

Revisão sobre tecnologias de avaliação do freezing em pessoas com doença de parkinson

Cristiane Ramos de Moraes
Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Biomédica
Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia, Brazil
ORCID: 0000-0003-3026-6267

Lígia Reis Nóbrega
Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Biomédica
Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia, Brazil
ORCID: 0000-0001-5169-4573

Rodrigo Ramos Rosa
Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Biomédica
Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia, Brasil
ORCID: 0000-0001-8628-9631

Fernanda de Paula Silva
Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Biomédica
Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia, Brazil
ORCID: 0000-0002-3988-0485

Selma Terezinha Milagre
Faculdade de Engenharia Elétrica
Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia, Brazil
ORCID: 0000-0002-0807-9839

Resumo—A única ferramenta validada disponível para avaliação subjetiva do *Freezing of Gait* (FOG) é o questionário *Freezing of Gait Questionnaire* (FOGQ). Coletar informações precisas sobre o estado clínico do paciente com *freezing* é de grande relevância para o planejamento do tratamento e avaliação. O objetivo deste artigo foi realizar uma revisão narrativa buscando descrever as tecnologias objetivas disponíveis para medir o FOG em pessoas com Doença de Parkinson (DP). Para tal, foi pesquisada a literatura dos últimos 5 anos (2015 a 2020) utilizando os bancos de dados PubMed, IEEE Xplore e Web of Science. Tal busca resultou em um total de 8 artigos selecionados, nos quais foram encontradas 6 tecnologias para avaliação do FOG. Espera-se com este trabalho fomentar a discussão sobre Avaliação de Tecnologias em Saúde (ATS) em diferentes Equipamentos Médicos Assistenciais (EMA) com o intuito de compreender a importância de tais avaliações para a Saúde.

Palavras-chaves— Doença de Parkinson, Congelamento da marcha, Avaliação de Tecnologias em Saúde.

Abstract—*The only validated tool available for subjective assessment of the Freezing of Gait (FOG) is the Freezing of Gait Questionnaire (FOGQ). Gather accurate information about the clinical status of the patient with freezing is of great relevance for treatment planning and evaluation. The aim of this paper was to carry out a narrative review seeking to describe the objective technologies available to measure FOG in people with Parkinson's Disease (PD). Therefore, the search included the literature of the last 5 years (2015 to 2020) on PubMed, IEEE Xplore and Web of Science databases. This search resulted in a total of 8 selected articles, in which 6 technologies for FOG assessment were found. It is expected to foster the discussion on Health Technology Assessment (HTA) in different Medical Assistance Equipment (EMA) to understand the importance of such assessments for Health.*

Keywords — *Parkinson's Disease, Freezing of Gait, Health Technology Assessment*

I. INTRODUÇÃO

A Doença de Parkinson (DP) é uma doença neurodegenerativa que provoca sintomas motores, com o

progresso da doença o indivíduo com DP pode apresentar deficiências funcionais na marcha [1]. O *Freezing of Gait* (FOG) é um dos sintomas motores debilitantes, intimamente ligado ao aumento do risco de quedas, presentes na pessoa com DP. Tal sintoma é caracterizado por episódios curtos e repentinos de incapacidade para dar um passo à frente [2].

O FOG frequentemente ocorre ao iniciar a caminhada, ao girar o corpo, ao se deparar com um obstáculo ou com um caminho estreito [3]. O FOG ocorre em cerca de 50% das pessoas acometidas com a DP, sendo mais comum à medida que a doença avança [4]. As ferramentas utilizadas para avaliação do FOG podem ser classificadas em dois grupos: as subjetivas e as objetivas.

Dentre as ferramentas subjetivas o questionário *Freezing of Gait Questionnaire* (FOGQ) é a única ferramenta validada disponível para avaliação do FOG. O FOGQ tem uma boa confiabilidade em teste-reteste [5]. Os pacientes são classificados como *freezers* de acordo com o terceiro item do questionário: *Do you feel that your feet get glued to the floor while walking, making a turn or when trying to initiate walking (freezing)?* [6].

Outras ferramentas subjetivas podem ser utilizadas na avaliação do FOG, no entanto as mesmas funcionam de maneira auxiliar como para verificar a performance da marcha em linha reta, caso do teste *Timed Up and Go* (TUG); ou outras condições motoras com a escala *Unified Parkinson's Disease Rating Scale III* (UPDRS) na sua terceira seção e qualidade de vida que pode ser obtida via questionário [1], como por exemplo o *Parkinson's Disease Questionnaire* (PDQ-39) [7].

Embora os pacientes reportem, constantemente, episódios de FOG quando estão em casa, quando avaliados durante as visitas clínicas o *Freezing of Gait* pode não ser observado [3][8][9]. Isto ocorre devido ao fato de que o FOG requer condições particulares para ocorrer ou ambientes desafiadores que envolvem a necessidade de realização de multitarefas e o período relacionado à tomada de medicação do paciente, podendo o *freezing* manifestar apenas no período off [3].

Assim, as ferramentas de avaliação objetiva surgem como um mecanismo para auxiliar a avaliação clínica, podendo fornecer, ao profissional de saúde, uma quantidade de dados

significativa acerca das condições clínicas do paciente. Dessa forma, os profissionais de saúde terão melhores condições para avaliar o paciente, e definir o tratamento mais adequado a sua condição, o que resultará em uma assistência médica apropriada e uma melhora em sua qualidade de vida [9].

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é realizar uma revisão narrativa buscando descrever as tecnologias objetivas disponíveis para medir o FOG em pessoas com Doença de Parkinson (DP).

II. MATERIAIS E MÉTODOS

A. Metodologia para revisão da literatura

Para a execução deste artigo, inicialmente foi desenvolvido um Parecer Técnico Científico (PTC), com o objetivo de conhecer as tecnologias disponíveis para avaliação do FOG, bem como, analisar como tais tecnologias impactam a vida dos pacientes com Doença de Parkinson com *Freezing of Gait* atualmente e no futuro. Não obstante, busca-se com este trabalho concluir se as tecnologias para avaliação do FOG devem ser empregadas no sistema de saúde.

Para tal, foram incluídos nesta pesquisa artigos científicos buscados em algumas das principais bases de dados da área da saúde e engenharia: IEEE Xplore, PubMed e Web of Science. O período de realização da pesquisa foi 01/08/2020 até 21/08/2020. Foram usados os seguintes descritores em Ciências da Saúde (DeCS), envolvendo, os termos da seguinte forma: “*parkinson's disease*” AND “*gait*” AND “*freezing*” OR “*freezing of gait*” AND “*technologies assessing*”.

As seguintes informações, dos estudos selecionados, foram extraídas: (1) avaliação do FOG em ambiente clínico e/ou em casa; (2) tipo de tecnologia; (3) validação dos dados; (4) avaliação de outras características da Doença de Parkinson e (5) o tipo de movimento avaliado.

B. Critérios de Elegibilidade

A análise dos critérios de inclusão, consistiu em selecionar somente trabalhos originais com relato de dados e estudos de investigação publicados entre 2015 e 2020, em que: (1) A tecnologia foi aplicada em pacientes com DP; (2) A tecnologia avalia FOG; (3) O trabalho foi publicado em inglês. Neste contexto, a tecnologia foi definida segundo o dicionário de Oxford como “máquinas e dispositivos eletrônicos desenvolvidos com base científica” [10].

Quanto aos critérios de exclusão, foram eliminados artigos em que os métodos utilizados não estavam detalhados, sendo eles revisões ou resenhas, os artigos em que não foi possível ter acesso integral ao seu conteúdo, artigos em estado de conferência; e estudos que apresentam apenas escalas de avaliação subjetivas do FOG.

III. RESULTADOS

Como resultado desta revisão de literatura, foram encontrados um total de 45 trabalhos, após o processo de revisão foram selecionados 8 artigos de maior relevância para este estudo. O Fluxograma da pesquisa realizada está detalhado na Figura 1.

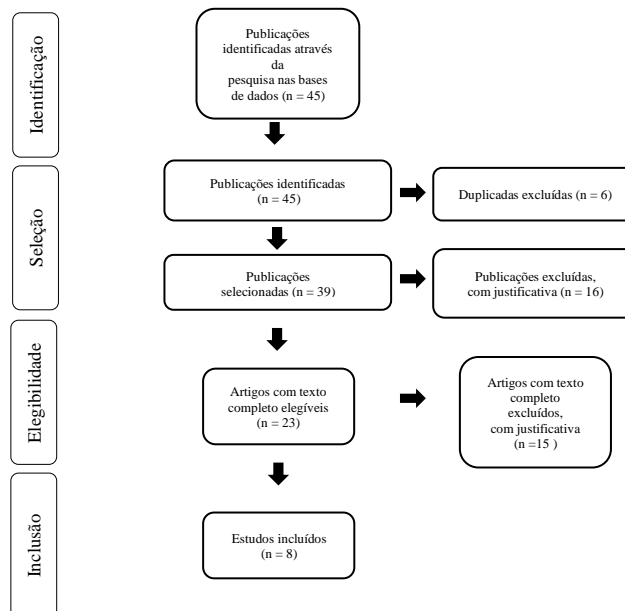


Fig. 1. Fluxograma da revisão de literatura.

Obteve-se ao fim desta pesquisa a análise descritiva e sumarização de informações sobre as tecnologias de avaliação do *freezing* na marcha em pessoas com DP, tais resultados estão detalhados e discutidos a seguir. Um resumo das tecnologias utilizadas para avaliação do FOG pode ser observado na Figura 2.

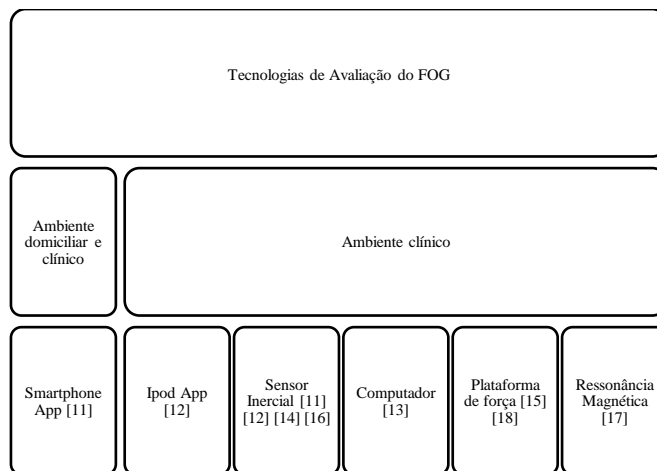


Fig. 2. Tecnologias de Avaliação do FOG encontradas.

A. Tipo de avaliação

Dentre as seis tecnologias encontradas para avaliação do FOG, uma oferece avaliação em ambiente clínico e domiciliar [11], e cinco oferecem apenas avaliação em ambiente clínico [12][13][14][15][16][17][18]. Sendo que todas apresentam apenas avaliação transversal (não recorrente).

B. Tecnologia utilizada

Quatro estudos utilizaram sensores inerciais [11][12][14][16]. Sendo que um utilizou smartphone [11], um utilizou iPod [12], um utilizou sistema baseado em computador [13], um utilizou equipamento de ressonância magnética [17] e dois utilizaram plataforma de força [15][18].

C. Movimento avaliado

Das seis tecnologias encontradas, um artigo avaliou o movimento de subida e descida da perna parado no lugar (*Step in place*) com dupla tarefa (subtração numérica e ouvir e repetir palavras) [12]. Outro artigo utilizou o *Time React Task* apenas para reação a estímulo sonoro, estímulo visual e a estímulo áudio visual, o paciente ficou sentado em frente ao computador e foi orientado a apertar um botão o mais rápido possível quando estimulado [13]. Um artigo utilizou o teste da postura de uma perna *One-Leg Stance Test* (OLS) [14], outro avaliou o equilíbrio com dupla tarefa, por meio de leitura e contagem decrescente [15], outro utilizou o *Stand up and Go* [16], outro utilizou movimentos de atividades diárias [11], outro utilizou o estado de repouso, *Resting state fMRI* [17] e outro utilizou o *Sensory Organization Test* [18].

D. Validação dos dados

Todos os trabalhos utilizaram questionários de avaliação clínica para validar seus resultados.

IV. DISCUSSÃO

Dentre as tecnologias existentes para avaliação do *Freezing of Gait* há duas classes uma subjetiva e outra objetiva.

A tecnologia de avaliação objetiva caracteriza-se pelo uso de dispositivos eletrônicos e computacionais capazes de realizar medições dentro de critérios bem definidos de exatidão e precisão sendo, portanto, capazes de fornecer repetibilidade e confiabilidade nas avaliações, auxiliando os profissionais e avaliadores na assertividade da aplicação e melhor visualização dos sinais motores na visita clínica [19].

Tecnologias de avaliação objetivas são, portanto, uma ferramenta de importância para o profissional de saúde, balizar e confirmar seus diagnósticos e consequentemente definir o tratamento mais adequado. Tais dispositivos dão suporte para que o profissional de saúde direcione o tratamento da melhor forma possível, consequentemente, possibilitando uma melhor qualidade de vida para ao paciente [19].

Dentre as tecnologias objetivas para avaliação do FOG encontradas nos trabalhos pesquisados, foi feita uma avaliação de acordo com características da tecnologia utilizada no intuito de auxiliar na escolha de uso em ambiente clínico e doméstico. As características utilizadas foram: Portabilidade; Mobilidade; Custo; Telemedicina e Usabilidade.

A Tabela 1 mostra as tecnologias encontradas e suas classificações frente a estes critérios.

TABELA I. COMPARATIVOS ENTRE AS TECNOLOGIAS DE AVALIAÇÃO OBJETIVA DO FOG.

Tecnologia	Sensor Inercial	Computador e periféricos	Plataforma de força	Ressonância Magnética
Portabilidade	Sim	Não	Não	Não
Mobilidade	Sim	Sim	Não	Não
Custo	Baixo	Baixo	Alto	Alto
Telemedicina	Sim	Sim	Não	Não
Usabilidade	Simples	Simples	Complexa	Muito Complexa

Pensando nos ambientes clínicos, os equipamentos portáteis são interessantes, na medida em que podem ser montados com facilidade no ambiente físico, ou seja, não necessitam de um ambiente preparado especificamente para o seu uso.

A mobilidade é uma característica fundamental para avaliações em ambientes domésticos. Tais avaliações visam coletar dados dos pacientes em atividades comuns do dia a dia. Este tipo de avaliação é muito importante quando se trata do FOG, pois este sinal motor pode não se manifestar durante a visita clínica. Embora o profissional de saúde possa induzir de alguma forma o *freezing*, esta avaliação não contempla toda a complexidade do FOG para o paciente.

Atualmente a telemedicina tem se apresentado como uma necessidade cada vez mais exigida. No cenário da avaliação do FOG isto não é diferente, portanto, essa é uma característica importante ao se avaliar uma tecnologia.

A falta de usabilidade é uma constante fonte de erros no ambiente clínico, pois exige uma simplicidade na manipulação do equipamento para que o uso seja o mais amplo e intuitivo possível.

Não obstante, a preocupação com custo é de extrema relevância, principalmente em um país com várias carências no setor de saúde, como é o caso do Brasil. Assim deve-se sempre buscar o melhor custo-benefício em relação a aquisição de uma tecnologia em saúde.

V. CONCLUSÃO

A utilização de tecnologias para avaliação objetiva de sintomas motores em pessoas com Doença de Parkinson é uma questão importante para o tratamento da doença, na medida em que auxilia o profissional de saúde em um diagnóstico e tratamento mais correto e eficiente.

Por meio da análise dos dados apresentados neste artigo é possível concluir que o uso de tecnologias para avaliação do FOG baseadas em sensores inerciais são as mais recomendadas, visto que apresentam grande portabilidade e mobilidade, suporte a telemedicina, usabilidade simples e melhor custo-benefício (tecnologia de baixo custo).

Tais tecnologias são de grande importância para auxiliar o trabalho do profissional de saúde na busca e definição do melhor tratamento para o paciente. Para o paciente com DP, tecnologias que auxiliem na avaliação do FOG apresentam-se com fundamental relevância para melhoria da qualidade de vida, uma vez que auxilia no tratamento desse distúrbio limitante da sua mobilidade.

REFERÊNCIAS

- [1] F.-Y. Cheng, Y.-R. Yang, Y.-R. Wu, S.-J. Cheng, and R.-Y. Wang, "Effects of curved-walking training on curved-walking performance and *freezing* of gait in individuals with Parkinson's disease: A randomized controlled trial," *Parkinsonism Relat. Disord.*, vol. 43, pp. 20–26, Oct. 2017, doi: 10.1016/j.parkreldis.2017.06.021.
- [2] T.-M. Mi et al., "High-frequency rTMS over the supplementary motor area improves *freezing* of gait in Parkinson's disease: a randomized controlled trial," *Parkinsonism Relat. Disord.*, vol. 68, pp. 85–90, Nov. 2019, doi: 10.1016/j.parkreldis.2019.10.009.
- [3] J. G. Nutt, B. R. Bloem, N. Giladi, M. Hallett, F. B. Horak, and A. Nieuwboer, "Freezing of gait: Moving forward on a mysterious clinical phenomenon," *The Lancet Neurology*, vol. 10, no. 8, Lancet Neurol, pp. 734–744, Aug-2011, doi: 10.1016/S1474-4422(11)70143-0.
- [4] M. E. Morris, R. Ianssek, and B. Galna, "Gait festination and *freezing* in Parkinson's disease: Pathogenesis and rehabilitation," *Movement*

- Disorders*, vol. 23, no. SUPPL. 2. *Mov Disord*, 2008, doi: 10.1002/mds.21974.
- [5] 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, Jul. 2000, doi: 10.1016/S1353-8020(99)00062-0.
- [6] N. Giladi et al., "Validation of the *Freezing of Gait* Questionnaire in patients with Parkinson's disease," *Mov. Disord.*, vol. 24, no. 5, pp. 655–661, Apr. 2009, doi: 10.1002/mds.21745.
- [7] P. Hagell and C. Nygren, "The 39 item Parkinson's disease questionnaire (PDQ-39) revisited: Implications for evidence based medicine," *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry*, vol. 78, no. 11, pp. 1191–1198, 2007, doi: 10.1136/jnnp.2006.111161.
- [8] B. R. Bloem, J. M. Hausdorff, J. E. Visser, and N. Giladi, "Falls and *freezing* of Gait in Parkinson's disease: A review of two interconnected, episodic phenomena," *Movement Disorders*, vol. 19, no. 8. *Mov Disord*, pp. 871–884, Aug-2004, doi: 10.1002/mds.20115.
- [9] E. Heremans, A. Nieuwboer, and S. Vercruyse, "Freezing of gait in Parkinson's disease: Where are we now? Topical collection on movement disorders," *Curr. Neurol. Neurosci. Rep.*, vol. 13, no. 6, 2013, doi: 10.1007/s11910-013-0350-7.
- [10] Technology, Oxford dictionary, Last updated 2016, Accessed in 2016.
- [11] A. Garzo et al., "Design and development of a gait training system for Parkinson's disease," *PLoS One*, vol. 13, no. 11, Nov. 2018, doi: 10.1371/journal.pone.0207136.
- [12] T. Chomiak et al., "A new quantitative method for evaluating *freezing* of gait and dual-attention task deficits in Parkinson's disease," *J. Neural Transm.*, vol. 122, no. 11, pp. 1523–1531, Nov. 2015, doi: 10.1007/s00702-015-1423-3.
- [13] C. Fearon, J. S. Butler, L. Newman, T. Lynch, and R. B. Reilly, "Audiovisual Processing is Abnormal in Parkinson's Disease and Correlates with *Freezing of Gait* and Disease Duration," *J. Parkinsons. Dis.*, vol. 5, no. 4, pp. 925–936, Oct. 2015, doi: 10.3233/JPD-150655.
- [14] G. Bonora et al., "Investigation of Anticipatory Postural Adjustments during One-Leg Stance Using Inertial Sensors: Evidence from Subjects with Parkinsonism.," *Front. Neurol.*, vol. 8, no. JUL, p. 361, Jul. 2017, doi: 10.3389/fneur.2017.00361.
- [15] W. Buated, P. Lolekha, S. Hidaka, and T. Fujinami, "Impact of Cognitive Loading on Postural Control in Parkinson's Disease With *Freezing of Gait*," *Gerontol. Geriatr. Med.*, vol. 2, p. 2333721416673751, Aug. 2016, doi: 10.1177/2333721416673751.
- [16] T. T. Pham et al., "*Freezing of Gait* Detection in Parkinson's Disease: A Subject-Independent Detector Using Anomaly Scores," *IEEE Trans. Biomed. Eng.*, vol. 64, no. 11, pp. 2719–2728, Nov. 2017, doi: 10.1109/TBME.2017.2665438.
- [17] T.-M. Mi et al., "Repetitive transcranial magnetic stimulation improves Parkinson's *freezing* of gait via normalizing brain connectivity.," *NPJ Park. Dis.*, vol. 6, no. 1, p. 16, Dec. 2020, doi: 10.1038/s41531-020-0118-0.
- [18] Y. E. Huh, S. Hwang, K. Kim, W. H. Chung, J. Youn, and J. W. Cho, "Postural sensory correlates of *freezing* of gait in Parkinson's disease," *Park. Relat. Disord.*, vol. 25, pp. 72–77, Apr. 2016, doi: 10.1016/j.parkreldis.2016.02.004.
- [19] H. Hasan, D. S. Athauda, T. Foltyniec, and A. J. Noyce, "Technologies Assessing Limb Bradykinesia in Parkinson's Disease," *Journal of Parkinson's Disease*, vol. 7, no. 1. IOS Press, pp. 65–77, 2017, doi: 10.3233/JPD-160878.