UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS - RIO CLARO

EDUCAÇÃO FÍSICA

GABRIEL ANTONIO GAZZIERO MORACA

RESPOSTAS POSTURAIS REATIVAS PREDIZEM QUEDAS EM PACIENTES COM DOENÇA DE PARKINSON?

Rio Claro
2019

GABRIEL ANTONIO GAZZIERO MORACA

RESPOSTAS POSTURAIS REATIVAS PREDIZEM QUEDAS EM PACIENTES COM DOENÇA DE PARKINSON?

Orientadora: Profa. Dra. Lilian Teresa Bucken Gobbi

Coorientador: Prof. Me. Victor Spiandor Beretta

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - Campus de Rio Claro, para obtenção do grau de Bacharel em Educação Física

Rio Claro
2019

M827r

Moraca, Gabriel Antonio Gazziero

Respostas posturais reativas predizem quedas em pacientes com doença de Parkinson? / Gabriel Antonio Gazziero Moraca. -- Rio Claro, 2019

35 f.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Educação Física) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, Rio Claro

Orientadora: Lilian Teresa Bucken Gobbi

Coorientador: Victor Spiandor Beretta

1. Educação Física. 2. Controle Motor. 3. Doença de Parkinson. 4. Predição de quedas. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Biociências, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente a Deus, por tudo que ocorreu na minha vida e por me capacitar a concluir essa jornada universitária bem desgastante mas ao mesmo tempo gratificante.

Aos meus pais Valéria e Rogério, por todo apoio dado ao longo dos anos, por terem se esforçado demais para me oferecer uma educação de qualidade ao longo de toda minha vida, e claro, por todo amor e carinho que ofereceram (e continuam oferecendo), além de sempre acreditarem no meu potencial. Só tenho a agradecer por tudo.

A minha avó Noely, por sempre estar comigo desde sempre, me ajudando desde os primeiros anos de escola até agora, sempre cuidando de mim com maior afeto, amor e carinho que alguém possa oferecer.

À Profa. Dra. Lilian Teresa Bucken Gobbi, orientadora, por ter aberto seu laboratório pra mim e meus amigos, abrindo a oportunidade de conhecermos o desconhecido da população: o mundo acadêmico. Agradeço toda a orientação e todos os conselhos (sejam eles acadêmicos ou sobre a vida) dados desde de a sua disciplina no 1º ano da graduação. Muito obrigado Lilian!

Ao Prof. Me. Victor Spiandor Beretta, coorientador, muito obrigado por todo o tempo que você se dispôs a me ajudar, agradeço todos os ensinamentos, dicas, puxões de orelha, brincadeiras, discussões, risadas... enfim, todas essas coisas me tornaram uma pessoa melhor e me fizeram crescer na área da pesquisa, obrigado Pexe!

Aos membros do LEPLO por todos esses anos de alegrias, discussões, risadas e brincadeiras, em especial ao Jet, cartoleiro nato que sempre me ajudou quando eu precisei, ao PC que foi essencial no início da minha vida acadêmica, as meninas Pri e Núbia pela paciência, por aguentarem minhas brincadeiras e por sempre estarem dispostas a me ajudar em tudo que eu precisei. Não posso esquecer do casal Rodrigo e Ellen que também contribuíram muito na minha vida seja na parte acadêmica ou pessoal. Enfim, só tenho a agradecer a todos que passaram pelo laboratório nesses anos, muito obrigado!

Aos meus amigos da graduação, Zé, Moretto e Prada por todas as risadas, rolês, brigas, treinos de futebol, conversas e pela parceria. Agradeço em especial Paola e Felipinho, por estarem comigo no meu dia a dia por todos esses anos, me dando conselhos, rindo à toa e sempre me mostrando o outro lado das coisas.

Em especial ao Belli, meu irmão de laboratório e graduação, por estar sempre comigo, seja nos dias bons ou ruins. Todas as nossas conversas, brigas, risadas, zueiras,

partidas de tênis, altinha, fifa, entre outras coisas, só me fizeram um ser humano melhor. Só tenho a agradecer!!

Ainda, gostaria de agradecer pelo financiamento via processo n° 2019/01203-9, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

RESUMO

A principal consequência dos comprometimentos motores da doença de Parkinson (DP) é o aumento da ocorrência de quedas. Quedas podem causar complicações severas, como: fraturas, diminuição da independência e podem levar o indivíduo a óbito. Dessa forma, a predição da ocorrência das quedas tem se mostrado importante, principalmente em populações que são mais afetadas pelas mesmas. Pacientes com DP demonstram maior deslocamento do centro de massa (CoM) e do centro de pressão (CoP), e atraso na recuperação da estabilidade após perturbação externa, o que está relacionado com a ocorrência de quedas. O comportamento do CoP nos ajustes posturais de pacientes com DP vem sendo analisado em situações com perturbação da postura para evidenciar as alterações no controle postural desses indivíduos. Porém, em nosso conhecimento, não está claro se a análise do comportamento do CoP em situações com perturbação pode predizer quedas em pacientes com DP. Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi analisar se o comportamento do CoP nas respostas posturais em situações com perturbações externas imprevisíveis é capaz de predizer quedas em pacientes com DP. Participaram do estudo 85 pacientes com DP. Foram realizadas avaliações clínicas (padrão ouro para a DP) e do controle postural após perturbação externa. Para avaliação do controle postural, os pacientes permaneceram em pé sobre uma plataforma de força que estava posicionada sobre o equipamento que provocou o deslocamento da base de suporte no sentido posterior (velocidade = 15cm/s e deslocamento = 5cm). A duração das tentativas foi de 20s e ocorreram perturbações externas em 5 das 15 tentativas de forma randômica. O comportamento do CoP foi analisado em dois janelamentos (momentos de perturbação e recuperação), sendo analisadas a amplitude de deslocamento e pico do posicionamento. Além disso, foram analisados o tempo para o pico e o tempo para recuperar a posição estável. A ocorrência de quedas foi registrada nos 12 meses subsequentes à avaliação do controle postural via contato telefônico e/ou entrevista pessoal. De acordo com o histórico de quedas, 29 pacientes reportaram ao menos uma queda no período de acompanhamento. Os pacientes foram distribuídos em dois grupos: não caidor (idade: 70,92 ± 9,11 anos; massa: 71,12 ± 11,54 kg; estatura: 161,69 ± 9,14 cm) e caidor (idade: 70,72 ± 7,45 anos; massa: 69,13 ± 9,49 kg; estatura: 161,23 ± 8,47 cm). Análise de curva ROC (*receiver operating characteristic*) foi utilizada para avaliar o desempenho das variáveis do CoP em predizer quedas no período de 12 meses. As variáveis identificadas com os melhores desempenhos em predizer quedas foram: amplitude de deslocamento (sensibilidade = 0,621; especificidade = 0,679) e pico do posicionamento do CoP (sensibilidade = 0,517; especificidade = 0,75), ambas no período de janelamento em relação à perturbação. A partir dos resultados, conclui-se que amplitude e pico do CoP na direção anteroposterior são preditores da ocorrência de quedas no período de 12 meses em pacientes com DP. Além disso, sugere-se que os déficits no controle postural que podem ocasionar quedas em pacientes com DP estão relacionados com a capacidade de conter uma perturbação.

Palavras-chave: Predição de quedas. Perturbação externa. Centro de pressão. Controle postural. Doenças neurodegenerativas.

ABSTRACT

The main consequence of the motor impairment of Parkinson's disease (PD) is the increased occurrence of falls. Falls can cause severe complications such as fractures, decreased independence and can lead to death. Thus, the prediction of the occurrence of falls has been important, especially in populations that are most affected by falls. Patients with PD showed greater displacement of the center of mass (CoM) and of the center of pressure (CoP), and delayed recovery of the stability after external perturbation, which is related to the occurrence of falls. The CoP behavior in the postural adjustments of patients with PD has been analyzed in situations with postural perturbation to evidence changes in postural control of these individuals. However, to our knowledge, it is not clear if the analysis of CoP behavior in perturbation situations can predict falls in patients with PD. Thus, the aim of the present study was to analyze if the behavior of CoP in postural responses in situations with unpredictable external perturbation is able to predict falls in patients with PD. Eighty-five patients with PD participated in the study, however, one patient was excluded from the analysis due to dementia. Clinical evaluations (gold standard for PD) and postural control after external perturbation were performed. For evaluation of postural control, patients remained standing on a force platform that was positioned on the equipment that induced the perturbation of the support base in the posterior direction (velocity = 15 cm/s and displacement = 5 cm). The duration of the trials was 20s and external perturbations occurred in 5 out of 15 trials randomly. The behavior of CoP was analyzed in two windows (regarding the moments of perturbation and recuperation), being analyzed the range of displacement and peak of positioning. In addition, the time to peak and the time to recover the stable position were analyzed. Falls were recorded within 12 months of postural control assessment via telephone contact and/or personal interview. According to the history of falls, 29 patients reported at least one fall in the follow-up period. The patients were splited into two groups: non-fallers (age: 70.92±9.11 years; body mass: 71.12±11.54 Kg; height: 161.69±9.14 cm) and fallers group (age: 70.72±7.45 years; body mass: 69.13±9.49 Kg; height: 163.23±8.47 cm). Receiver operating characteristic (ROC) analysis was used to evaluate the performance of CoP variables in predicting falls over a 12-month period. The variables identified with the best performance in predicting falls were: range of displacement (sensitivity = 0.621; specificity = 0.679) and the peak of CoP positioning (sensitivity = 0.517; specificity = 0.75), both in the windowed period in relation to the perturbation. From the results, it can be concluded that the range and peak of CoP in the anteroposterior direction are possible predictors of 12-month falls in patients with PD. In addition, it appears that the deficits in the postural control of the patients with PD that could lead to falls are related to the ability to contain a perturbation.

Key-words: Prediction of falls. External perturbation. Center of pressure. Postural control. Neurodegenerative diseases.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 7
1.1 Objetivo 12
2 MATERIAIS E MÉTODO 13
2.1 Desenho experimental e participantes 13
2.2 Avaliações clínicas 13
2.3 Avaliação do controle postural 14
2.4 Análise da ocorrência de quedas 15
2.5 Análise dos ajustes reativos 16
2.6 Parâmetros e análise do CoP 17
2.7 Análise estatística 17
3 RESULTADOS 19
3.1 Ocorrência de quedas 19
3.2 Predição de quedas 19
3.3 Classificação das quedas reportadas 22
4 DISCUSSÃO 23
5 CONCLUSÃO 26
REFERÊNCIAS 27
APÊNDICE A – CURVAS ROC DAS VARIÁVEIS QUE NÃO PREDIZERAM QUEDAS. PICO EM RELAÇÃO À RECUPERAÇÃO (a); TEMPO PARA O PICO (b) E TEMPO PARA RECUPERAÇÃO DA POSIÇÃO ESTÁVEL (c)..... 33
ANEXO A – MINI EXAME DO ESTADO MENTAL 34
ANEXO B – UNIFIED PARKINSON'S DISEASE RATING SCALE 35

1 INTRODUÇÃO

Em projeção realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE - 2018) é apontado que o Brasil é composto por mais de 209 milhões de habitantes dos quais aproximadamente 20 milhões são idosos (indivíduos acima de 65 anos), podendo alcançar 39 milhões em 2040. O envelhecimento é um processo que ocorre com o passar do tempo, ocasionando a diminuição na funcionalidade dos sistemas nervoso e esquelético e eventualmente à morte (SPIDUSO; FRANCIS; MACRAE, 2005). Por ser um processo progressivo e dinâmico, as alterações morfológicas, fisiológicas e psicológicas juntamente com fatores extrínsecos, como nível de atividade física e tabagismo, podem ocasionar ao indivíduo limitações para a realização das atividades de vida diária, diminuindo significativamente a sua qualidade de vida (PRADO; BARRETO; GOBBI, 2013). Complicações oriundas do processo de envelhecimento, como perda de mobilidade e flexibilidade, diminuição de força, declínio cognitivo e alterações na postura, se relacionam com a capacidade de controlar a postura, e consequentemente, com um maior número de quedas nessa população (CHRISTOFOLETTI et al., 2006; SILVEIRA et al., 2010). Além das alterações causadas pelo processo de envelhecimento, esses declínios são ainda mais evidentes em populações com desordens neurológicas, como a doença de Parkinson (DP). Ainda, devido ao aumento do número de idosos e da expectativa de vida da população, espera-se que o número de idosos com doenças neurodegenerativas também aumente, entre elas a DP.

A DP é a segunda doença neurodegenerativa mais prevalente no mundo atrás apenas da doença de Alzheimer, que acomete 0,3% da população mundial (DE LAU & BRETELER, 2006). Mais especificamente para o Brasil, a DP atinge 3,3% da população acima dos 64 anos (BARBOSA et al., 2006). A DP é uma doença crônica, progressiva e neurodegenerativa, caracterizada pela degeneração dos neurônios dopaminérgicos localizados nos núcleos da base, mais precisamente na substância negra parte compacta, sendo a dopamina um neurotransmissor que regula a atividade do córtex motor (OLANOW; STERN; SETHI, 2009; SAITO et al., 2000). Esta degeneração resulta em um desequilíbrio dos sinais excitatórios e/ou inibitórios que os núcleos da base enviam a outras estruturas cerebrais como o tálamo, núcleo pedúnculo pontino, formação reticular ponto-medular e o córtex motor, resultando em uma hipoatividade dessas estruturas (PETERSON; DIJKSTRA; HORAK, 2016). Devido a esse desequilíbrio, comprometimentos motores característicos são evidenciados em pacientes com DP (PETERSON; DIJKSTRA; HORAK, 2016), entre eles a bradicinesia, tremor de repouso, rigidez e instabilidade postural (NUTT, 2001; TAKAKUSAKI et al., 2004; WATERS, 2008).

A bradicinesia se refere a lentidão dos movimentos e é o traço clínico mais característico dos pacientes com DP (JANKOVIC, 2008). O tremor de repouso é o sintoma mais fácil de ser verificado e reconhecido da DP, possui como característica uma frequência de 4 a 6 Hz e seu início acontece de maneira unilateral (JANKOVIC, 2008). A rigidez na DP se caracteriza pelo fenômeno de "roda-dentada" nos movimentos das articulações e pode ocorrer proximal ou distalmente, devido ao aumento da resistência muscular (JANKOVIC, 2008). A instabilidade postural está relacionada com a sustentação do equilíbrio e com a dificuldade de controlar a postura, geralmente ocorrendo após o aparecimento de outras características clínicas da DP. (JANKOVIC, 2008).

O controle postural é uma habilidade motora complexa que envolve a interação de vários processos sensório-motores (HORAK et al., 2006). Há dois componentes do controle postural: a orientação postural e o equilíbrio. A orientação postural envolve o controle da posição dos segmentos corporais em relação ao ambiente, como o alinhamento corporal. O equilíbrio se relaciona com a interação entre as forças internas e externas buscando manter o centro de massa (CoM) dentro do limite de estabilidade na base de suporte. Para isso, é necessário o controle e integração sensório-motora adequada (HORAK et al., 1996, 2006). O CoM é um ponto que representa a posição média da massa corporal total, uma grandeza que indica o balanço do corpo no espaço, e sua localização é dependente da orientação espacial (MACPHERSON; HORAK, 2014). Outro componente importante para a manutenção do equilíbrio é o centro de pressão (CoP), considerado como o centro de distribuição das forças aplicadas no solo (MOCHIZUKI & AMADIO, 2003; SPAEPEN; VRANKEN; WILLEMS, 1997). O CoP tem como objetivo controlar o deslocamento do CoM buscando seu posicionamento dentro dos limites de estabilidade da base de suporte (MOCHIZUKI & AMADIO, 2003). O deslocamento do CoP é maior e sua velocidade é mais rápida em pacientes com DP quando comparado com indivíduos saudáveis (GANDOLFI et al., 2018). A velocidade do corresponde a rapidez com que o CoP oscila, isto é entendido como um regulador de atividade que busca o equilíbrio para manter o controle vertical da postura. Além disso, estudos indicaram que a velocidade média do CoP é um parâmetro confiável para apontar diferenças no controle postural entre pacientes com DP caidores e não caidores (LAFOND et al.,2004; LIN et al., 2008), sendo que maior velocidade do CoP aumenta a instabilidade, principalmente em pacientes caidores (SUARÉZ et al., 2008). Ainda, o maior deslocamento do CoP, principalmente na direção médio-lateral, vem sendo associado com o aumento no risco de quedas (FRENKLACH et al., 2009).

Alguns estudos têm destacado alteração no controle postural em idosos com DP por meio do comportamento do CoP em situações estáticas e com perturbações externas (HORAK et al.,

2005; BARBIERI et al., 2016; BERETTA et al., 2015; JEHU & NANTEL, 2018; PAOLUCCI et al., 2018). Pacientes com DP apresentam maior assimetria no controle postural (BARBIERI et al., 2016; BERETTA et al., 2015) e menor velocidade do CoP na direção anteroposterior (AP) (JEHU & NANTEL) em situações estáticas se comparado a idosos neurologicamente sadios. As perturbações externas fazem parte das atividades de vida diária das pessoas, como na freada de um veículo em movimento, sendo que para a manutenção do equilíbrio nessas situações é necessário envolvimento de ajustes posturais reativos.

Os ajustes reativos são desencadeados por sinais sensoriais, principalmente somatossensorial, e tem como objetivo principal conter uma perturbação e restaurar a posição corporal após o desequilíbrio (CARPENTER; BLOEM, 2011). Os ajustes posturais reativos respondem a perturbações externas por meio de 4 estratégias: de tornozelo; do quadril; suspensória e do passo. A estratégia de tornozelo é utilizada em perturbações de pequena magnitude e em superfície estável, sendo que nessa estratégia ocorre o movimento, em bloco, da cabeça, tronco e quadril sobre as articulações do tornozelo, iniciando com a ativação dos músculos distais: gastrocnêmio em resposta à inclinação para frente e tibial anterior em resposta à inclinação do corpo para trás (SCHONEBURG et al., 2013). A estratégia do quadril é empregada em perturbações de magnitude intermediária e sobre superfície de suporte precária, onde há rápida flexão do quadril, o tronco e a cabeça se movem em direções opostas e os braços auxiliam na recuperação do equilíbrio (SCHONEBURG et al., 2013). Na estratégia suspensória o centro de gravidade (CoG) se desloca em direção à base de suporte por meio da flexão dos membros inferiores ou um movimento de agachamento, sendo utilizada quando há necessidade de associar mais estabilidade e mobilidade (ALLISON & FULLER, 2004). Na estratégia do passo, empregada em perturbações de grande magnitude, o indivíduo realiza um ou mais passos e movimenta os braços visando restabelecer uma nova base de suporte para evitar quedas (ALLISON & FULLER, 2004; SCHONEBURG et al., 2013). Esses ajustes são evidenciados principalmente em situações com perturbação externa inesperada, onde os indivíduos não são capazes de predizer a perturbação, impossibilitando o auxílio dos ajustes posturais antecipatórios (VISSER et al., 2010).

Déficits nos ajustes posturais reativos em situações com perturbações externas são evidenciados em idosos, como a alteração na sinergia muscular e a lentidão na resposta (STELMACH et al., 1992; DIMITROVA et al., 2004; FREITAS et al., 2010). O atraso na resposta prejudica a recuperação do equilíbrio nessas situações, aumentando o deslocamento do CoM (JÚNIOR, 2003). Com isso, o indivíduo não consegue realizar a correção postural em tempo hábil, aumentando o risco de cair (HENRY et al., 1998; DIMITROVA et al., 2004).

Além disso, idosos apresentam atividade muscular com menor intensidade logo após a perturbação, e em sua maioria, um padrão de ativação muscular diferente dos adultos jovens, com um aumento no tempo do início das respostas musculares e alterações de amplitude envolvendo músculos sinergistas (WOOLLACOTT; SHUMWAY-COOK; NASHNER, 1986).

Já em pacientes com DP, respostas reativas têm demonstrado inflexibilidade do Sistema Nervoso Central (SNC) em controlar os músculos de maneira adequada (HORAK et al., 1992), apresentando dificuldade de alterar os padrões de respostas posturais (CHONG et al., 1999) e ativação muscular anormal, caracterizada pelo aumento na coativação entre os músculos agonista e antagonista (BLOEM, 1992). Ainda, pacientes com DP apresentam menor margem de estabilidade postural, observada pelo comportamento do CoM e CoP, na oscilação do corpo para trás se comparado à outras direções, sugerindo maior vulnerabilidade a quedas no sentido posterior, independente da largura da base de suporte (diferença entre o pico do CoP e o pico do CoM) (HORAK; NUTT; DIMITROVA, 2005). Dessa forma, o alargamento da base de suporte parece não ser uma boa estratégia para evitar quedas no sentido posterior. Além disso, Nanhoe-Mahabier e colaboradores (2012) observaram que idosos com DP apresentam uma taxa de habituação à perturbação mais lenta e uma instabilidade maior na primeira tentativa, sendo demonstrada pelo maior deslocamento do CoM. Essas alterações na capacidade das respostas posturais podem aumentar ainda mais o risco de quedas nessa população (VISSER et al., 2010).

A ocorrência de quedas é cerca de 2 a 3 vezes maior em pacientes com DP do que em idosos neurologicamente sadios (BLOEM et al., 2004; PICKERING et al., 2007). Aproximadamente 30% de idosos neurologicamente sadios provenientes de países ocidentais apresentam pelo menos uma queda no período de 1 ano, enquanto que em idosos com DP esse percentual é ainda maior, podendo chegar em 68% (RUBENSTEIN & JOSEPHSON, 2006; WOOD et al., 2002). Além disso, aproximadamente 50% dos idosos com DP caidores relatam quedas recorrentes (WOOD et al., 2002). As principais causas de quedas em pacientes com DP são: desequilíbrios durante o andar, tropeços em obstáculos (BLOEM et al., 2004; STOLZE et al., 2004) e comprometimentos no controle postural (BLOEM et al., 2001; BENATRU; VAUGOYEAU; AZULAY, 2008). Em relação à análise de quedas em situações com perturbação externa, pacientes com DP com histórico de ocorrência de quedas demonstraram maior tempo para recuperar a posição estável após perturbação inesperada quando comparados aos pacientes não caidores (BERETTA et al., 2017). Dessa forma, essa permanência por mais tempo em posição instável parece aumentar o risco de queda nessa população. Além disso, essa variável apresentou uma alta relação com o número de quedas (BERETTA et al., 2017). A ocorrência de quedas pode causar problemas diversos, como: fraturas, medo de quedas,

diminuição da funcionalidade e mobilidade, déficits na realização das atividades de vida diária e diminuição da independência (BLOEM et al., 2001; ADKIN; FRANK; JOG, 2003; SATO, KIKUYAMA; OIZUMI, 1997). Além disso, o aumento da incidência de quedas provoca elevados gastos com serviços de saúde, tendo alcance de aproximadamente 19 bilhões de dólares anuais (STEVENS et al., 2006), e podem levar o paciente com DP a óbito (BLOEM et al., 2001). Dessa forma, diversos estudos vêm buscando encontrar possíveis características para predizer quedas nessa população.

O estudo de Wood et al (2002) evidenciou alguns preditores de quedas em pacientes com DP como a duração da doença, quantidade de quedas anteriores e demência. Ainda, uma combinação de medidas clínicas específicas da DP, como a *Unified Parkinson's Disease Rating Scale* (UPDRS) e o Questionário de Congelamento da Marcha, com testes de mobilidade funcional e equilíbrio, como por exemplo: permanecer em pé em cima de uma espuma com olhos abertos e o teste ''Timed Up and Go'', são bons preditores de quedas (KERR et al., 2010). Já o estudo de Gervasoni e colaboradores (2015) sugere que a velocidade de balanço do corpo e a performance nas atividades da vida diária são capazes de predizer a recorrência de quedas em idosos com DP. Além disso, a Escala de Equilíbrio Funcional de Berg e o *Balance Evaluation Systems Test* apresentaram altos índices de desempenho (sensibilidade = 79% e especificidade = 86%; sensibilidade = 93% e especificidade = 84%, respectivamente) na predição de quedas nessa população (DUNCAN et al., 2012). Ainda, dois estudos recentes do nosso grupo analisaram o comportamento do CoP na predição de quedas em pacientes com DP no controle postural (BERETTA et al., 2018) e no andar (CONCEIÇÃO et al., 2019). Estes estudos indicaram que a velocidade média AP do CoP, principalmente em tarefas posturais mais desafiadoras, pode ser um parâmetro sensível para identificar pacientes com DP caidores (75% de predição em classificar pacientes com DP como caidores e não caidores), sendo que a maior assimetria na postura resulta em maior número de quedas (BERETTA et al., 2018), e que a amplitude e velocidade médio-lateral (ML) do CoP (sensibilidade = 70% e especificidade = 81,2%; sensibilidade = 90% e especificidade = 75%, respectivamente) no andar durante a ultrapassagem de obstáculos parecem ser bons preditores de quedas nessa população.

Alterações no controle postural de pacientes com DP são evidenciadas principalmente em situações dinâmicas, como após perturbação externa da postura (HORAK; NUTT; DIMITROVA, 2005; BERETTA, 2017), sendo demonstrada que essas alterações possuem relação com o aumento da ocorrência de quedas nessa população (VISSER et al., 2010). Entretanto, em nosso conhecimento, até o presente momento, não está claro na literatura se as alterações no controle postural reativo em situações com perturbação externa por meio da

análise do comportamento do CoP podem ser possíveis preditoras de quedas em pacientes com DP.

1.1 Objetivo

Dessa forma, o objetivo desse estudo será analisar se o comportamento do CoP nas respostas posturais em situação com perturbação externa é capaz de predizer quedas em pacientes com DP. As hipóteses desse estudo são que a maior amplitude do CoP no janelamento em relação a perturbação pode ser uma possível preditora de quedas em pacientes com DP no período de 12 meses, e que o maior tempo para recuperar a posição estável também seja uma variável preditora de quedas nessa população (BERETTA et al., 2017).

2 MATERIAIS E MÉTODO

2.1 Desenho experimental e participantes

O presente projeto é um estudo prospectivo que utilizou dados coletados nos anos de 2016 e 2017, referentes a um projeto de mestrado já finalizado, e informações do banco de dados do Laboratório de Estudos da Postura e da Locomoção (LEPLO). Todos os dados coletados tiveram a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", campus de Rio Claro (CAAE: 52534316.1.0000.5465) e os procedimentos experimentais da avaliação do controle postural, referentes ao projeto de mestrado já finalizado (BERETTA, 2017) foram realizados nas dependências do LEPLO, da Universidade referida acima. Após fornecerem consentimento, os idosos foram convidados a realizarem as avaliações descritas a seguir.

Oitenta e seis pacientes com DP foram selecionados do banco de dados do Programa de Atividade Física para pacientes com doença de Parkinson (PROPARKI – UNESP Rio Claro). Os critérios de inclusão estabelecidos para a amostra foram: (i) pacientes que apresentarem diagnóstico da DP realizada por um neurologista particular, segundo critérios internacionais e a confirmação do diagnóstico da doença idiopática segundo critérios determinados pelo Banco de Cérebro de Londres (HUGHES et al., 1992); (ii) idade igual ou superior à 60 anos; (iii) não apresentar histórico de problemas ortopédicos e de visão que impossibilitem o cumprimento do protocolo experimental. Os critérios de exclusão estabelecidos para a amostra foram: (i) pacientes com DP que apresentarem a doença em estágio acima de 3 na escala Hoehn & Yahr (H&Y), pois acima deste estágio há restrições motoras incapacitantes e padrões muito diferentes dos estágios anteriores e; (ii) demência (<20 pontos no Mini Exame do Estado Mental – MEEM - BRUCKI et al., 2003). Para as avaliações clínicas e do controle postural, os idosos foram avaliados em estado "ON" da medicação específica da doença (entre 45 e 60 minutos após a ingestão do medicamento).

2.2 Avaliações clínicas

Uma anamnese foi aplicada nos pacientes com o objetivo de coletar dados do histórico clínico, cognitivo, medicamentoso e tempo de diagnóstico da DP. Além disso, avaliações clínicas consideradas padrão-ouro para a DP foram realizadas e utilizadas no presente projeto, como a UPDRS (FAHN; ELTON, 1987), a escala de H&Y (HOEHN; YAHR, 1967; versão

adaptada por SCHENKMAN et al., 2001) e o MEEM (BRUCKI et al., 2003). A UPDRS foi utilizada para identificar o grau de acometimento da doença por meio das seguintes subescalas: I – Estado mental, humor e comportamento; II – Atividades da vida diária; III – Exame de motricidade. O estado geral de acometimento da doença de cada paciente foi conhecido pela pontuação obtida, sendo que, quanto maior for a pontuação, maior será o grau de acometimento do paciente. A escala de H&Y foi utilizada para identificar o estágio evolutivo da doença A partir desta escala, é possível classificar o paciente em 7 estágios: estágio 1: caracterizado pela DP unilateral; estágio 1,5: caracterizado pelo envolvimento unilateral e axial; estágio 2: a DP é bilateral sem alterações no equilíbrio; estágio 2,5: a DP é bilateral com recuperação nos testes envolvendo equilíbrio; estágio 3: a DP é caracterizada como leve/moderada bilateral, com alguma instabilidade postural e independência física; estágio 4: o paciente já apresenta incapacidade grave mas ainda é capaz de andar e levantar sem precisar de ajuda; estágio 5: necessidade de usar cadeira de rodas. Além disso, o MEEM foi utilizado para rastreio da condição cognitiva dos pacientes (BRUCKI et al., 2003). O MEEM é composto por questões tipicamente agrupadas em sete categorias: orientação para tempo, orientação para local, registro de palavras, atenção e cálculo, lembrança de palavras mencionadas, linguagem e capacidade construtiva visual. A pontuação do instrumento varia entre 0 a 30 pontos, sendo que quanto maior a pontuação obtida, menor é o comprometimento cognitivo.

2.3 Avaliação do controle postural

Em relação a tarefa de perturbação externa da postura, o paciente permaneceu sobre uma plataforma de força em posição bipodal com os pés paralelos a uma distância similar à largura pélvica e descalços. A plataforma de força foi posicionada sobre o equipamento RC – SLIDE que realizou a perturbação da postura por meio da translação da base de suporte no sentido posterior (BERETTA, 2017). O equipamento RC – SLIDE compõe-se de uma placa de aço 50x50 cm que percorre um trilho de medindo 12 cm de comprimento ajustável com potenciômetro (Figura 1). O equipamento foi calibrado antes do início da avaliação de cada participante para garantir a mesma intensidade (15 cm/s de velocidade e 5 cm de deslocamento) em todas as tentativas e para todos os indivíduos. Foi informado ao paciente que o mesmo permanecesse relaxado e o mais parado possível sobre a plataforma de força e com o olhar fixo em um alvo posicionado aproximadamente a 1 m de distância e na altura dos olhos do indivíduo. Quinze tentativas foram realizadas, das quais ocorreram perturbação em apenas 5, totalmente randomizadas, para garantir que as perturbações fossem imprevisíveis. As tentativas tiveram

duração de 20 segundos, sendo que a perturbação ocorreu de maneira randômica entre 5 e 15 segundos do início da tentativa. Além disso, houve entre cada tentativa um intervalo de aproximadamente 1 minuto para preparar os equipamentos e para movimentação do participante (evitando uma permanência prolongada do indivíduo na mesma posição estática).

Para garantir a segurança durante a avaliação do controle postural, os pacientes utilizaram um equipamento arnês composto por um cinto de segurança modelo "paraquedista" (CARBOGRAFITI CG 700/750), acoplado a um trava quedas retrátil (CARBOGRAFITI CG 500N). Um sistema de polias preso no teto foi utilizado para fixar o trava quedas, impedindo que o participante caia após as perturbações (BERETTA, 2017).

Figura 1 – Equipamento RC – Slide para perturbação externa postura sob a plataforma de força.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

2.4 Análise da ocorrência de quedas

Para avaliação da ocorrência de quedas, foram analisados dados do acompanhamento prospectivo semanal por um período de 12 meses após o término das avaliações do controle postural (WOOD et al., 2002), a partir das informações do banco de dados do LEPLO. Foi considerado como queda, o deslocamento não intencional do corpo para uma posição inferior a inicial sem a capacidade de correção em tempo hábil (SIQUEIRA et al., 2007).

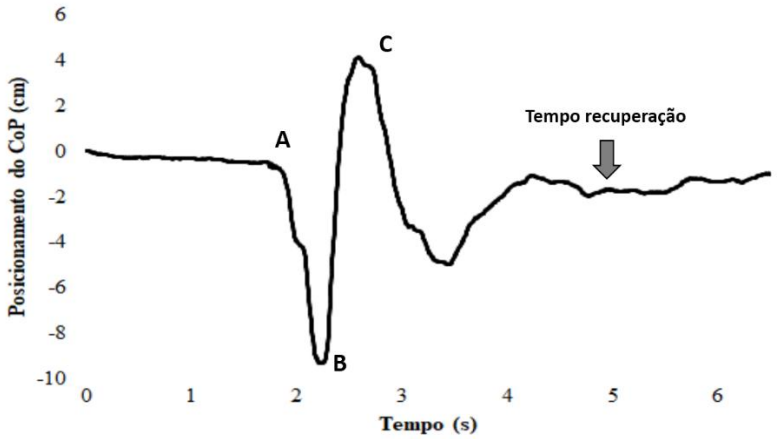
Os pacientes foram informados sobre a definição de queda e foram instruídos a relatar, semanalmente, qualquer queda. Um avaliador treinado fez o registro por meio de entrevista pessoal ou por meio de contato telefônico. No período de acompanhamento, as quedas registradas nos pacientes com DP foram classificadas seguindo algumas características: (i) Local (ambiente doméstico interno; ambiente doméstico externo; comunidade); (ii) estado do medicamento (efeito satisfatório; efeito insatisfatório); (iii) período do dia (manhã; tarde; noite); (vi) causas (tropeço; colisões e empurrões; desequilíbrio sem causa evidente;

escorregões; episódios de *freezing*; outra ou sem classificação); (v) ferimentos (nenhum; hematomas e dor localizada; lacerações da pele; deslocamento articular; fraturas; (vi) necessidade de atendimento médico (sim; não).

2.5 Análise dos ajustes reativos

Na análise do CoP, os dados foram coletados por um período de janelamento total de 2000 ms antes da perturbação até o final da tentativa. Os ajustes reativos foram analisados por um período de dois janelamentos: período entre o início da atividade do CoP e o pico negativo do posicionamento do CoP, e outro janelamento com período entre o início da atividade do CoP e o pico positivo do posicionamento do CoP (demonstrados na Figura 2). O início da atividade do CoP foi determinado como o momento onde o sinal do posicionamento do CoP foi maior que a média mais duas vezes o desvio-padrão do período de base de 750 a 500 ms antes da perturbação (BERETTA et al., 2019). Para determinar o início da perturbação foi utilizado um acelerômetro (Trigno™Wireless System Delsys, Inc.) com frequência de coleta de 148.15 Hz posicionado na plataforma de força. A figura 2 apresenta os pontos de interesse (janelamentos) utilizados para a análise do comportamento do CoP, sendo o início da atividade do CoP (A), análise da capacidade de conter a perturbação (B) e análise da capacidade de recuperar a estabilidade (C).

Figura 2 – Representação dos pontos de interesse do posicionamento do CoP nas respostas posturais: A) o início da atividade do CoP; B) análise da resposta em relação à perturbação; e C) análise em relação à recuperação da resposta.



Fonte: Adaptada de Beretta et al., 2019.

2.6 Parâmetros e análise do CoP

Uma plataforma de força (AccuGait, Advanced Mechanical Technologies, Boston, MA) de 50 x 50 cm, com frequência de coleta de 200 Hz posicionada sobre o equipamento de perturbação foi utilizada para aquisição do CoP.

Os parâmetros do CoP (DUARTE; FREITAS, 2010; BERETTA, 2017) analisados no sentido AP em cada janelamento (descrito acima) foram a amplitude do deslocamento do CoP (diferença entre o maior e menor valor do posicionamento do CoP) e o pico do CoP (valor máximo do posicionamento do CoP). Além disso, parâmetros temporais analisados por meio do comportamento do CoP sem levar em consideração os períodos de janelamento foram o tempo para o pico (intervalo de tempo entre o início da atividade do CoP e o valor máximo do posicionamento do CoP) e o tempo de recuperação da posição estável (intervalo entre o início da atividade do CoP e o momento de estabilização do posicionamento do CoP – BERETTA et al., 2019). O momento de recuperação da posição estável foi determinado pelo instante em que a variabilidade do CoP após a perturbação foi menor ou igual a variabilidade do CoP no período de base (determinado como um segundo antes do início da perturbação). A análise e determinação dos pontos foram realizadas por um algoritmo semiautomático desenvolvidos em ambiente Matlab™ (Mathworks, Natick, MA). Para mais detalhes dos cálculos ver Beretta et al. (2019).

2.7 Análise estatística

A estatística descritiva (média ± desvio padrão) foi empregada para a apresentação das variáveis de caracterização dos pacientes com DP. O programa SPSS 22.0 (SPSS, Inc.) foi utilizado para o tratamento estatístico e o nível de significância foi mantido em 0,05 para todas as análises. Os dados de caracterização (idade, massa corporal, estatura e tempo da doença) dos grupos foram comparados por meio do Testes t de Student para amostras independentes. Além disso, testes U de Mann-Whitney foram empregados para comparação do MEEM e da UPDRS III entre os grupos.

A análise de curva ROC (*receiver operating characteristic*) foi utilizada para avaliar o desempenho das variáveis do CoP durante a perturbação postural em predizer quedas em pacientes com DP no período de 12 meses. Os pacientes que apresentaram ao menos uma queda no período foram classificados como caidores. Foram calculados os valores de sensibilidade, especificidade e área sob a curva. A sensibilidade representa a probabilidade de identificar

corretamente os pacientes caidores. A especificidade representa a probabilidade de identificar corretamente os pacientes não caidores. A área sob a curva representa o desempenho geral da variável na predição testada. Os valores obtidos para a sensibilidade, especificidade e área sob a curva variam de 0 a 1, sendo que quanto mais próximo de 1, melhor é a variável testada. O ponto de corte foi determinado pelo algoritmo que identificou o ponto mais próximo ao ponto ideal (sensibilidade e especificidade iguais a 1) (CONCEIÇÃO et al., 2019).

3 RESULTADOS

A tabela 1 apresenta os dados de caracterização dos grupos. Um indivíduo foi excluído da amostra por apresentar demência (pontuação inferior à 20 no MEEM). Dessa forma, a amostra final foi composta por 85 pacientes com DP Os grupos não apresentaram diferenças significativas para as variáveis de caracterização da amostra.

Tabela 1 – Características antropométricas, clínicas e cognitivas dos pacientes com DP de ambos os grupos.

Grupos	**Não caidor (n = 56)**	**Caidor (n = 29)**	**Valor de p**
Gênero (M/F)	25/31	12/17	na
Idade (anos)	70,92 ± 9,11	70,72 ± 7,45	0,917
Massa (kg)	71,12 ± 11,54	69,13 ± 9,49	0,433
Estatura (cm)	161,69 ± 9,14	161,23 ± 8,47	0,825
MEEM (0-30)	27,35 ± 2,43	27,03 ± 1,88	0,202
UPDRS III (0-108)	26,87 ± 10,61	26,48 ± 10,95	0,817
H&Y (1/1,5/2/2,5/3)	3/6/28/18/1	0/4/16/7/2	na
Tempo de DP (anos)	4,46 ± 3,39	4,56 ± 2,27	0,898

M: masculino; F: feminino; MEEM: Mini Exame do Estado Mental; UPDRS III: *Unified Parkinson's Disease Rating Scale*; H&Y: Hoehn & Yahr; na: não aplicável.

3.1 Ocorrência de quedas

No total, foram registradas 68 quedas dos pacientes com DP. Vinte e nove pacientes com DP (aproximadamente 34%) apresentaram ao menos uma queda, e cinquenta e seis pacientes (aproximadamente 66%) não apresentaram quedas durante o período de acompanhamento. Além disso, nove pacientes (aproximadamente 31%) apresentaram recorrência de quedas (duas ou mais) no período de acompanhamento.

3.2 Predição de quedas

A tabela 2 apresenta os valores das variáveis do CoP após perturbação externa dos grupos não caidor e caidor. Os dados referidos são apenas para informações adicionais. Dessa forma, não foram realizados testes estatísticos devido a esse não ser o objetivo do presente estudo. A tabela 3 apresenta os valores adquiridos na análise ROC sobre o desempenho individual das variáveis do CoP na predição de quedas em pacientes com DP no período de 12 meses após as

avaliações posturais. As variáveis que foram identificadas com os melhores desempenhos de predizer quedas em pacientes com DP foram a amplitude de deslocamento e o pico do posicionamento do CoP, ambas no período de janelamento em relação à perturbação (Figura 3). Além disso, houve uma tendência na capacidade de predizer quedas em pacientes com DP da amplitude do CoP no período de janelamento em relação à recuperação.

Tabela 2 – Médias e desvios-padrão das variáveis do CoP após perturbação externa dos grupos não caidor e caidor.

Variáveis do CoP	**Não caidor (n = 56)**	**Caidor (n = 29)**
Amp_Pert (cm)	6,80 ± 1,04	7,57 ± 1,27
Amp_Rec (cm)	9,99 ± 2,94	11,0 ± 2,98
Pico_Pert (cm)	7,24 ± 1,22	7,97 ± 1,48
Pico_Rec (cm)	2,64 ± 2,10	3,01 ± 1,91
Tempo_Pico (s)	0,30 ± 0,11	0,26 ± 0,04
Tempo_Rec (s)	3,10 ± 0,58	3,03 ± 0,51

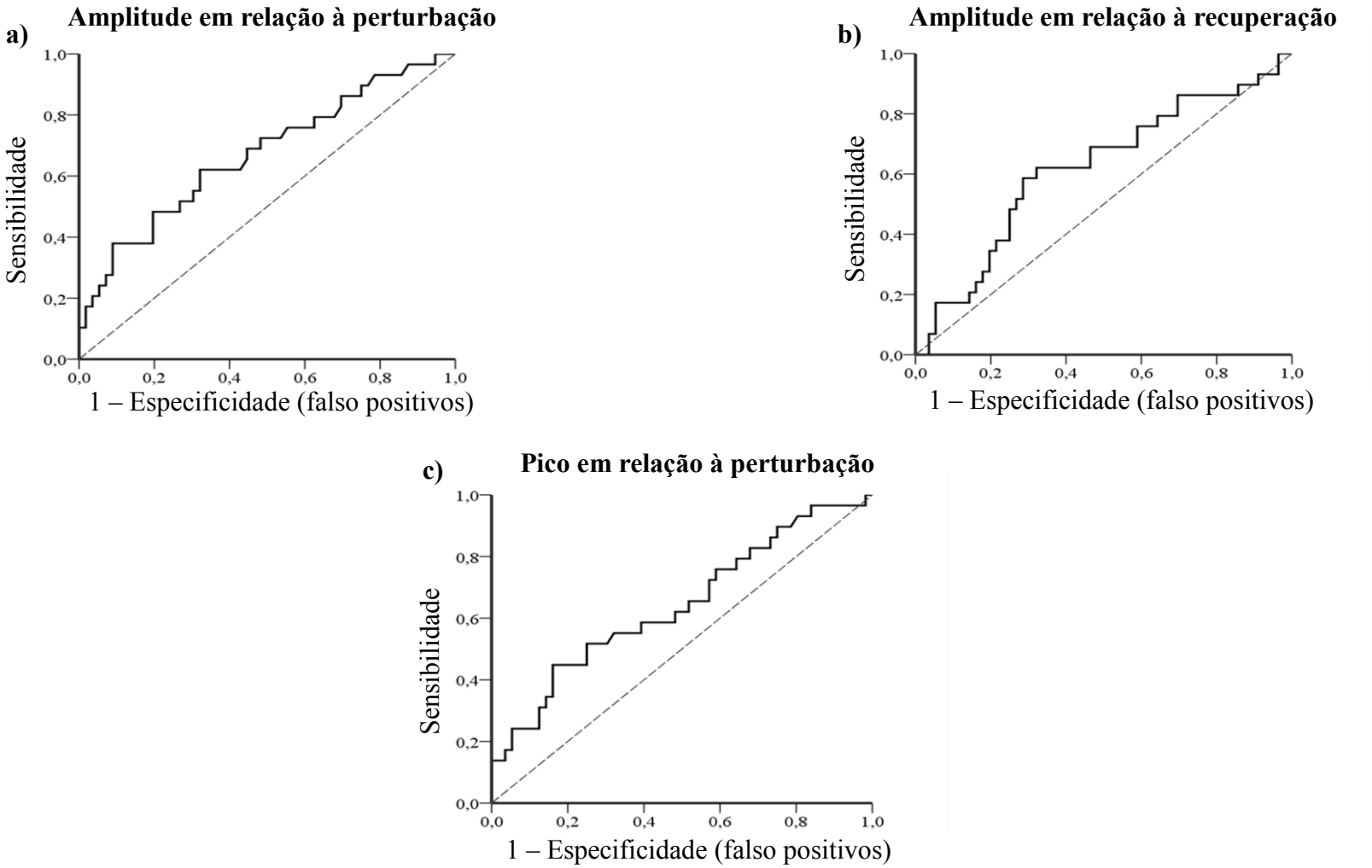
Amp_pert: amplitude em relação à perturbação; Amp_rec: amplitude em relação à recuperação; Pico_pert: pico em relação à perturbação; Pico_rec: pico em relação à recuperação; Tempo_pico: tempo para o pico; Tempo_rec: tempo para recuperação da posição estável.

Tabela 3 – Valores da análise ROC sobre o desempenho das variáveis do CoP na predição de quedas em pacientes com DP no período subsequente de 12 meses.

Variáveis do CoP	**12 MESES**			
	p	**Ponto de corte**	**S / E**	**ASC**
Amp_pert	**0,010***	7,20 cm	0,621 / 0,679	0,671
Amp_rec	**0,075t**	10,61 cm	0,621 / 0,679	0,618
Pico_pert	**0,032***	8,02 cm	0,517 / 0,75	0,642
Pico_rec	0,219	–	–	–
Tempo_pico	0,133	–	–	–
Tempo_rec	0,646	–	–	–

S: sensibilidade; E: especificidade; ASC: área sobre a curva; Amp_pert: amplitude em relação à perturbação; Amp_rec: amplitude em relação à recuperação; Pico_pert: pico em relação à perturbação; Pico_rec: pico em relação à recuperação; Tempo_pico: tempo para o pico; Tempo_rec: tempo para recuperação da posição estável; t: tendência; *: significativo.

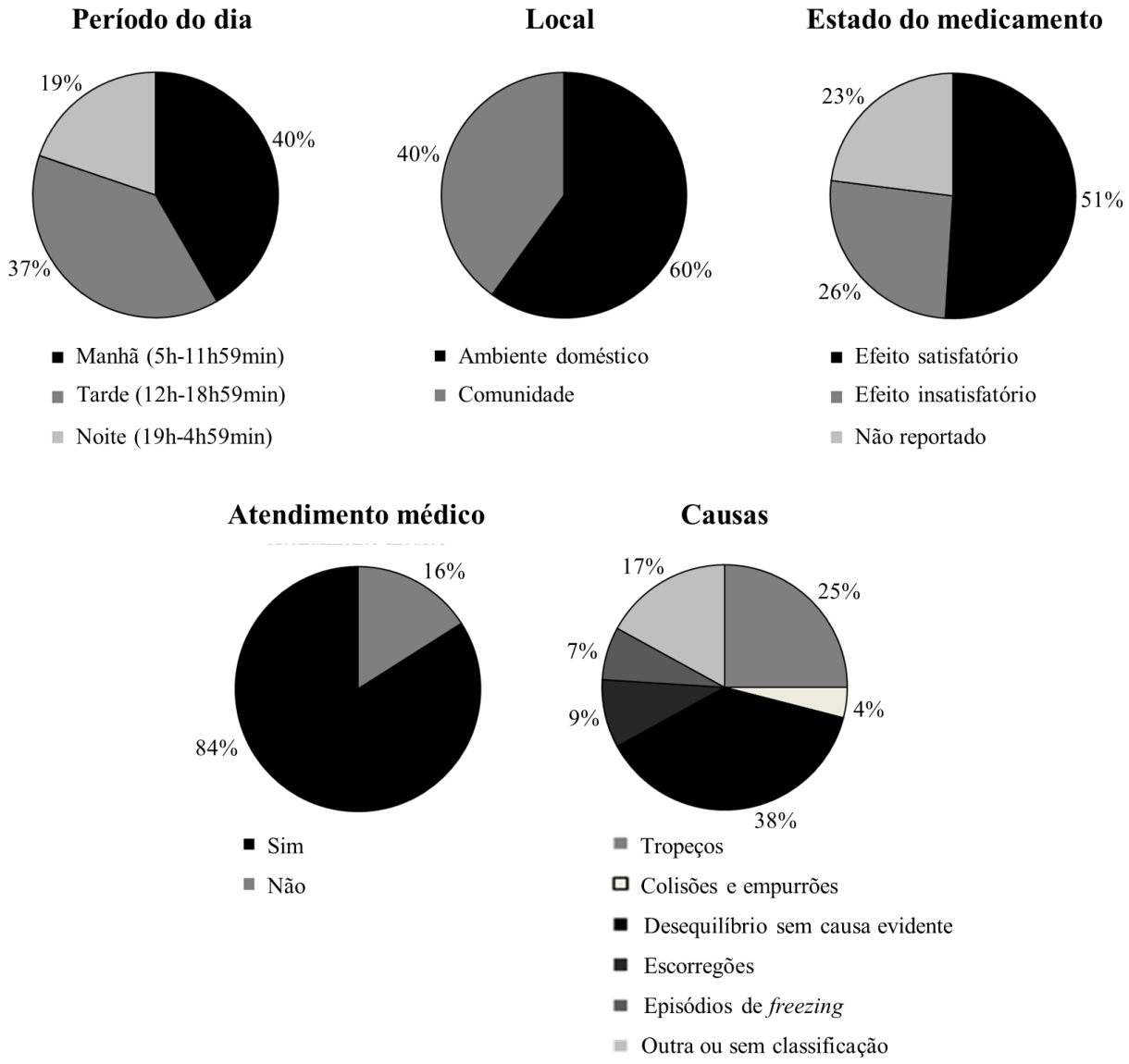
Figura 3 – Curvas ROC dos preditores de quedas significativos identificados na análise do comportamento do CoP durante as respostas posturais após perturbações externas da postura no período de 12 meses. Amplitude em relação à perturbação (a); amplitude em relação à recuperação (b) e pico em relação à perturbação.



3.3 Classificação das quedas reportadas

As quedas dos pacientes com DP ocorreram principalmente dentro de casa e sob efeito satisfatório do medicamento. Além disso, houve mais quedas no período da manhã do que em outros períodos do dia. As principais causas identificadas foram desequilibrios sem causa evidente e tropeços. Ainda, os pacientes passaram por atendimento médico em apenas 16% das quedas (Figura 4).

Figura 4 – Classificação das quedas registradas dos pacientes com DP do grupo caidor.



4 DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi analisar se o comportamento do CoP nas respostas posturais em situação com perturbação externa é capaz de predizer quedas no período de 12 meses em pacientes com DP. A partir dos resultados obtidos, as hipóteses do estudo foram parcialmente confirmadas. De maneira esperada, a amplitude do CoP no janelamento em relação à perturbação externa se mostrou capaz de predizer quedas em pacientes com DP, identificando corretamente 62,1% dos pacientes caidores e cometendo 32,1% de taxa de falsos positivos. Além disso, o pico do CoP após perturbação externa também se mostrou capaz de predizer quedas nos pacientes com DP., identificando corretamente 51,7% dos pacientes caidores e cometendo 25% de taxa de falsos positivos. Houve também, uma tendência estatística para a amplitude do CoP no janelamento em relação a recuperação da perturbação, apresentando sensibilidade de 62,1% e especificidade de 67,9%. Porém, a segunda hipótese do estudo não foi confirmada, pois o tempo para recuperar a posição estável após perturbação externa não se mostrou capaz de predizer quedas em pacientes com DP.

Ocorrência de quedas é um fenômeno vigente em pacientes com DP desde os estágios iniciais da doença e presente até os estágios finais da DP, o que afeta a qualidade de vida desses indivíduos (STOLZE et al., 2004). A literatura é consistente em demonstrar que a ocorrência de quedas é multifatorial e pode ocasionar um conjunto de problemas físicos, funcionais e psicológicos em pacientes com DP, tais como: fraturas; lesões, diminuição da independência e medo de quedas (BLOEM et al., 2001; ADKIN; FRANK; JOG, 2003; SATO, KIKUYAMA; OIZUMI, 1997). Além disso, a ocorrência de quedas é considerada como a segunda maior causa de hospitalização nessa população (TEMLETT & THOMPSON, 2006), e os problemas oriundos do aumento da sua ocorrência podem acarretar em um alto gasto para o governo e para os próprios pacientes, podendo chegar a 19 bilhões de dólares anuais (STEVENS et al., 2006). Devido a ocorrência de quedas ser muito prejudicial para a qualidade de vida dos indivíduos, estudos anteriores têm buscado identificar os possíveis preditores de quedas em pacientes com DP (WOOD et al., 2002; KERR et al., 2010; DUNCAN et al., 2012; VITÓRIO, 2015). Há estudos recentes que analisaram o comportamento do CoP na predição de quedas em pacientes com DP no controle postural (BERETTA et al., 2018) e no andar (CONCEIÇÃO et al., 2019). Ambos os estudos utilizaram o comportamento do CoP como parâmetro e realizaram um período acompanhamento de quedas por 12 meses. Este estudo avança no sentido de identificar preditores de quedas em pacientes com DP por meio da análise do CoP utilizando perturbações externas imprevisíveis. Encontrar preditores de quedas é importante para minimizar os

impactos que a ocorrência de quedas traz para a qualidade de vida dos pacientes com DP, ainda mais por meio de perturbações externas que estão presentes no cotidiano dos indivíduos.

O estudo de Beretta e colaboradores (2017) demonstrou que pacientes com DP demoram para recuperar a posição estável após perturbação externa, permanecendo por mais tempo em uma posição instável, o que aumenta o risco de sofrer quedas. Entretanto, nossos resultados no presente estudo são contrários aos evidenciados no estudo citado acima. Nossos resultados sugerem que a principal alteração nas respostas posturais de pacientes com DP que possivelmente apresentarão pelo menos uma queda no período de 12 meses não é a capacidade de recuperar a posição estável em maior tempo, e sim a falta de capacidade em conter a perturbação. A capacidade de conter uma perturbação é importante e parece ser fundamental para evitar quedas em pacientes com DP, a maior amplitude e pico do posicionamento do CoP nesse momento sugerem maior dificuldade de controlar o deslocamento do CoM nessas situações (avançando o CoM e CoP muito a frente), o que indica maior instabilidade postural nessa população (HORAK; DIMITROVA; NUTT, 2005) e consequentemente, aumenta o risco do indivíduo sofrer uma quedas (ASHBURN et al., 2001). É interessante destacar que o estudo citado acima analisou o histórico de quedas em 12 meses antes da avaliação do controle postural, o que sugere que a permanência em maior tempo em situação instável é uma característica evidente apenas após os pacientes com DP apresentarem a ocorrência de queda (BERETTA et al., 2017). Já o presente estudo, avança no sentido de indicar que as alterações no controle postural podem ser parâmetros sensíveis na predição de quedas em pacientes com DP. Porém, esses resultados, apesar de serem importantes e estatisticamente significativos, precisam ser considerados com cautela devido a capacidade de predizer quedas ser considerada baixa (62%).

Estudos vem observando as respostas reativas da postura por meio de perturbações mecânicas causadas pelo movimento da superfície de suporte (rotação, translação ou ambas combinadas) (HORAK; NUTT; DIMITROVA, 2005; VISSER et al., 2010; NANHOE-MAHABIER et., 2012) que simulam situações da vida diária e que são chamadas de “posturografia dinâmica” (ALLUM et al., 2001). A maioria dos estudos com perturbações imprevisíveis da postura tem observado as respostas reativas da primeira tentativa (inesperada) separadamente das demais (VISSER et al., 2010; ALLUM et., 2011; NANHOE-MAHABIER et al., 2012). Em uma perturbação externa inesperada, o indivíduo não sabe como e nem quando a perturbação acontecerá. Além disso, perturbação externa inesperada está associada com o aumento da ocorrência de quedas em pacientes com DP (VISSER et al., 2010). Em relação as perturbações externas imprevisíveis, estudos buscaram analisar a habituação a tarefa,

encontrando que pacientes com DP apresentam atraso na habituação, necessitando de mais tentativas do que seus pares neurologicamente sadios para modificar seus padrões de respostas nos parâmetros do CoP e do deslocamento do CoM (NANHOE-MAHABIER et al., 2012; BERETTA, 2017).

Como citado anteriormente, apesar dos resultados serem estatisticamente significativos, os mesmos precisam ser considerados com cautela devido a capacidade de predizer quedas ser considerada baixa. Alguns fatores podem ter contribuído para a baixa capacidade de predizer quedas e podem ser evidenciados como limitações do presente estudo, como o período de acompanhamento de quedas e o critério de classificação como caidor. Há estudos sobre predição de quedas em pacientes com DP que obtiveram melhores resultados em um período de acompanhamento de quedas de 4 meses (VITÓRIO, 2015; CONCEIÇÃO et al., 2019) e 6 meses (DUNCAN et al., 2012), possivelmente devido a progressão da DP. Entretanto, são poucos estudos e recentes. Em relação ao critério de classificação como caidor, uma queda pode conter viés tanto do relato do paciente como da causa da queda, sendo que a ocorrência de apenas uma queda pode estar relacionada com o acaso, o que não representaria o estado real do paciente. Ainda, outra limitação do estudo foi a falta de análise eletromiográfica e do CoM, o que possibilitaria um melhor entendimento sobre a predição de quedas nas respostas posturais nessa população. Porém, cabe destacar que foi utilizado uma medida objetiva e amplamente estudada no controle postural (o CoP) que tem se mostrado sensível em detectar alterações nas respostas de pacientes com DP. Além disso, outro fator positivo que deve ser destacado é o alto número de indivíduos que participaram da amostra, sendo a mesma constituída por 85 pacientes com DP.

A busca de preditores da ocorrência de quedas em pacientes com DP contribui para a identificação de pacientes com riscos de cair, o que beneficia o início de uma intervenção específica buscando evitar e/ou postergar a ocorrência de quedas nessa população. Assim, sugere-se a estudos futuros investigar a predição de quedas por diferentes períodos de acompanhamento e a combinação das variáveis do CoP com medidas clínicas e de análise do movimento.

5 CONCLUSÃO

A partir dos resultados encontrados, podemos concluir que amplitude e pico do CoP na direção AP no período em relação à perturbação externa foram identificados como preditores da ocorrência de quedas no período de 12 meses em pacientes com DP. Além disso, nossos resultados sugerem que os déficits no controle postural que podem levar às quedas em pacientes com DP estão na capacidade de conter uma perturbação.

REFERÊNCIAS

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

ALLISON, L.; FULLER, K. Equilíbrio e Desordens Vestibulares. In: UMPHRED, D. A. **Reabilitação Neurológica**. 4ª Ed. Barueri: Manole, 2004. p. 648-695.

ALLUM, J. H. J. *et al*. Review of first trial responses in balance control: Influence of vestibular loss and Parkinson's disease. **Human Movement Science**, v.30, p.279-295, 2011.

ASHBURN, A. *et al*. A community-dwelling sample of people with Parkinson's disease: characteristics of fallers and non-fallers. **Age and ageing**, v. 30, n. 1, p. 47-52, 2001.

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

BARBIERI, F. A. *et al*. Effects of disease severity and medication state on postural control asymmetry during challenging postural tasks in individuals with Parkinson's disease. **Human movement science**, v. 46, p. 96-103, 2016.

BENATRU, I.; VAUGOYEAU, M.; AZULAY, J. P. Postural disorders in Parkinson's disease. **Clinical Neurophysiology**, v.38, p.459-465, 2008.

BERETTA, V. S. *et al*. Challenging postural tasks increase asymmetry in patients with Parkinson's disease. **PloS one**, v. 10, n. 9, p. e0137722, 2015.

BERETTA, V. S. **Ajustes posturais sob perturbação externa em indivíduos com doença de Parkinson e neurologicamente sadios**. Orientadora: Lilian Teresa Bucken Gobbi. 2016. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Motricidade) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2017.

BERETTA, V. S. *et al.* Can postural control asymmetry predict falls in people with Parkinson's disease? **Motor Control**, v. 22, n. 4, p. 449-461, 2018.

BERETTA, V. S. *et al.* Falls in Parkinson's disease are related to delayed recovery time after unexpected external perturbations. **In: 21st International Congress of Parkinson's Disease and Movement Disorders**, Vancouver, Canada: Movement Disorders, v. 32, p. 852, 2017.

BERETTA, V. S. *et al*. Postural control after unexpected external perturbation: Effects of Parkinson's disease subtype. **Human movement science**, v. 64, p. 12-18, 2019.

BLOEM, B. R. Postural instability in Parkinson's disease. **Clinical Neurology and Neurosurgery**, v. 94, p. S41 -S45, 1992.

BLOEM, B. R. *et al.* Prospective assessment of falls in Parkinson's disease. **Journal of Neurology**, v.248, p.950-958, 2001.

BLOEM, B. R. *et al.* Falls and freezing of gait in Parkinson's disease: A review of two interconnected, episodic phenomena. **Movement Disorders**, v. 19, n. 8, p. 871-884, 2004.

BRUCKI, S. M. *et al.* Suggestions for utilization of the mini-mental state examination in Brazil. **Arquivos de Neuropsiquiatria**, v. 61(3B), p. 777-781, 2003.

CARPENTER, M. G.; BLOEM, B. R. Postural control in Parkinson patients: A proprioceptive problem? **Experimental Neurology**, v. 227, p. 26-30, 2011.

CHONG, R. K. *et al.* Time-dependent influence of sensorimotor set on automatic responses in perturbed stance. **Experimental Brain Research**, v. 124, p. 513–519, 1999.

CHRISTOFOLETTI, G. *et al.* Risco de quedas em idosos com doença de Parkinson e demência de Alzheimer: um estudo transversal. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 10, n. 4, p. 429-433, 2006.

CONCEIÇÃO, N. R. *et al*. Utility of center of pressure measures during obstacle crossing in prediction of fall risk in people with Parkinson's disease. **Human movement science**, v. 66, p. 1-8, 2019.

DE LAU, L. M.; BRETELER, M. M. Epidemiology of Parkinson's disease. **Lancet Neurology**, London, v. 5, n. 6, p. 525-535, 2006.

DIMITROVA, D.; NUTT, J. G.; HORAK, F. B. Abnormal forces patterns for multidirectional postural responses in patients with Parkinson's disease. **Experimental Brain Research**, v. 156, p. 183-195, 2004.

DUARTE, M.; FREITAS, S. M. S. F. Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 14, n. 3, p. 183-192, 2010.

DUNCAN, R. P. *et al.* Accuracy of fall prediction in Parkinson disease: six-month and 12-month prospective analyses. **Parkinson's Disease**, 237673, 7 pages, doi:10.1155/2012/237673, 2012.

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.153-163, 1987.

FARAG, I. *et al.* Economic evaluation of a falls prevention exercise program among people with Parkinson's disease**. Movement Disorders**, v. 31, n.1, p. 53-61, 2016.

FREITAS, P. B.; KNIGHT, C. A.; BARELA, J. A. Postural reactions following forward platform perturbation in young, middle-age, and old adults. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 20, p. 693–700, 2010.

FRENKLACH, A. *et al*. Excessive postural sway and the risk of falls at different stages of Parkinson's disease. **Movement Disorders**, v. 24, n. 3, p. 377-385, 2009.

GANDOLFI, M. *et al*. Postural Control in Individuals with Parkinson's Disease. In: **Physiotherapy**. IntechOpen, 2018.

GERVASONI, E. *et al.* Clinical and stabilometric measures predicting falls in Parkinson disease/parkinsonism. **Acta Neurol Scand**, v. 132, n. 4, p. 235-241, 2015.

HENRY, S. M.; FUNG, J.; HORAK, F. B. EMG responses to maintain stance during multidirectional surface translations. **Journal of Neurophysiology**, v. 80, n. 4, p. 1939–50, 1998.

HOEHN, M. M.; YAHR, M. D. Parkinsonism: onset, progression and mortality. **Neurology**, v.17, p.573-581, 1967.

HORAK, F. B.; NUTT, J. G.; NASHNER, L. M.; Postural inflexibility in parkinsonian subjects. **Journal of the Neurological Sciences,** v. 111, n. 1, p. 46-58, 1992.

HORAK, F. B.; FRANK, J.; NUTT, J. Effects of dopamine on postural control in parkinsonian subjects: scaling, set, and tone. **Journal of Neurophysiology,** v. 75, p. 2380-2396, 1996.

HORAK, F. B.; NUTT, J.; DIMITROVA, D. Direction-specific postural instability in subjects with Parkinson's disease. **Experimental Neurology**, v. 193, p. 504-521, 2005.

HORAK, F. B. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? **Age and Ageing**, v. 35, n. 2, p. ii7-ii11, 2006.

HUGHES, A. J. *et al.* Accuracy of clinical diagnosis of idiopathic Parkinson's disease: a clinic-pathological study of 100 cases. **Journal of Neurology. Neurosurgery Psychiatry**, v. 55, p. 181–84, 1992.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Projeção da população.** 2018. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/. Acesso em: 02 de dez. 2018.

JANKOVIC, J. Parkinson's disease: clinical features and diagnosis. Journal of neurology, neurosurgery & psychiatry, v. 79, n. 4, p. 368-376, 2008.

JEHU, D.; NANTEL, J. Fallers with Parkinson's disease exhibit restrictive trunk control during walking. **Gait & Posture**, v. 65, p. 246-250, 2018.

JÚNIOR, P. B. F. **Características comportamentais do controle postural de jovens, adultos e idosos**. 2002. 131 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Motricidade) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.

KERR, G. K. *et al.* Predictors of future falls in Parkinson disease. **Neurology**, v.75, n.2, p.116-124, 2010.

LAFOND, D. *et al*. Intrasession reliability of center of pressure measures of postural steadiness in healthy elderly people. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 85, n. 6, p. 896-901, 2004.

LIN, D. *et al*. Reliability of COP-based postural sway measures and age-related differences. **Gait & posture**, v. 28, n. 2, p. 337-342, 2008.

MACPHERSON, J. M.; HORAK, F. B. Postura. In: KANDEL, E. R. et al. **Princípios de Neurociências**. 5. ed. São Paulo: AMGH Editora Ltda, 2014. 1496 p.

MOCHIZUKI, L.; AMADIO, A. C. Aspectos biomecânicos da postura ereta: a relação entre o centro de massa e o centro de pressão. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v. 3, n. 3, p. 77-83, 2003.

NANHOE-MAHABIER, W. *et al.* First trial reactions and habituation rates over successive balance perturbation in Parkinson's disease. **Neuroscience**, v. 217, p. 123-129, 2012.

NUTT, G. J. Motor fluctuations and dyskinesia in Parkinson's disease**. Parkinsonism and Related Disorders**, v. 8, n. 2, p. 101-108, 2001.

OLANOW, C. W.; STERN, M. B.; SETHI, K. The scientific and clinical basis for the treatment of Parkinson disease. **Neurology**, New York, v. 4S, p. S1-136, 2009.

PAOLUCCI, T. *et al.* Romberg ratio coefficient in quiet stance and postural control in Parkinson's disease. **Neurological Sciences**, v. 39, n. 8, p. 1355-1360, 2018.

PETERSON, D. S.; DIJKSTRA, B. W.; HORAK, F. B. Postural motor learning in people with Parkinson's disease. **Journal of Neurology**, v. 263, n. 8, p. 1518-1529, 2016.

PICKERING, R. M. *et al.* A meta-analysis of six prospective studies of falling in Parkinson's disease. **Movement Disorders**, v. 22, n. 13, p. 1892-1900, 2007.

PRADO, A. K. G.; BARRETO, M. C.; GOBBI, S. Envelhecimento orgânico e a funcionalidade motora. In: COELHO, F. G. M. et al. (org.). **Exercício físico no envelhecimento saudável e patológico: da teoria à prática**. Curitiba: Editora CRV, 2013. p. 15-48.

VISSER, J. E. *et al*. Dynamic posturography in Parkinson's disease: diagnostic utility of the "first trial effect". **Neuroscience**, v. 168, p. 387–394, 2010.

VITÓRIO, R. **Comportamento locomotor, quadro clínico, incidência de quedas e nível de atividade física em pacientes com doença de Parkinson**: um estudo longitudinal de dois anos. Orientadora: Lilian Teresa Bucken Gobbi. 2014. 99 f. Tese (Doutorado em Ciências da Motricidade) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2015.

RUBESTEIN, L. Z.; JOSEPHSON, K. R. Falls and their prevention in elderly people: what does evidence show? **Medical Clinics of North America**, Philadelphia, v. 90, n. 5, p. 807-824, 2006.

SAITO, M.; MARAYUAMA, M.; IKEUCHI, K.; KONDO, H.; ISHIKAWA, A.; YUASA, T.; TSUJI, S. Autosomal recessive juvenile parkinsonism. **Brain & Development**, v. 22, p. S115-S117, 2000.

SATO, Y.; KIKUYAMA, M.; OIZUMI, K. High prevalence of vitamin D deficiency and reduced bone mass in Parkinson's disease. **Neurology**, v. 49, p. 1273-1278, 1997.

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

SCHONEBURG, B. *et al*. Framework for understanding balance dysfunction in Parkinson's disease. **Movement Disorders**, v. 28, n. 11, p. 1474-1482, 2013.

SILVEIRA, M. M. *et al.* Envelhecimento humano e as alterações na postura corporal do idoso. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**, n. 26, p. 52-58, 2010.

SIQUEIRA, F. V. *et al.* Prevalência de quedas em idosos e fatores associados. **Revista de Saúde Pública**, v. 41, n. 5, p. 749-756, 2007.

SPAEPEN, A. J.; FORTUIN, J. M.; WILLEMS, E. J. Comparison of the movements of the center of gravity and of the center of pressure in stabilometric studies. Comparison with Fourier analysis. **Agressologie**, v. 20, n. B, p. 115-116, 1979.

SPIDUSO, W. W.; FRANCIS, K. W.; MACRAE, P. G. **Physical dimensions of aging**. 2. ed. Champaign: Human Kinetics, 2005.

STELMACH, G. E.; TEASDALE, N.; PHILLIPS, J. Response initiation delays in Parkinson's disease patients. **Human Movement Science,** v. 11, p. 37-45, 1992

STEVENS, J. A. *et al.* The costs of fatal and non-fatal falls among older adults. **Injury Prevention**, v. 12, n. 5, p. 290-295, 2006.

STOLZE, H. *et al.* Falls in frequent neurological diseases. Prevalence, risk factors and aetiology. **Journal of Neurology**, v. 251, p. 79-84, 2004.

SUAREZ, H. *et al*. Postural strategies in normal subjects and in patients with instability due to central nervous system diseases after sudden changes in the visual flow. **Acta oto-laryngologica**, v. 128, n. 4, p. 398-403, 2008.

TAKAKUSAKI, K. *et al.* Role of basal ganglia-brainstem pathways in the control of motor behaviors. **Journal Neuroscience Research**, v. 50, n. 2, p. 137-151, 2004.

TEMLETT, J. A.; THOMPSON, P. D. Reasons for admission to hospital for Parkinson's disease. **Internal medicine journal**, v. 36, n. 8, p. 524-526, 2006.

VISSER, J. E. *et al.* Dynamic posturography in Parkinson's disease: diagnostic utility of the "first trial effect". **Neuroscience**, v. 168, p. 387–394, 2010.

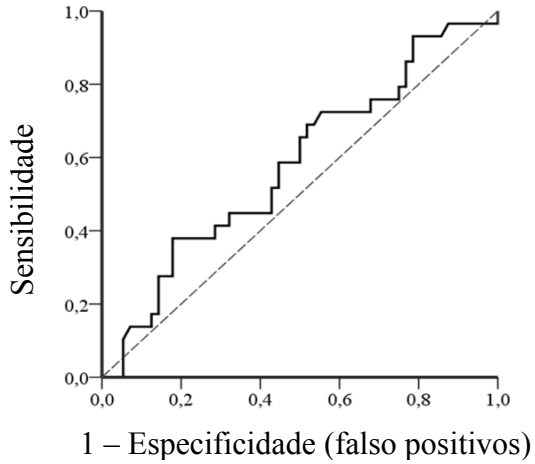
WATERS, C. H. **Diagnosis and management of Parkinson's Disease**. 6. ed. Caddo: Professional Communications, 2008.

WOOD, B. H. *et al.* Incidence and prediction of falls in Parkinson's disease: a prospective multidisciplinary study. **Journal of Neurology, Neurosurgery, and psychiatry**, London, v. 72, p. 721-725, 2002.

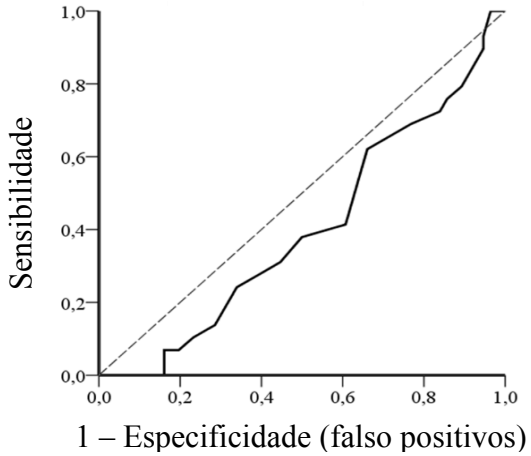
WOOLLACOTT, M.H.; SHUMWAY-COOK, A.; NASHNER, L.M. Aging and posture control changes in sensory organization and muscular coordination. **International Journal of Aging and Human Development**, New York, v. 23, n. 2, p. 97-114, 1986.

APÊNDICE A – CURVAS ROC DAS VARIÁVEIS QUE NÃO PREDIZERAM QUEDAS. PICO EM RELAÇÃO À RECUPERAÇÃO (a); TEMPO PARA O PICO (b) E TEMPO PARA RECUPERAÇÃO DA POSIÇÃO ESTÁVEL (c).

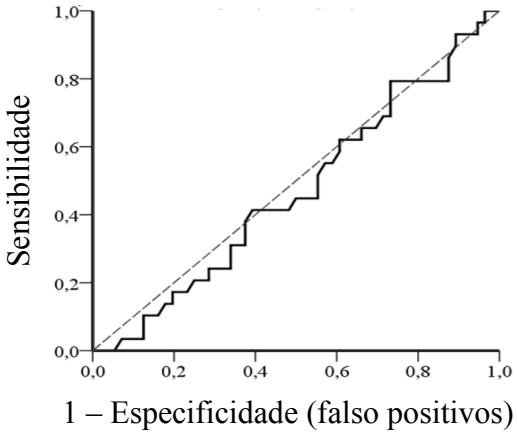
a) Pico em relação à recuperação



b) Tempo para o pico



c) Tempo para recuperação da posição estável



ANEXO A – MINI EXAME DO ESTADO MENTAL

(Folstein, Folstein & McHugh, 1.975)

Paciente: _____

Data da Avaliação: ____/ ____/ ____ Avaliador: _____

Anos de escolaridade: _____

ORIENTAÇÃO

- Dia da semana (1 ponto) .....( )
- Dia do mês (1 ponto) .....( )
- Mês (1 ponto) .....( )
- Ano (1 ponto) .....( )
- Hora aproximada (1 ponto) .....( )
- Local específico (aposento ou setor) (1 ponto) .....( )
- Instituição (residência, hospital, clínica) (1 ponto) .....( )
- Bairro ou rua próxima (1 ponto) .....( )
- Cidade (1 ponto) .....( )
- Estado (1 ponto) .....( )

MEMÓRIA IMEDIATA

- Fale 3 palavras não relacionadas. Posteriormente pergunte ao paciente pelas 3 palavras. Dê 1 ponto para cada resposta correta .....( )

  Depois repita as palavras e certifique-se de que o paciente as aprendeu, pois mais adiante você irá perguntá-las novamente.

ATENÇÃO E CÁLCULO

- (100 - 7) sucessivos, 5 vezes sucessivamente (1 ponto para cada cálculo correto) .....( )

  (alternativamente, soletrar MUNDO de trás para frente)

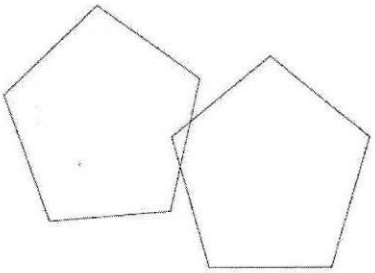
EVOCAÇÃO

- Pergunte pelas 3 palavras ditas anteriormente (1 ponto por palavra) .....( )

LINGUAGEM

- Nomear um relógio e uma caneta (2 pontos) .....( )
- Repetir "nem aqui, nem ali, nem lá) (1 ponto) .....( )
- Comando: "pegue este papel com a mão direita dobre ao meio e coloque no chão (3 ptos) .....( )
- Ler e obedecer: "feche os olhos" (1 ponto) .....( )
- Escrever uma frase (1 ponto) .....( )
- Copiar um desenho (1 ponto) .....( )

ESCORE: (____/30)



ANEXO B – UNIFIED PARKINSON'S DISEASE RATING SCALE

Nome:_____Cod.: _____ Data da avaliação:____/_____/_____

Avaliador:_____ ☐ Pré ☐Pós I ☐Pós II

Horário da última dose da medicação: _____hs. Início da avaliação:_____hs. Fim da avaliação:_____hs.

	Data									
			Off	On	Off	On	Off	On	Off	On
1	Comprometimento Psíquico									
2	Iniciativa									
3	Comprometimento Intelectual									
4	Depressão									
	Subtotal 1-4 (máximo = 16)									
5	Fala									
6	Salivação									
7	Deglutição									
8	Escrita a mão									
9	Cortando alimentos									
10	Vestir									
11	Higiene									
12	Deitar e ajustar roupas de cama									
13	Quedas									
14	Paradas ao andar									
15	Andar									
16	Tremor									
17	Queixas sensoriais									
	Subtotal 5-17 (máximo = 52)									
18	Fala									
19	Expressão facial									
20	Tremor em repouso:	Face								
	Mãos	Direita								
		Esquerda								
	Pés	Direito								
		Esquerdo								
21	Tremor de ação:	Direita								
		Esquerda								
22	Rigidez:	Nuca								
		MSD								
		MSE								
		MID								
		MIE								
23	Toque de dedos	MSD								
		MSE								