



Evento: XII Seminário de Inovação e Tecnologia

## **DISPOSITIVO PIEZORESISTIVO PARA MENSURAR A PROGRESSÃO DE TREMOR DA DOENÇA DE PARKINSON<sup>1</sup>**

**PIEZORESISTIVE DEVICE TO MEASURE THE TREMOR PROGRESSION OF PARKINSON'S DISEASE**

**Isis Paranho Viana<sup>2</sup>, Luiz Antonio Rasia<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Projeto de pesquisa desenvolvido na Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, pelo Grupo de Materiais e Dispositivos (GPMaD), Projeto com financiamento externo do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

<sup>2</sup> Estudante do curso de Medicina, bolsista PIBIT/CNPq.

<sup>3</sup> Professor orientador.

### **INTRODUÇÃO**

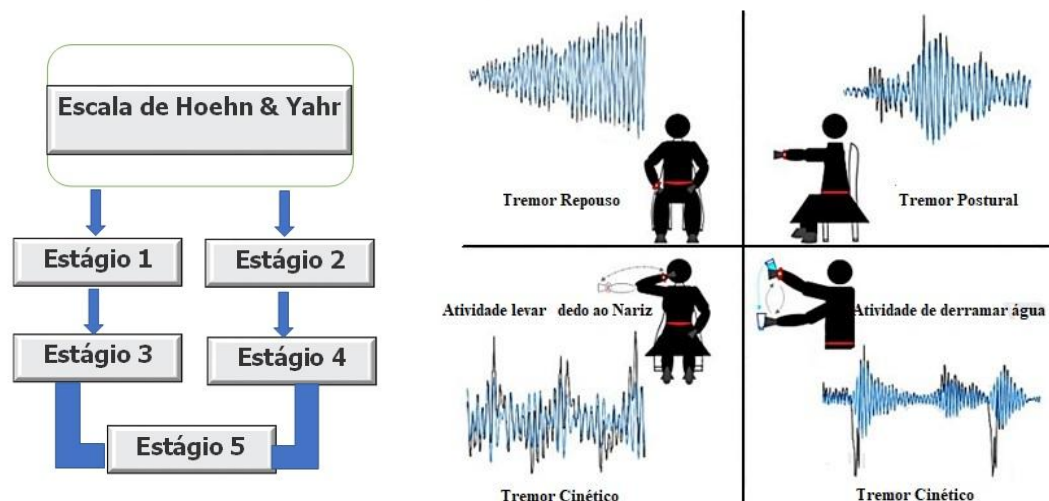
A Doença de Parkinson (DP) é uma das doenças de distúrbio de movimento mais frequentes e a estimativa é que sua presença aumente nas próximas décadas. A DP é uma patologia neurodegenerativa que afeta mais de 250 mil portadores de pessoas no Brasil, de acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS). Atualmente, não há tratamento aprovado que altere a taxa de progressão da doença em questão. Todavia, o tratamento mais indicado, até então, é a Terapia de Reposição de Dopamina que compensa a falta endógena.

Fisiologicamente, comportamentos intencionais são construídos em sequências de movimentos organizados dentro dos gânglios da base e encaminhados, através do tronco encefálico, para a espinha dorsal, onde os sinais são convertidos em contrações medulares sinérgicas. Desse modo, a degeneração do sistema dopaminérgico dos gânglios da base interfere na execução das sequências de movimento [1].

Nesse contexto, os principais sintomas motores, nesses pacientes, podem ser definidos como tremor de repouso, bradicinesia, rigidez marcha e disfunção [2]. As escalas de intervalo para avaliação de tremor são ferramentas clínicas válidas para o exame do tremor [3,4]. No entanto, essas ferramentas não são isentas de preconceitos. Conseqüentemente, a necessidade de um sistema que meça este sintoma motor de forma objetiva, fácil e contínua em pacientes com DP é de grande interesse para especialistas em distúrbios do movimento [5].

As abordagens existentes para avaliar pacientes com Parkinson são limitadas, sendo orientada a execução de exames, anualmente, em um ambiente clínico supervisionado, com entrevistas subjetivas. O instrumento padrão-ouro atual para avaliar é o teste da Escala de Avaliação da Doença de Parkinson Unificada da Sociedade de Distúrbios do Movimento (MDS-UPDRS), ilustrada na Figura 1. O exame consiste na realização de tarefas, como bater os dedos e pisar o pé, que são os elementos que evidenciam os motores da doença. O clínico avalia, então, a amplitude, frequência e qualidade das tarefas baseadas na Escala de Hoehn e Yahr, que varia de 1 à 5 [6].

**Figura 1(a)** - Ilustração da Escala MDS - UPDRS. **(b)** - Principais tremores de uma pessoa em repouso sem DP.



Fonte: (a) Próprio Autor (b) Adaptado de [6].

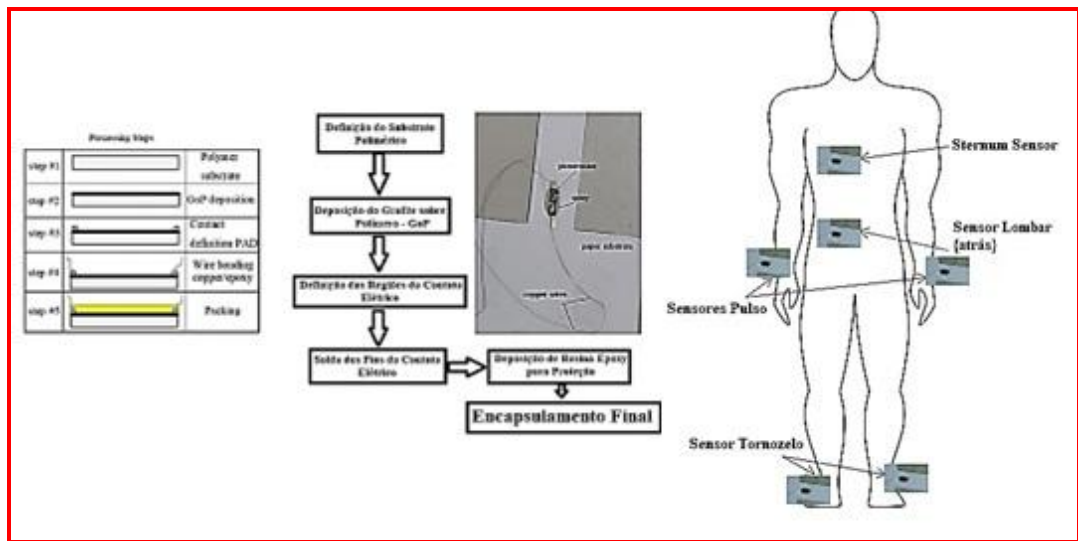
Nesse sentido, o monitoramento contínuo do movimento de diferentes partes do corpo pode fornecer dados para potenciais biomarcadores e para tratamentos de doenças, sendo, portanto, uma possibilidade e abordagem moderna de mensurar alterações do movimento e grau da doença. Este método está relacionado a deformação de um material elástico associado a uma resistência elétrica [7].

## METODOLOGIA

O desenvolvimento dos elementos sensores consiste em cinco etapas, sendo definidos as dimensões do substrato de papel, deposição manual de uma fina camada

piezoresistiva de grafite, definição das conexões de contatos elétricos com finos fios de cobre e, finalmente, o encapsulamento com epoxy. A Figura 2 ilustra o processo de fabricação dos piezoresistores já documentado em artigos publicados pelos integrantes do GPMaD [7] e a configuração dos sensores no corpo humano de acordo com [5].

**Figura 2** - Descrição das etapas de processo manual do sensor de grafite encapsulado e procedimentos de aplicação para monitoramento de sinais



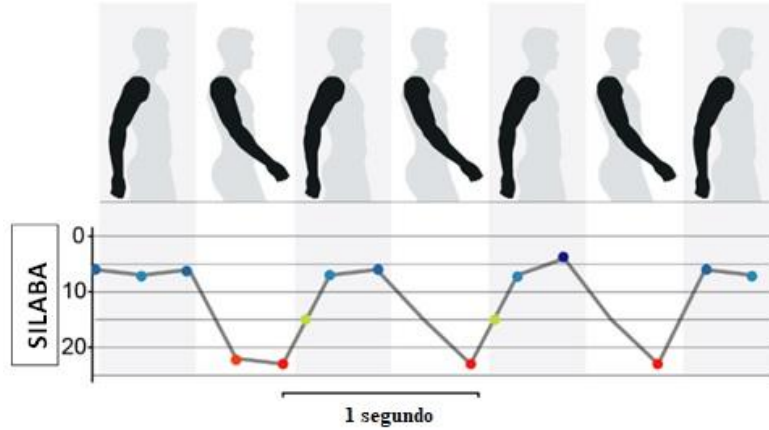
Fonte: GPMaD

A crescente desregulação do movimento de uma pessoa à medida que a neuropatologia progride exige uma necessidade extra de transmissão contínua de um método de informações e dados que, além de mostrar o estado da doença motora, objetiva não interferir diretamente na vida da pessoa e fornece ao profissional o acompanhamento do atual estágio da doença.

A Figura 3, ilustra uma abordagem de movimentos básicos usando uma pulseira produzida com material elastomérico com dispositivos sensores capazes de medir uma alteração dos movimentos dos braços de uma pessoa. Desse modo, um conjunto de símbolos do movimento do punho, por exemplo, é definido e detectado em dados contínuos usando um modelo estruturado através da técnica de K-Means Clustering, com possibilidade de associação com IoT - Internet on Thinks e AI - Artificial Intelligence e usando Machine Learning [2-3].



**Figura 3** - Ilustração de alguns possíveis movimentos usando o conceito de sílabas



Fonte: Adaptado de [ 2]

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o estudo, foram aplicados algoritmos e desenvolvido um modelo matemático executado em software, ainda em teste, para extrair valor dos dados do sensor. Este procedimento fornece uma maneira de monitorar e medir a progressão da doença e a qualidade do movimento em pacientes com DP. O dispositivo permite que um neurologista compare as avaliações do paciente tanto em um ambiente clínico quanto em domiciliar. Com a abordagem aprovada, calibrada e aprimorada, será possível realizar estimativas estáveis da DP usando os resultados obtidos pelo sistema em estudo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do presente projeto, grandes avanços podem ser realizados na área médica e tecnológica, uma vez que o trabalho preenche uma lacuna entre os estudos em clínica e em ambiente domiciliar, apresentando métodos que podem ser contínuos durante as atividades diárias dos pacientes acometidos. Em síntese, uma representação de movimentos de pacientes com a doença de Parkinson expressa, através de símbolos e captura de sinais a qualidade do comportamento motor. O aprimoramento do projeto possibilitará a detecção de outros estados neurológicos degenerativos com movimentos padronizados.



**Palavras-chave:** Parkinson. Dispositivos Sensores. IoT.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPERGS e ao CNPq pelo apoio financeiro na forma de bolsas de estudo e inovação tecnológica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]. NORRIS, Tommie L. **Porth - Fisiopatologia: Doença de parkinson**. Grupo GEN, 2021. 9788527737876. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788527737876/>. Acesso em: 13 maio. 2022.
- [2]. Roberto López-Blanco, Miguel A. Velasco, Antonio Méndez Guerrero, Juan Pablo Romero, María Dolores del Castillo, J. Ignacio Serrano, Julián Benito-León, Félix Bermejo-Pareja, Eduardo Rocon. **Essential Tremor Quantification Based on the Combined Use of a Smartphone and a Smartwatch: the NetMD study**. Journal of Neuroscience Methods. Volume 303, pp. 95-102. 2018.
- [3] Syed Aziz Shah , Aifeng Re, Dou Fan , Zhiya Zhang, Nan Zhao, Xiaodong Yang, Ming Luo , Weigang Wang, Fangming Hu, Masood Ur Rehman, Osamah S. Badarneh and Qammer Hussain Abbasi. **Internet of Things for Sensing: A Case Study in the Healthcare System**. Appl. Sci. 8, 508. pp. 4 -16. 2018. doi:10.3390/app8040508.
- [5]. Luiz Antonio Rasia, Carlos Eduardo Andrades, Thiago Gomes Heck, Julia Rasia. **Approach Pencil-on-Paper to Flexible Piezoresistive Respiration Sensor**. WEA 2021. Communications in Computer and Information Science, vol 1431. Springer, Cham.
- [6] . Sanghee Moon<sup>1</sup>, Hyun-Je Song, Vibhash D. Sharma, Kelly E. Lyons, Rajesh Pahwa, Abiodun E. Akinwuntan and Hannes Devos. **Classification of Parkinson's disease and essential tremor based on balance and gait characteristics from wearable motion sensors via machine learning techniques: a data-driven approach**. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation. pp. 1 - 8. 2020.
- [7]. Farnaz Khoshmanesh, Peter Thurgood, Elena Pirogova, Saeid Nahavandi, Sara Baratchi. **Wearable sensors: At the frontier of personalised health monitoring, smart prosthetics and assistive technologies**. Biosensors and Bioelectronics, 176. pp. 1 - 16. 2021.