S. M. D.; NITRINI, R.; CARAMELLI, P. et al. Sugestões para o uso do Mini-Exame do Estado Mental no Brasil. **Arquivos de Neuropsiquiatria**, São Paulo, v. 61, n. 3-B, p. 777-781, 2003.
- CAVANAGH, P.R.; MULFINGER, L.M.; OWENS, A. How do the elderly negotiate stairs? **Muscle & Nerve**, New York, suppl, n. 5, p. S52-S55, 1997.
- CRUTCHER, M. D.; DELONG, M. R. Single cell studies of the primate putamen: I. Functional organization. **Experimental Brain Research**, v. 53, p. 233-243, 1984a.
- CRUTCHER, M. D.; DELONG, M. R. Single cell studies of the primate putamen: II. Relations to direction of movement and pattern of muscular activity. **Experimental Brain Research**, v. 53, p. 244-258, 1984b.
- DEMIRCI, M., GRILL, S., MCSHANE, L. AND HALLETT, M. A mismatch between kinesthetic and visual perception in Parkinson's disease. **Annals of Neurology**, v 4, p. 781-788, 1997.
- DELONG, M. R.; CRUTCHER, M. D.; GEORGOPOULOS, A. P. Primate globus pallidus and subthalamic nucleus: Functional organization. **Journal of Neurophysiology**, v. 53, p. 530-543, 1985.
- ESCOLA, L.; MICHELET, T.; DOUILLARD, G. et al. Disruption of the proprioceptive mapping in the medial wall of parkinsonian monkeys. **Annals of Neurology**, v. 52, p. 581-587, 2002.
- FABRÍCIO, S. C. C.; RODRIGUES, R. A. P. Percepção de idosos sobre alterações das atividades da vida diária após acidentes por queda. **Revista Enfermagem UERJ**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 4, p. 531-537, out/dez, 2006.
- FAHN, S.; ELTON, R. Members of the UPDRS. Development Comittee. The Unified Parkinson's disease rating scale. In: Fahn S, Marsden CD, Calne DB, Goldstein M. (Eds). **Recent Developments in Parkinson's Disease**, Florham Park NJ: Mcmellam Health Care Information, v. 2, p. 153-164, 1987.
- FERNÁNDES-DeL-OLMO, M.; ARIAS, P. e CUDEIRO-MAZAIRA. Facilitación de la actividad motora por estímulos sensoriales en la enfermedad de Parkinson. **Revista de Neurologia**, Barcelona, v. 39, n. 9, p. 841-847, 2004.
- GALNA, B.; MURPHY, A.T.; MORRIS, M.E. Obstacle crossing in people with Parkinson's disease: foot clearance and spatiotemporal deficits. **Hum Mov Sci.**25:843-852, 2010.

- GRAYBIEL, A. M. The basal ganglia: Learning new tricks and loving it. **Current Opinion in Neurobiology**, 15, 638–644, 2005.
- HOEHN, M.M.; YAHR, M.D. Parkinsonism: onset, progression and mortality. **Neurology**, Baltimore, v.17, p.573-581, 1967.
- JACOBS, J.V.; HORAK, F.B. Abnormal proprioceptive-motor integration contributes to hypometric postural responses of subjects with Parkinson's disease. **Neuroscience**, v. 141, p. 999-1009, 2006.
- JOHNSON, A.M.; ALMEIDA, Q.J.; STOUGH, C.; et al. Visual inspection time in Parkinson's disease: deficits in early stages of cognitive processing. **Neuropsychologia**.42:577–583, 2004.
- KEIJSERS, N. L. W.; ADMIRAAL, M. A.; COOLS, A. R.; BLOEM, B. R.; GIELEN, C. C. A. M. Differential progression of proprioceptive and visual information processing deficits in Parkinson's disease. **European Journal of Neuroscience** 21: 239–248, 2005
- KERRIGAN, D.C.; TODD, M.K.; CROCE, U.D.; LIPSITZ, L.A.; COLLINS, J.J. Biomechanical gait alterations independent of speed in the healthy elderly: evidence for specific limiting impairments. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, Chicago, v.79(3), p.317-322, 1998.
- KONCZAK, J.; CORCOS, D.M.; HORAK, F.; et al. Proprioception and motor control in Parkinson's disease. **Journal of Motor Behavior**. v. 41, p. 543-552, 2005.
- LEIGUARDA, R.; MERELLO, M.; BALEJ, J.; STARKSTEIN, S.; NOGUES, M.; MARSDEN, C. D. Disruption of spatial organization and interjoint coordination in Parkinson's disease, progressive supranuclear palsy, and multiple system atrophy. **Movement Disorders**, 15, 627–640, 2000.
- LUIZ, L.C; REBELATTO, J.R.; COIMBRA, A. M.V., RICCI, N.A.. Associação entre déficit visual e aspectos clínico-funcionais em idosos da comunidade. **Rev. bras. fisioter.**, São Carlos ,v. 13, n. 5, p. 444-450, out. 2009
- MARTENS, K.A.; ALMEIDA, Q. J. Dissociating between sensory and perceptual deficits in PD: more than simply a motor deficit. **Movement Disorders**, v. 27, p. 387–92, 2012.
- MIYASIKE-DASILVA, V.; ALLARD, F.; MCILROY, W.E. Where do we look when we walk on stairs? Gaze behavior on stairs, transitions, and handrails. **Exp. Brain Res.** v. 209, p. 73–83, 2011.
- MIYASIKE-DA-SILVA, V.; GOBBI, L. T. B. Percepção de dificuldade e comportamento locomotor de idosos ao descer de degraus de ônibus. **Motricidade**, Santa Maria da Feira/Pt, v. 1, n. 2, p. 96-105, 2005.
- MOORE, R.Y. Organization of midbrain dopamine systems and the pathophysiology of Parkinson's disease. **Parkinsonism & Related Disorders**, v. 9, p. S65-S71, 2003.
- MORRIS, E. M.; HUXHAM, F.; MCGINLEY, J.; DODD, K.; IANSEK, R. The biomechanics and motor control of gait in Parkinson disease. **Clinical Biomechanics**, Oxford, v.16, n. 6, p. 459-470, 2001.
- MORRIS, M.; 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, p.40-50, 2005.

- OLANOW, C. W. The scientific and clinical basis for the treatment of Parkinson disease. **Neurology**, Baltimore, v. 72, Suppl. 4, p. S1-S136, May 26, 2009.
- OSTROSKY, K.M.; VANSWEARINGEN, J.M.; BURDETT, R.G.; GEE, Z. A comparison of gait characteristics in young and old subjects. **Physical Therapy**, Alexandria, v.74(7), p.637-646, 1994.
- PATLA, A. E.; PRENTICE, S. D. & GOBBI, L. T. B. Visual control of obstacle avoidance during locomotion: strategies in young children, young and older adult. In: FERRANDEZ, A.; TEASDALE, N. (Eds.). **Changes in sensory-motor behavior in aging**. Amsterdam: Elsevier. 1996, p. 257-277.
- PATLA, A.E. How is human gait controlled by vision? **Ecol Psychol.**; v, 10, p. 287–302, 1998.
- PATLA, A.E. Where and when do we look as we approach and step over an obstacle in the travel path? **Neuroreport**.8: 3661–3665, 1997
- PESSIGLIONE, M.; GUEHL, D.; ROLLAND, A. S. et al. Thalamic neuronal activity in dopamine-depleted primates: Evidence for a loss of functional segregation within basal ganglia circuits. **Journal of Neuroscience**, 25, 1523–1531, 2005.
- PIERUCCINI-FARIA, F.; MENUCHI, M. R. T. P.; VITORIO, R. ET AL. Parâmetros sem efeito da levodopa: um estudo piloto. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 10, n. 2, p. 233-239, 2006.
- SAITO, M.; MARAYUAMA, M.; IKEUCHI, K.; KONDO, H.; ISHIKAWA, A.; YUASA, T.; TSUJI, S. Autosomal recessive juvenile parkinsonism. **Brain & Development**, Makiko Kaga, v. 22, p. S115-S117, 2000.
- SCHENKMAN, M. L. et al. Spinal movement and performance of standing reach task in participants with and without Parkinson's disease. **Physical Therapy**, Alexandria, v. 81, p. 1400-1411, 2001.
- STARTZELL, J.K.; OWENS, D.A.; MULFINGER, L.M. et al. Stair negotiation in older people: a review. **Journal of the American Geriatrics Society**, New York, v. 48, n. 5; p. 567–580, 2000.
- STOLZE, H.; KLEBE, S.; ZECHLIN, C.; et al. Falls in frequent neurological disease. Prevalence, risk factors and aetiology. **J Neurol**. v. 251, p. 79-84, 2004.
- TEIXEIRA-ARROYO, C. **Comportamento locomotor na doença de Parkinson: tarefas de subir e descer degraus**. 2010. Dissertação [Mestrado]. Rio Claro: UNESP, Instituto de Biociências, Departamento de Educação Física. 2010, 119 p.
- VANS JR, FLETCHER AE, WORLDMALED RP, NG ES, STIRLING S, SMEETH L. Prevalence of visual impairment in people aged 75 years and older in Britain: results from the MRC trial of assessment and management of older people in the community. **British Journal of Ophthalmology**, London, 86:795-800, 2002.
- VITÓRIO, R.; PIERUCCINI-FARIA, F.; STELLA, F.; GOBBI, S.; GOBBI, L. T. B. Effects of obstacle height on obstacle crossing in mild Parkinson's disease. **Gait & Posture**, Amsterdam, v.31, n.1, p. 143-146, 2010.
- VITÓRIO, R. et al. Visual cues and gait improvement in Parkinson's disease: which piece of information is really important? **Neuroscience**, v. 277, p. 273–280, 2014.

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.

ZIA, S.; FREDERICK, C.; O'BOYLE, D. Joint position sense is impaired by Parkinson's disease. **Ann Neurol**. v. 27, p. 218–228, 2000.