

# Protocolo para avaliação de congelamento da marcha na Doença de Parkinson

Cristiane Ramos de Morais  
Faculdade de Engenharia Elétrica  
Universidade Federal de Uberlândia  
Uberlândia, Brazil  
ORCID: 0000-0003-3026-6267

Adriano Alves Pereira  
Faculdade de Engenharia Elétrica  
Universidade Federal de Uberlândia  
Uberlândia, Brazil  
ORCID: 0000-0002-1522-9989

Lígia Reis Nóbrega  
Faculdade de Engenharia Elétrica  
Universidade Federal de Uberlândia  
Uberlândia, Brazil  
ORCID: 0000-0001-5169-4573

Adriano de Oliveira Andrade  
Faculdade de Engenharia Elétrica  
Universidade Federal de Uberlândia  
Uberlândia, Brazil  
ORCID: 0000-0002-5689-6606

**Resumo**—Desordens da marcha são importantes sintomas incapacitantes na Doença de Parkinson (DP), que limitam a mobilidade, levam a perda de independência e autonomia e diminuem a qualidade de vida. Com a evolução da DP aparecem os chamados distúrbios episódicos da marcha, como a marcha festinada e o *freezing* (congelamento da marcha), que não afetam todos os pacientes igualmente, mas têm um impacto negativo físico e emocional no indivíduo com esses sinais, além de poder resultar em quedas e lesões associadas. O grupo de pesquisa do NIATS (Núcleo de Avaliação em Tecnologias de Saúde) notou a necessidade de criar um protocolo para avaliação qualitativa e quantitativa dos distúrbios da marcha na DP, nos estados ON e OFF. Portanto, esse trabalho apresenta o desenvolvimento de um protocolo para coleta de informações da marcha utilizando sensores inerciais (avaliação quantitativa) de pacientes com DP com e sem o sintoma *freezing*, nos estados ON e OFF. Esse protocolo inclui a retirada da primeira dose de medicação do dia; um teste cognitivo rápido chamado Mini Mental; a parte II e III da MDS-UPDRS que avaliam atividades de vida diária e teste motor, respectivamente; o estadiamento de H&Y; a aplicação do NFOG-Q; a coleta de dados com sensores inerciais com o voluntário parado por 10 segundos (parada voluntária) e coleta de dados com sensores inerciais durante a realização de três tarefas: (I) o TUG (Timed Up and Go), teste padrão para avaliação da marcha, (II) um circuito físico com gatilhos para o *freezing* e (III) uma dupla-tarefa motora-cognitiva. O protocolo com 57 itens foi testado em um estudo piloto com um voluntário com sintoma de *freezing*. O resultado foi promissor e satisfatório. Foi possível realizar uma avaliação cognitiva e física, coletar os dados com os sensores inerciais da marcha do voluntário enquanto ele realizava as tarefas motoras, sendo que o circuito físico (II) e a dupla-tarefa motora-cognitiva (III) causaram o *freezing* o que comprovou que o protocolo é adequado, seguro e robusto.

**Palavras-chave**—Doença de Parkinson, Distúrbios da Marcha, Protocolo de Coleta, Freezing

**Abstract**—*Gait disorders are important disabling symptoms in Parkinson's Disease (PD), which limit mobility, decrease quality of life and lead to loss of independence and autonomy. PD progression brings episodic gait disorders, such as festinated gait and freezing of gait, which do not affect all patients equally, but have a negative physical and emotional impact on the individual with these signs, in addition it may result in falls and associated injuries. The research group NIATS (Center of Innovation and Technology health) noticed the need to create a protocol for the qualitative and quantitative assessment of gait*

*disorders in PD, in the ON and OFF states. Therefore, this work presents the development of a protocol for gait analysis using inertial sensors (quantitative assessment) of PD patients with and without the freezing symptoms, during ON and OFF states. This protocol includes skip the first dose of medication of the day; a quick cognitive test called Mini Mental; part II and III of the MDS-UPDRS which assesses activities of daily living and motor testing, respectively; the staging of H&Y; the application of NFOG; data collection with inertial sensors with the volunteer stopped for 10 seconds (voluntary stop) and data collection with inertial sensors during the performance of three tasks: (I) the TUG, standard test for gait assessment, (II) a circuit physical with triggers for freezing and (III) a motor-cognitive dual-task. The 56-item protocol was tested in a pilot study with a volunteer in which the result was promising and satisfactory, it was possible to carry out a cognitive and physical assessment and collect data with the volunteer's inertial gait sensors while they performed motor tasks, which proved that the protocol is adequate, secure and robust.*

**Keywords**—*Parkinson's Disease, Gait Disorders, Data Collection Protocol, Freezing*

## I. INTRODUÇÃO

A Doença de Parkinson (DP) é a mais comum forma de Parkinsonismo, termo que se refere a um grupo de desordens neurológicas com alterações de movimentos, sendo os principais sintomas motores: a bradicinesia, a rigidez, o tremor e a instabilidade postural. A prevalência da DP tem aumentado significativamente em comparação às outras desordens neurológicas. Estima-se que mais de 6 milhões de pessoas em todo o mundo têm doença de Parkinson [1].

A fisiopatologia da Doença de Parkinson é a morte de neurônios dopaminérgicos na substância negra. A marca patológica da Doença de Parkinson é o corpo de Lewy, uma inclusão neuronal que consiste principalmente de agregações de proteína  $\alpha$ -sinucleína[1], [2].

O diagnóstico é baseado no histórico clínico e exame físico. Após indicação sugestiva de Doença de Parkinson, o clínico exclui características potenciais de Parkinsonismos (secundário e plus) e avalia a resposta à levodopa para confirmar Doença de Parkinson idiopática[1].

Atualmente, não existe cura para a DP, somente a atenuação dos sintomas. A levodopa é a principal medicação usada para substituir a dopamina no cérebro e entende-se que se o paciente toma os remédios com a regularidade e dose correta, flutuações de sintomas são minimizadas. Porém, à medida que a doença progride, a levodopa deixa de funcionar com total eficácia e leva os pacientes ao período OFF (do inglês, desligado)[1] .

O período OFF ocorre antes do horário determinado para a próxima dose do medicamento, no qual o paciente sente que o efeito do remédio passou. Quando o paciente está sob o efeito dos medicamentos, se sentindo melhor, o período é classificado como ON (do inglês, ligado)[1], [2] .

Existem escalas de classificação que auxiliam profissionais de saúde, tanto no diagnóstico quanto no tratamento, sendo a mais utilizada para avaliação da Doença de Parkinson, a MDS-UPDRS (*Movement Disorders Society - Unified Parkinson's Disease Rating Scale*), que foi desenvolvida pela "*International Parkinson and Movement Disorders Society*"[3].

Desordens da marcha são importantes sintomas incapacitantes na Doença de Parkinson, que limitam a mobilidade, diminuem a qualidade de vida, levam a perda de independência e autonomia, tendo um impacto tanto físico quanto emocional no indivíduo, além de poder resultar em quedas e lesões associadas[4] .

A hipocinesia da marcha, caracterizada por redução do comprimento e velocidade da marcha, ocorre na maioria dos pacientes com Doença de Parkinson, e que pode levar ao congelamento da marcha (acrônimo FOG para *Freezing of Gait*), que é caracterizado por episódios relativamente breves e súbitos de incapacidade de dar o passo à frente e são mais comuns com o avanço da progressão da doença[4], [5] .

O FOG é descrito como "sensação de que os pés estão colados no chão" e essa perda repentina de movimento aumenta ainda mais os riscos de queda, que podem causar lesões graves como fratura óssea ou traumatismos cranianos. A prevalência do FOG varia de 7% nos estágios iniciais para cerca de 60% nos estágios mais avançados da doença [6] .

Os ambientes mais conhecidos como gatilhos para o FOG são portas, espaços pequenos e bagunçados e transportes públicos. E, além disso, alguns movimentos específicos podem causar o episódio, como inicialização da marcha (IM), virar para contornar um obstáculo e passar por passagens estreitas[5], [7]–[9] .

É notável na literatura a necessidade de criar um protocolo para avaliação qualitativa e quantitativa dos distúrbios contínuos e episódicos (*freezing*) da marcha na DP, nos estados ON e OFF. E a hipótese do presente estudo é que um protocolo que inclui etapas importantes para uma coleta de dados robusta e segura possibilite essa avaliação.

Portanto, esse trabalho propõe desenvolver um protocolo para coleta de informações da marcha utilizando sensores inerciais (avaliação quantitativa) de pacientes com DP com e sem o sintoma *freezing*, nos estados ON e OFF.

Esse protocolo inclui a retirada da primeira dose de medicação do dia; um teste cognitivo rápido chamado Mini Mental; a parte II e III da UPDRS que avaliam atividades de

vida diária e teste motor, respectivamente; o estadiamento de H&Y; a aplicação do NFOG-Q; a coleta de dados com sensores inerciais com o voluntário parado por 10 segundos (parada voluntária) e coleta de dados com sensores inerciais durante a realização de três tarefas: (I) o TUG, teste padrão para avaliação da marcha, (II) um circuito físico com gatilhos para o *freezing* e (III) uma dupla-tarefa motora-cognitiva.

Esse trabalho faz parte do projeto "Congelamento da marcha na Doença de Parkinson: diferentes gatilhos causam diferentes padrões clínicos?" realizado no programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Engenharia Biomédica da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) que participam os autores do artigo, autorizado sob o número do Comitê de Ética CAAE: 38885720.3.0000.5152.

## II. METODOLOGIA

Neste estudo faremos a análise em estados ON e OFF da medicação.

É importante realizar o Mini Exame do Estado Mental (Mini Mental), que é um teste rápido de avaliação da função cognitiva dos voluntários, antes da coleta. Esse exame tem duração de aproximadamente 10 minutos e possui fácil aplicação.

Em seguida, realizar a parte II e III da MDS-UPDRS. A parte II da MDS-UPDRS são 20 questões relacionadas às Atividades de Vida Diária do indivíduo, relacionando atividades não motoras e motoras que envolvem as atividades de vida diária (AVDs).

A parte III da Escala MDS-UPDRS avalia os sinais motores presentes na patologia. Antes das respostas ao questionário, é necessário saber se o indivíduo faz uso da Levodopa e quanto tempo tem da última dose, caso ele utilize a medicação. E definir se ele se encontra no estado ON ou OFF da medicação.

O NFOG-Q foi elaborado por Nieuwboer et al. [10], trabalho no qual atualizou o primeiro questionário FOG-Q (*Freezing of the Gait Questionnaire*) realizado por Giladi [11]. No Brasil, o questionário foi validado por Baggio et al. 2012 [12] e é sugerido na Versão Brasileira da Diretriz Europeia de Fisioterapia para a DP [13]. O NFOG-Q é dividido em três partes, a Parte I faz a distinção entre indivíduos com congelamento da marcha e sem congelamento da marcha com apenas uma pergunta "Você apresentou episódios de congelamento no último mês?". A Parte II possui 5 itens, com scores de 0 a 4, que avaliam a gravidade do congelamento da marcha e a Parte III possui 3 perguntas, com score de 0 a 3, que consideram o impacto do congelamento da marcha na vida diária.

Inicialmente, no ambiente TUG, os participantes serão solicitados a caminharem 3 metros e ficarem 10 segundos em pé parados dentro do quadrado de fita marcado no chão [5], para a coleta de parada voluntária.

A Figura 1 mostra o diagrama de fluxo com a preparação dos voluntários antes de realizarem as tarefas para a coleta de dados da marcha com os sensores inerciais, que geram dados objetivos e permitem uma avaliação quantitativa em paralelo com a avaliação qualitativa.

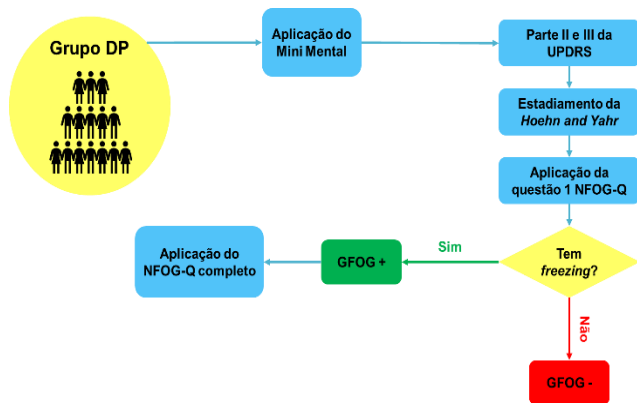


Fig. 1. Diagrama de fluxo com a preparação dos voluntários para a coleta de dados.

O protocolo propõe, em seguida, três tarefas: (I) *Timed Up and Go* (TUG), (II) tarefa motora simples e (III) dupla-tarefa motora-cognitiva.

O teste padrão de avaliação de mobilidade em indivíduos idosos com algum distúrbio na marcha ou risco de queda consiste no teste “*Timed Up and Go*”, no qual é medido o tempo em segundos que o sujeito leva para se levantar de uma cadeira (de aproximadamente 46 cm de altura), andar uma distância de 3 metros, virar 180° parado, caminhar de volta para a cadeira e sentar-se novamente, veja Figura 2. O sujeito é instruído a andar em uma velocidade confortável sem assistência física, podendo utilizar seu auxiliar de caminhada habitual se necessário (bengala ou andador). Antes de o avaliador cronometrar o TUG, o sujeito realiza uma vez o percurso para se familiarizar com o teste. Em seguida, realiza o percurso e o avaliador faz a contagem do tempo com o cronômetro, dando início ao teste com a palavra “Vá (*Go*)” até o fim da performance do indivíduo[14].



Fig. 2. Circuito TUG.

A tarefa motora simples é um circuito motor realizado dentro da Associação Parkinson Triângulo (APT), no qual o paciente realiza ações rotineiras como sentar e levantar da cadeira, caminhar, e realizar movimentos que podem engatilhar o FOG, como passar por passagens de porta e virar para a direita ou esquerda, veja Figura 3;

A tarefa contempla inicialização da marcha (IM), caminhada aberta, passar por passagem estreita, alcançar um alvo e virar para direita e esquerda (180° e 360°) para contornar um obstáculo.

A pessoa irá levantar da cadeira, andar por 3 m e passar por uma passagem estreita de 67,5 cm. Depois andar 1,30

metros e contornar os dois obstáculos, fazendo um caminho em formato de  $\infty$ .

Inicialmente, o voluntário contorna o obstáculo do seu lado mais acometido (identificado pela fisioterapeuta na MDS-UPDRS) realizando uma volta 360°, em seguida o segundo obstáculo, também com uma volta 360°. Por fim, o voluntário retorna no primeiro obstáculo fazendo apenas uma volta 180°.

O voluntário retornará para a cadeira (passando novamente pela passagem estreita), fazer uma parada voluntária de 10 segundos, virar 180° parado e sentar. O circuito será apresentado uma vez para o voluntário antes da coleta de dados.

Na etapa de dupla-tarefa do experimento, o paciente realizará o mesmo circuito da tarefa motora simples, mas simultaneamente realizará uma tarefa cognitiva. A tarefa cognitiva é a Tarefa de monitoramento de dígitos (DMT, do inglês *Digit-Monitoring Task*) [7].



Fig. 3. Circuito da tarefa motora.

Nessa tarefa, um número de um dígito é atribuído para o voluntário antes da dupla-tarefa. Esse voluntário é orientado a contar silenciosamente (sem ajuda dos dedos) o número de vezes que esse dígito é anunciado no áudio. O áudio é o mesmo para todos os voluntários, ele foi transcrito para que a quantidade de cada dígito seja conhecida pelo pesquisador, haverá um sorteio do dígito antes da coleta para que o teste seja randomizado.

A tarefa cognitiva DTM será apresentada uma vez para o voluntário antes da coleta de dados, o objetivo é ensinar o voluntário como será a tarefa cognitiva e depois coletar informações com os sensores durante a dupla-tarefa motora cognitiva. O dígito, uma vez sorteado, é retirado das opções. O voluntário irá escutar o áudio em uma caixa de som colocada no ambiente de coleta.

Ao final do experimento, os participantes deverão informar ao pesquisador o número de vezes que eles ouviram o dígito.

#### IV. DISCUSSÃO

Toda a coleta deve ser gravada para conferência posterior dos resultados e a resposta dos voluntários será comparada com o real número de vezes que o dígito apareceu no áudio.

Assim como em Beck, Ehgoetz Martens, and Almeida 2015 [7], o intervalo inter-estímulo auditivo será apresentado de forma aleatória, variando de 100ms a 1000ms, para evitar a sincronização da marcha com a faixa de áudio. O áudio deve ter a duração média de 60 segundos, tempo este determinado no teste piloto, para completar a tarefa simples motora. Os participantes serão orientados a continuar contando o dígito mesmo se finalizarem o circuito antes de o áudio acabar.

É esperado que ao gravar e coletar dados com os sensores que permitam identificar o momento de algum erro ajude a distinguir se o participante focou sua atenção na tarefa cognitiva (DMT) ou motora e ver se existe alguma sincronia desses episódios com o FOG.

Outra preocupação dos pesquisadores é a pandemia devido ao coronavírus, portanto toda a coleta de dados será realizada seguindo as recomendações da Organização Mundial de Saúde (OMS), em relação à prevenção da COVID-19 e existem alguns elementos do protocolo referentes a esse cuidado.

Ao final foi aplicado um teste piloto com um paciente com DP e *Freezing*, autorizado sob o número do Comitê de Ética CAAE: 38885720.3.0000.5152, para verificar a viabilidade do protocolo.

#### III. RESULTADOS

O teste piloto foi satisfatório. Foi possível realizar uma avaliação cognitiva e física e coletar os dados com os sensores inerciais da marcha do voluntário enquanto ele realizou as tarefas motoras. Os dados foram coletados nos estados ON e OFF da medicação e os itens acrescentados no protocolo são endereçados na discussão.

A primeira coleta de dados é feita no estado OFF, sendo que o sujeito será avaliado no início da manhã, sem a primeira dose de medicação Levodopa do dia. Em seguida, ele toma a dose habitual da manhã e os pesquisadores aguardam o momento em que essa medicação surtirá efeito para fazer novamente a coleta em estado ON.

O ambiente estará preparado da seguinte forma:

- Ambiente da UPDRS – sala de avaliação na APT;
- Ambiente do TUG – fundo da APT;
- Ambiente circuito físico e dupla-tarefa – garagem frontal da APT;
- Ambiente para os participantes tomarem a medicação e esperar o remédio fazer efeito – cozinha da APT e sala interna.

A Tabela I mostra o protocolo de coleta de dados que foi desenvolvido pelos pesquisadores. A segunda coluna descreve a atividade e a terceira e quarta colunas, CL1 e CL2, é um check-list para acompanhamento da coleta nos estados OFF e ON, respectivamente, sendo que na CL2 é realizado apenas os passos não marcados em laranja na tabela.

Alguns ensaios clínicos demonstram que o FOG ocorre mais comumente na fase OFF da medicação, ou seja, quando essa não demonstra ativa, sem efeito, geralmente no início do dia ou em intervalos entre doses, com significativa presença de acinesia devido a progressão da doença. Já no estado ON da medicação, pode ocorrer o FOG devido ao efeito da acinesia, porém apresenta-se de forma mais leve [5].

Durante o teste piloto, confirmou-se que o paciente tem mais episódios de *freezing* no estado OFF, o que comprova a necessidade da coleta de dados em ambos estados. Desta forma, a coleta é realizada no período da manhã para que o indivíduo com DP possa estar sem a medicação (Levodopa) pelo período de no mínimo doze (12) horas, e, também, para não prolongar o período OFF, pois, em seguida, ele toma a medicação e é, então, aguardado o período ON para nova coleta.

No ambiente de Coleta TUG, os participantes serão solicitados a caminharem 3 metros e ficarem 10 segundos em pé parados dentro do quadrado de fita marcado no chão, para obter um sinal de base para o movimento da perna da parada voluntária, e possível comparação com o FOG [5].

Ainda no ambiente do TUG, o voluntário realiza o teste TUG, que é um teste consolidado e foi enfoque em diversos estudos que abordavam a análise da marcha em pacientes com DP [9], [15]–[18]. Ele foi inserido no protocolo por ser considerado o padrão-ouro para essa abordagem.

Para compor o segundo ambiente de coleta, o ambiente circuito físico e dupla-tarefa, a escolha da largura do portal para a tarefa motora simples foi definida considerando um estudo realizado por Almeida e colaboradores [15], eles propuseram um teste que começa com o voluntário sentado na cadeira e, ao receber um sinal, ele levanta e anda por três metros, passando por uma porta; ao atingir o marcador de três metros ele vira, e volta pelo mesmo caminho para sentar novamente.

O teste [15] foi realizado com três tamanhos diferentes de passagem de porta: espaçosa (1,8m), normal (0,9m) e estreita (0,675m). Os resultados desse experimento mostraram que o grupo FOG+ foi mais afetado no tamanho e na variabilidade do passo. O tamanho do passo diminuiu e a variabilidade da passada aumentou à medida que o tamanho da porta diminuiu. Quanto mais estreita a passagem, mais afetada a marcha do voluntário FOG+. Por isso o portal possui 67,5cm.

Para a dupla-tarefa, será gravado apenas um áudio DMT de 60 segundos com dígitos aleatórios e um dígito é sorteado antes de cada coleta.

No teste piloto conduzido pelos autores do presente estudo foi definido que o áudio da DMT deve ter 60 segundos de duração, tempo que se mostrou suficiente para que o paciente percorra todo o circuito físico.

TABELA I – PROTOCOLO DE COLETA DE DADOS

Item	Atividade	CL1	CL2
1	Será solicitado para os pacientes com a DP que eles não tomem a primeira medicação do dia		

2	Na entrada, será medida a temperatura do paciente e higienização das mãos com álcool em gel.		
3	Perguntar sobre a alimentação do paciente e oferecer um lanche		
4	O paciente inicialmente vai para a sala de avaliação para realizar a UPDRS com a fisioterapeuta		
5	Na sala de avaliação, explicar o TCLE, paciente assina duas vias e recebe uma via		
6	A fisioterapeuta realiza o Mini Mental – teste rápido cognitivo		
7	Realiza a UPDRS Parte 2 e 3		
8	Classifica o paciente no Estadiamento <i>Hoehn and Yarh</i>		
9	Confirma o estado OFF e identificar o lado mais prejudicado do paciente		
10	Aplicar parte 1 do NFOG para discriminar FOG - e FOG +		
11	Aplicar o restante do NFOG-Q para o grupo PD FOG+ e anotar os scores		
12	O paciente se desloca para o ambiente de avaliação TUG		
13	Equipe executora higieniza as mãos e a cadeira do ambiente de avaliação TUG		
14	Medir a dimensão do quadril do voluntário		
15	Colocar os sensores nas duas pontas da espinha ilíaca e na perna do lado mais prejudicado do paciente		
16	Confirmar posição da câmera		
17	Explicar para o paciente sobre a parada voluntária, paciente realiza 1x para familiarização		
18	Paciente senta na cadeira		
19	Inicia a gravação de vídeo		
20	Inicia a coleta com os três sensores/Sinal para confirmar início da coleta no vídeo (luz) simultaneamente		
21	O paciente caminha até o centro do quadrado e fica parado por 10 segundos 3x – parada voluntária – com pausa de 3 minutos sentado		

22	Em cada pausa, encerrar a coleta com os sensores e desligar a luz simultaneamente e realiza a transferência de dados para o celular		
23	Encerra a gravação do vídeo		
24	O paciente realiza o TUG 1x, com a ajuda da equipe executora, para familiarização		
25	Paciente senta na cadeira		
26	Inicia a gravação de vídeo		
27	Inicia a coleta com os três sensores/Sinal para confirmar início da coleta no vídeo (luz) simultaneamente		
28	TUG 3x com pausa de 3 minutos com o paciente sentado		
29	Em cada pausa, encerrar a coleta com os sensores e desligar a luz simultaneamente e realiza a transferência de dados para o celular		
30	Encerra a gravação do vídeo		
31	O paciente se desloca para a garagem frontal da APT, ambiente do circuito físico		
32	Confirmar posição da câmera		
33	O paciente é apresentado à tarefa motora simples. Ele será orientado para contornar inicialmente o obstáculo correspondente ao lado da perna que está o sensor		
34	O paciente percorre uma vez o circuito, com a ajuda da equipe executora, para familiarização		
35	Paciente senta na cadeira		
36	Inicia a gravação de vídeo		
37	Inicia a coleta com os três sensores/Sinal para confirmar início da coleta no vídeo (luz) simultaneamente		
38	Tarefa motora simples 3x com pausa de 3 minutos com o paciente sentado		
39	Em cada pausa, encerrar a coleta com os sensores e desligar a luz simultaneamente e realiza a transferência de dados para o celular		



40	Encerra a gravação do vídeo		
41	O paciente é apresentado à tarefa cognitiva: Digital Monitoring Task (DMT) com um dígito sorteado		
42	O paciente sorteia outro dígito. O número sorteado é retirado para que ele não o sorteie novamente		
43	Ele será orientado novamente para repetir a tarefa motora-simples e ao mesmo tempo fazer a DMT		
44	Inicia a gravação de vídeo		
45	Inicia a coleta com os três sensores/Sinal para confirmar início da coleta no vídeo (luz) simultaneamente		
46	Dupla-tarefa motora-cognitiva 3x com pausa de 3 minutos com o paciente sentado		
47	Em cada pausa, encerrar a coleta com os sensores e desligar a luz simultaneamente, e realiza a transferência de dados para o celular; Também perguntar para o voluntário o resultado da DMT e anotar		
48	Encerra a gravação do vídeo		
49	Tirar os sensores		
50	Paciente vai para a cozinha e higieniza as mãos		
51	Paciente toma o remédio		
52	Paciente espera 40 minutos, pode tomar apenas suco e água		
53	Reiniciar o celular e passa os dados dos sensores para o computador		
54	Confirmar os sinais		
55	Paciente vai para o ambiente da UPDRS		
56	UPDRS Parte 3. Na UPDRS será confirmado o estado ON		
57	O paciente repete as atividades dos itens 10 ao 38, exceto 15, 24 e 30, sobre familiarização com as tarefas		

Como anteriormente mencionado, é importante que a coleta seja feita em ambos estados de medicação, por isso o paciente toma o remédio e permanece na APT para nova

coleta. Durante a pausa de quarenta minutos (40 min) após a tomada da medicação, é oferecido apenas suco e água, já que o alimento pode atrapalhar a digestão e absorção da medicação.

Após identificar que o indivíduo está no período ON é realizada novamente a Parte III da MDS-UPDRS para verificar os sinais motores da DP enquanto ele está sob o efeito da LEVODOPA. A parte II são questões relacionadas à vida diária do indivíduo e os períodos ON e OFF não interferem na resposta, não havendo a necessidade de repetição.

Todos os itens do protocolo devem ser refeitos, exceto a parte referente à familiarização, e demais que estão marcadas em vermelho na coluna CL2.

## V. CONCLUSÃO

Ao final do trabalho, foi possível desenvolver um protocolo para coleta de informações da marcha de pacientes com DP com e sem o sintoma *freezing*, nos estados ON e OFF e de pessoas saudáveis. Um teste piloto foi realizado com um paciente com DP, o que comprovou que o protocolo é adequado, seguro e robusto.

## VI. AGRADECIMENTOS

*The present work was carried out with the support of the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq), Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES – Program CAPES/DFATD-88887.159028/2017-00, Program CAPES/COFECUB-88881.370894/2019-01) and the Foundation for Research Support of the State of Minas Gerais. A. O. Andrade is fellow of CNPq, Brazil (304818/2018-6).*

## REFERÊNCIAS

- [1] M. J. Armstrong and M. S. Okun, “Diagnosis and Treatment of Parkinson Disease: A Review,” *JAMA - Journal of the American Medical Association*, vol. 323, no. 6. American Medical Association, pp. 548–560, 11-Feb-2020.
- [2] H. A. Teive, *Doença de Parkinson: um Guia Prático para Pacientes e Familiares*. 2002.
- [3] C. G. Goetz *et al.*, “Movement Disorder Society-Sponsored Revision of the Unified Parkinson’s Disease Rating Scale (MDS-UPDRS): Scale presentation and clinimetric testing results,” *Mov. Disord.*, vol. 23, no. 15, pp. 2129–2170, 2008.
- [4] J. Nonnekes, N. Giladi, A. Guha, U. M. Fietzek, B. R. Bloem, and E. Ruzicka, “Gait festination in parkinsonism: introduction of two phenotypes.,” *J. Neurol.*, vol. 266, no. 2, pp. 426–430, Feb. 2019.
- [5] M. E. Morris, R. Ianssek, and B. Galna, “Gait festination and freezing in Parkinson’s disease: Pathogenesis and rehabilitation,” *Mov. Disord.*, vol. 23, no. S2, pp. S451–S460, Jul. 2008.
- [6] I. Killane *et al.*, “Dual motor-cognitive virtual reality training impacts dual-task performance in freezing of gait,” *IEEE J. Biomed. Heal. Informatics*, vol. 19, no. 6, pp. 1855–1861, 2015.
- [7] E. N. Beck, K. A. Ehgoetz Martens, and Q. J. Almeida, “Freezing of Gait in Parkinson’s Disease:

- An Overload Problem?," *PLoS One*, vol. 10, no. 12, p. e0144986, Dec. 2015.
- [8] J. M. Shine *et al.*, "Freezing of gait in Parkinson's disease is associated with functional decoupling between the cognitive control network and the basal ganglia," *Brain*, vol. 136, no. 12, pp. 3671–3681, 2013.
- [9] Q. T. Ly *et al.*, "Detection of turning freeze in Parkinson's disease based on S-transform decomposition of EEG signals," in *2017 39th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*, 2017, pp. 3044–3047.
- [10] A. Nieuwboer *et al.*, "Reliability of the new freezing of gait questionnaire: Agreement between patients with Parkinson's disease and their carers," *Gait Posture*, vol. 30, no. 4, pp. 459–463, 2009.
- [11] N. Giladi, H. Shabtai, E. S. Simon, S. Biran, J. Tal, and A. D. Korczyn, "Construction of freezing of gait questionnaire for patients with Parkinsonism," *Park. Relat. Disord.*, vol. 6, no. 3, pp. 165–170, 2000.
- [12] J. A. O. Baggio, M. B. Curtarelli, G. R. Rodrigues, and V. Tumas, "Validity of the Brazilian version of the freezing of gait questionnaire," *Arq. Neuropsiquiatr.*, vol. 70, no. 8, pp. 599–603, 2012.
- [13] T. T. da C. Capato, J. M. M. Domingos, and L. R. S. de Almeida, *Versão em Português da Diretriz Europeia de Fisioterapia para a Doença de Parkinson : Desenvolvida por vinte associações profissionais europeias e adaptada para Português Europeu e do Brasil*. 2015.
- [14] J. D. Podsiadlo, S. Bscpt, and M. D. J. Richardson, "The Timed 'Up & Go': A Test of Basic Functional Mobility for Frail Elderly Persons," 1991.
- [15] Q. J. Almeida and C. A. Lebold, "Freezing of gait in Parkinson's disease: A perceptual cause for a motor impairment?," *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry*, vol. 81, no. 5, pp. 513–518, 2010.
- [16] M. H. Nilsson and P. Hagell, "Freezing of Gait Questionnaire: Validity and reliability of the Swedish version," *Acta Neurol. Scand.*, vol. 120, no. 5, pp. 331–334, 2009.
- [17] B. Sijobert, J. Denys, C. A. Coste, and C. Geny, "IMU based detection of freezing of gait and festination in Parkinson's disease," in *2014 IEEE 19th International Functional Electrical Stimulation Society Annual Conference (IFESS)*, 2014, pp. 1–3.
- [18] E. Zirek, B. Ersoz Huseyinsinoglu, Z. Tufekcioglu, B. Bilgic, and H. Hanagasi, "Which cognitive dual-task walking causes most interference on the Timed Up and Go test in Parkinson's disease: a controlled study," *Neurol. Sci.*, vol. 39, no. 12, pp. 2151–2157, 2018.