

CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO – TCC		
(X) PRÉ-PROJETO	() PROJETO	ANO/SEMESTRE: 2022/2

CAPTAÇÃO DE TREMORES UTILIZANDO DISPOSITIVO MÓVEL PARA MELHORAR O ACOMPANHAMENTO E DESENVOLVIMENTO DA DOENÇA DE PARKINSON

Christyelen Kramel

Prof. Dalton Solano dos Reis

1 INTRODUÇÃO

A Doença de Parkinson (DP) é uma doença neurológica que afeta os movimentos da pessoa. Ela ocorre por causa da degeneração das células situadas numa região do cérebro chamada substância negra. Essas células produzem a substância dopamina, que conduz as correntes nervosas (neurotransmissores) ao corpo. A falta ou diminuição da dopamina afeta os movimentos provocando alguns sintomas. A grande barreira para se curar a doença está na própria genética humana, pois, no cérebro, ao contrário do restante do organismo, as células não se renovam (Biblioteca Virtual em Saúde, 2019).

De acordo com a Biblioteca Virtual em Saúde (2019), os sintomas da DP consistem em um aumento gradual dos tremores, maior lentidão de movimentos, caminhar arrastando os pés, postura inclinada para frente, rigidez muscular, redução da quantidade de movimentos, distúrbios da fala, dificuldade para engolir, depressão, dores, tontura e distúrbios do sono, respiratórios e urinários.

Os tremores afetam os dedos ou as mãos, mas podem também afetar o queixo, a cabeça ou os pés. Pode ocorrer num lado do corpo ou nos dois, e pode ser mais intenso num lado que no outro. O tremor ocorre quando nenhum movimento está sendo executado, e por isso é chamado de tremor de repouso. Por razões que ainda são desconhecidas, o tremor pode variar durante o dia. Torna-se mais intenso quando a pessoa fica nervosa, mas pode desaparecer quando está completamente descontraída. O tremor é mais notado quando a pessoa segura com as mãos um objeto leve como um jornal. Os tremores desaparecem durante o sono (Biblioteca Virtual em Saúde, 2019).

A DP é a segunda patologia degenerativa, crônica e progressiva do sistema nervoso central mais frequente no mundo, atrás apenas da Doença de Alzheimer. Dados da Organização Mundial de Saúde (OMS) mostram que aproximadamente 1% da população mundial com idade superior a 65 anos possuem a DP. Segundo Magalhães (2019), no Brasil, estima-se que 200 mil pessoas sofram com o problema. A DP pode ser tratada, combatendo os sintomas e retardando o progresso da doença, já que ainda não possui uma cura, trazendo uma qualidade de vida maior aos pacientes.

Os dispositivos móveis já se fazem presente diariamente na vida das pessoas. O Brasil tem atualmente mais de um **smartphone** por habitante, segundo levantamento anual divulgado pela Fundação Getúlio Vargas (FGV). São 242 milhões de celulares inteligentes em uso no país, que tem pouco mais de 214 milhões de habitantes (CNN Brasil, 2022). Nos dias atuais, a tecnologia vem sendo cada vez mais aplicada para facilitar o dia a dia da população. Nos deparamos com diversos aplicativos que possibilitam otimizar nosso tempo e esforço, sendo eles voltados para diversas áreas, uma delas sendo a saúde.

Como mencionado anteriormente, os tremores são um dos sintomas diagnosticados da DP. Vendo essa característica, a proposta desse **artigo** é de um aplicativo para os dispositivos móveis que proporcione uma medição de tremores ocasionados pela DP. Essas medições serão feitas pelo próprio paciente, facilitando a utilização e gerando um histórico de avanço da doença.

O foco do aplicativo não é diagnosticar a DP, pois o diagnóstico da doença requer uma avaliação clínica, mas sim disponibilizar um histórico das medições para que os pacientes possam acompanhar com seus médicos a evolução de seus tremores. Os médicos também poderão indicar a utilização do aplicativo para pessoas que ainda não foram diagnosticadas com a DP, facilitando a descoberta por alterações nos históricos de captação, podendo ser logo no início dos sintomas, possibilitando uma qualidade de vida melhor ao decorrer do desenvolvimento da doença.

Diante disso serão utilizados os sensores do próprio dispositivo móvel para a coleta dos dados e o motor de jogos *Unity* para o desenvolvimento do **software** que fará a leitura das informações repassadas pelos sensores do dispositivo móvel e retorná-las para o usuário final.

1.1 OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho é disponibilizar um aplicativo para captação de tremores baseado no acelerômetro e giroscópio de um dispositivo móvel.

Os objetivos específicos são:

- a) detectar a intensidade de tremores através de um dispositivo móvel;
- b) realizar acompanhamento do avanço da doença;
- c) criar uma ficha clínica com alguns dados de saúde do usuário poderão ser relevantes para o acompanhamento médico;
- d) manter histórico das captações para diagnóstico médico.

2 TRABALHOS CORRELATOS

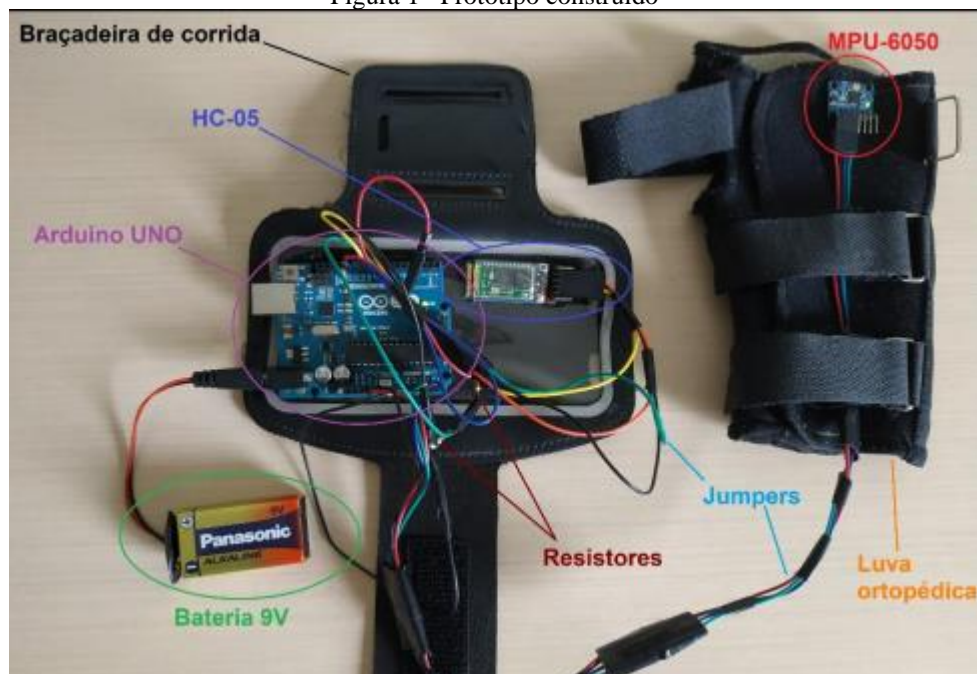
A seguir são apresentados três trabalhos correlatos. Na seção 2.1 será abordado o trabalho de Generoso (2019), que descreve um método de medição de tremores para pacientes com Parkinson utilizando Arduino Uno. Na seção 2.2 será descrito o trabalho de Jacintho (2019), que consiste em um protótipo que utiliza o sensor *Leap Motion* para quantizar os tremores de pacientes com a Doença de Parkinson. E por fim, o trabalho de Hui (2017), que utiliza os métodos de sensoriamento *comprimido* para realizar o reconhecimento de atividade humana usando acelerômetro tri-eixo em dispositivo móvel.

2.1 APLICAÇÃO DE SENSORES INERCIAIS PARA QUANTIFICAÇÃO DE TREMORES INVOLUNTÁRIOS NAS MÃOS DE PORTADORES DA DOENÇA DE PARKINSON

O trabalho de Generoso (2019) propõe quantificar os tremores involuntários usando uma plataforma de prototipação e sensores inerciais, com o objetivo de possibilitar por meio quantitativo, a realização de acompanhamentos no decorrer do tratamento da doença. Foi utilizada a combinação de *hardware* e *software* para obter os resultados e apresentá-los em tempo real para o usuário.

Generoso (2019) realizou a criação de um protótipo (Figura 1) utilizando Arduino *Uno*, uma placa MPU-6050, um módulo *bluetooth* HC-05, uma luva ortopédica e uma braçadeira de corrida para realizar a leitura dos tremores involuntários. O protótipo foi acoplado na mão direita dos pacientes, e enviava os dados obtidos via *Bluetooth* para um aplicativo que foi desenvolvido para dispositivos móveis, permitindo a visualização em tempo real dos resultados obtidos sendo apresentados em gráficos.

Figura 1– Protótipo construído



Fonte Generoso

Os testes realizados foram feitos em três etapas com posições de medição diferente que duraram 10 segundos cada. As posições eram todas com os pacientes sentados. A primeira posição requeria que o paciente estendesse o braço e mantê-lo, a segunda posição era com o braço apoiado e a terceira era utilizando um peso, realizando o movimento de levá-lo até a boca para a simulação de beber água. Os equipamentos utilizados mostraram-se suficientes para quantificar os tremores de portadores da *Doença de Parkinson*.

2.2 PROTÓTIPO PARA CAPTURA E QUANTIZAÇÃO DOS TREMORES DA DOENÇA DE PARKINSON

O trabalho de Jacintho (2019) tem o propósito de ajudar a analisar os sintomas da Doença de Parkinson (DP). Para realizar essa análise, o autor desenvolveu um protótipo usando o dispositivo *Leap Motion* para capturar e quantizar os tremores, que são um dos sintomas mais comuns encontrados em pacientes que possuem a DP, e faz uso de um programa que realiza a normalização das informações em uma única, aplica uma interpolação e, por fim, faz uma análise espectral através da FFT, convertendo a frequência em hertz.

De acordo com Jacintho (2019), 7 pacientes que possuíam a DP participaram do experimento. O teste necessitava que os pacientes colocassem o braço sobre uma superfície retangular com altura de 15cm, a fim de padronizar a altura da mão em relação ao sensor, Leap Motion. Assim, o braço ficava totalmente em repouso, sofrendo apenas a atuação da gravidade enquanto a mão ficava descoberta e visível para o sensor, conforme mostra a Figura 2.

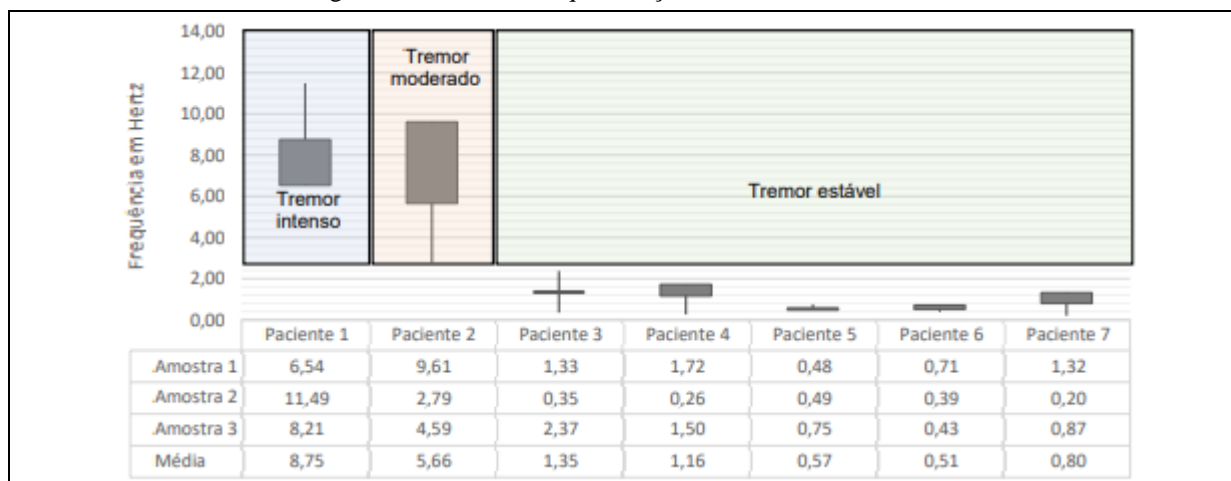
Figura 2– Cenário de Teste



Fonte Jacintho

Os testes foram realizados obtendo a captura dos tremores aconteceu a partir de uma série de 3 amostras de 10 segundos por paciente, totalizando 21 amostras coletadas. O autor subdividiu em 3 níveis de classificação de tremor, sendo estes intenso (frequências acima de 7Hz), moderado (frequências entre 4 a 7Hz) e estável (frequências abaixo de 4Hz). O teste analisou os tremores e quais os medicamentos são usados pelos pacientes e sua última dose ingerida. Os resultados dos testes estão apresentados na Figura 3.

Figura 3– Resultado da quantização dos tremores em hertz



Fonte Jacintho

O autor concluiu que o protótipo é capaz de capturar e quantizar os tremores de pacientes, ou futuros pacientes da DP. Também comenta possíveis melhorias para o protótipo como habilitar um histórico exclusivo do paciente, ou a melhora do processo de captura, para possuir um retorno visual do processo sendo realizado.

2.3 COMPRESSED SENSING METHOD FOR HUMAN ACTIVITY RECOGNITION USING TRI-AXIS ACCELEROMETER ON MOBILE PHONE

O trabalho de Hui (2017) propõe um método de sensoriamento compactado (explora os princípios de esparsidade para encontrar uma representação dos dados em que menos amostras são necessárias (**SPARSITY**)) para reconhecer as atividades humanas. Ele se baseia no método do sensoriamento **comprimido** e utiliza tanto informações de posicionamento dos dispositivos quanto dados brutos de acelerômetros de dispositivos móveis.

De acordo com Hui (2017), o método criado usa dados para diferentes posicionamentos de telefone para construir a matriz de dicionário *over-complete* (o qual fornece maior flexibilidade na captura de estruturas de baixa dimensão nos dados (QU, 2019)), o que resulta em uma matriz deste dicionário, mais suficiente com mais informações de atividades. Isso pode facilitar uma melhor solução do coeficiente esparso para melhorar a taxa de reconhecimento de atividade com base na teoria de detecção compactada. Em segundo lugar, usamos dados brutos de aceleração de três eixos amostrados pelo acelerômetro do telefone móvel para construir a matriz, em vez de calcular dados de aceleração sintéticos e extrair recursos para esse propósito, como é feito nos métodos de reconhecimento existentes. Isso reduz o tempo de cálculo e o consumo de energia, o que resulta em um melhor desempenho de reconhecimento e é valioso para aplicativos de dispositivos móveis.

O processo de reconhecimento de atividade segue as três etapas. A primeira etapa se faz pela construção de uma matriz de dicionário *over-complete* por meio de amostras de treinamento suficientes de diferentes atividades e diferentes posicionamentos de telefone. A segunda etapa é a projeção de observação aleatória para a matriz de dicionário completa **A** e qualquer amostra de teste **y** que precise ser reconhecida e, em seguida, avaliação do coeficiente esparso. E por fim a terceira etapa que realiza o cálculo do valor residual entre **y** e o vetor de amostra de treinamento para cada atividade e seleção da atividade que é representada pelo valor residual mínimo como a atividade para a amostra de teste (HUI, 2017).

Para os testes foi desenvolvido um programa para **smartphones** Android, que coletavam dados de aceleração de três eixos para o experimento. Foram selecionados cinco tipos de atividade (em pé, caminhar, correr, subir escadas e descer escadas), e coletados dados de 12 indivíduos (6 homens e 6 mulheres) cujas idades variou de 22 a 53 anos. Para o posicionamento dos dispositivos, foi requisitado que os indivíduos carregassem o celular em três lugares (na mão, no bolso da calça e na bolsa).

Foram coletados dados de aceleração para cada atividade com duração de 10s contínuos, sendo repetidos 10 vezes para a exclusão de erros. Totalizando 15 combinações de atividade e posicionamento do dispositivo móvel, com dois experimentos em ambiente de simulação Matlab. Primeiro sendo calculado a taxa de reconhecimento de diferentes atividades, utilizando quatro matrizes de observação (matriz aleatória de Gauss, matriz aleatória de Bernoulli, matriz aleatória esparsa e matriz aleatória de **Hadamard**), e em segundo, calcularam a taxa de reconhecimento de atividades alcançadas por um método de reconhecimento que não usa informações de localização de telefones celulares, com o objetivo avaliar o benefício do uso de informações de posicionamento de telefones celulares.

Os resultados experimentais, segundo Hui(2017), mostraram que o método proposto pode atingir uma precisão de reconhecimento da atividade humana de até 89,86% para cinco atividades humanas com três posicionamentos, e que a matriz aleatória gaussiana é a melhor escolha para o método proposto. Foi utilizada uma tabela de confusão (Figura 4) para examinar os resultados experimentais com mais detalhes.

Figura 4 – Tabela de confusão para uso de matriz aleatória Gaussiana com taxa de compressão de 100%

Activity	Placement	Standing			Walking			Running			Walking upstairs			Walking downstairs		
		P_1	P_2	P_3	P_1	P_2	P_3	P_1	P_2	P_3	P_1	P_2	P_3	P_1	P_2	P_3
Standing	P_1	116	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	P_2	2	115	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	P_3	1	0	116	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Walking	P_1	3	0	0	108	0	0	0	0	0	1	0	5	0	0	0
	P_2	0	0	0	4	100	0	0	0	0	0	3	0	10	0	0
	P_3	0	0	0	0	0	107	0	0	3	0	0	5	0	2	0
Running	P_1	0	0	0	0	0	6	101	0	6	0	0	0	0	0	4
	P_2	0	0	0	0	7	0	2	105	0	0	0	0	0	3	0
	P_3	0	0	0	0	0	0	9	0	103	2	0	0	0	0	3
Walking upstairs	P_1	0	0	0	3	0	5	0	0	0	100	0	2	0	3	4
	P_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	98	0	9	9	0
	P_3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	107	0	0	9
Walking downstairs	P_1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	8	0	99	0	8
	P_2	0	0	0	5	0	0	0	0	0	3	7	0	0	102	0
	P_3	0	0	0	0	0	6	0	2	0	0	0	4	5	0	100

Fonte HUI (2017).

A tabela lista os resultados de reconhecimento específicos dos cinco tipos de atividade com os três posicionamentos ao usar a matriz aleatória **gaussiana** com uma taxa de compressão de 100%. Para um futuro possível do trabalho, o autor comenta que está cogitando a ideia de realizar experimentos com os conjuntos de

dados em grande escala, com a utilização da metodologia de aprendizagem de transferência para avaliar mais atividades humanas.

3 PROPOSTA DO APLICATIVO

Nesta seção será apresentada a relevância do trabalho na área da saúde, os principais requisitos, finalizando com a metodologia e o cronograma para o desenvolvimento do projeto.

3.1 JUSTIFICATIVA

A Doença de Parkinson segundo Chou (2020) é considerada a segunda enfermidade neurodegenerativa mais comum na população idosa. Visto que, de acordo com o IBGE (2021), a parcela de pessoas com 60 anos ou mais passou de 22,3 milhões para 31,2 milhões, crescendo 39,8% no período de 2012 a 2021. Na população total do Brasil, a porcentagem que equivale aos idosos totaliza em 14,7%. Visando que o Parkinson se manifesta principalmente nessa faixa etária, a preocupação com o tratamento e acompanhamento se faz necessária.

Após o diagnóstico da Doença de Parkinson, é muito importante que os pacientes acompanhem e realizem o tratamento corretamente para ter uma qualidade de vida aumentada. Segundo o National Parkinson Foundation (2011), os pacientes têm dificuldade com a coordenação motora fina, devido ao tremor e rigidez muscular comprometendo suas atividades diárias. A utilização de um aplicativo para realizar o acompanhamento diário dos tremores da Doença de Parkinson possibilita a visualização do desenvolvimento da doença, assim podendo ser indicado um tratamento e acompanhamento mais preciso ao paciente.

A facilidade de ter um aplicativo capaz de fazer essa captação dos tremores sem necessitar de aparelhos específicos e de outra pessoa para realizar essa medição, podendo ser feita na própria casa do usuário, traz maior comodidade, facilidade de utilização e menos custos, comparando por exemplo, com o trabalho correlato de Generoso (2019), que necessita do protótipo criado para realizar as medições.

Conforme detalhado no Quadro 1, todos os trabalhos implementam conceitos de captação de movimentos, porém utilizando sensores e tendo objetivos diferentes. O trabalho correlato de Hui (2017) implementa um sistema para detecção de atividade humana, com um acelerômetro tri-eixo em um dispositivo móvel para avaliar os movimentos, visando em um software voltado para a segurança do usuário utilizando método de sensoriamento compactado. O trabalho de Generoso (2019) dentre os correlatos é o único a não utilizar o acelerômetro e giroscópio diretamente de um dispositivo móvel, criando um protótipo para as captações de tremores de Parkinson, nos quais possuem histórico. Já o trabalho de Jacintho (2017) nos apresenta a utilização do sensor Leap Motion para a medição de tremores em pacientes que possuem a Doença de Parkinson, classificando estes em 3 níveis podendo assim quantizar os tremores.

Quadro 1 - Comparativo dos trabalhos correlatos

Trabalhos Correlatos Características	Generoso (2019)	Jacintho (2017)	Hui (2017)
utiliza acelerômetro	sim	não	sim
utiliza giroscópio	sim	não	não
utiliza dispositivo móvel	sim	não	sim
classifica intensidade de tremores	sim	sim	sim
mantém histórico de medições	sim	não	não
tem interface para o usuário	sim	não	não
utiliza Unity para o desenvolvimento	não	não	não

Fonte: elaborado pelo autor.

3.2 REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO

Os Requisitos Funcionais (RFs) e os Requisitos Não Funcionais (RNFs) do aplicativo são:

- o aplicativo deverá captar os tremores utilizando acelerômetro e giroscópio (RF);
- o aplicativo deverá possuir uma interface para o usuário (RF);
- o aplicativo deverá possuir um histórico de medições (RF);
- o aplicativo deverá disponibilizar um cadastro de usuário (RF);
- o aplicativo deverá ter compatibilidade com o Android e iOS (RF);
- o aplicativo deverá ter uma tela de carregamento durante a captação, dando retorno ao usuário (RF);
- o aplicativo deverá utilizar o motor de jogos Unity (RNF);
- o aplicativo deverá ter uma interface com uso simplificado (RNF).

3.3 METODOLOGIA

O trabalho será desenvolvido observando as seguintes etapas:

- pesquisa bibliográfica do hardware: pesquisar sobre como é o funcionamento dos sensores dos dispositivos móveis e como os dados são extraídos;
- pesquisa bibliográfica da solução: pesquisar sobre o Parkinson e seus níveis de tremores;
- reavaliação de requisitos: refinar os requisitos para obter o alcance de todos os objetivos descritos;
- especificação: realizar modelagem do diagrama de classes e sequência a ser utilizado no projeto do aplicativo seguindo os padrões Unified Modeling Language (UML) fazendo uso da ferramenta Draw.io;
- implementação: utilizar a IDE Visual Studio Code juntamente com o Unity e a linguagem de programação C# para realizar a programação do aplicativo e o tratamento dos dados obtidos dos sensores do dispositivo móvel;
- testes do aplicativo: testar as funcionalidades do aplicativo, para garantir o bom funcionamento;
- testes em campo: testar o aplicativo com usuários que possuem a Doença de Parkinson com o acompanhamento de um especialista na área.

As etapas serão realizadas nos períodos relacionados no Quadro 2.

Quadro 2 - Cronograma

etapas / quinzenas	2023									
	fev.		mar.		abr.		maio		jun.	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
pesquisa bibliográfica do hardware										
pesquisa bibliográfica da solução										
reavaliação de requisitos										
especificação										
implementação										
testes do aplicativo										
testes em campo										

Fonte: elaborado pelo autor.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste trabalho são fundamentadas bibliografias sobre a Doença de Parkinson, sensores presentes em dispositivos móveis e a utilização de Unity para a criação do aplicativo, recebendo os dados dos sensores e os transformando em informações utilizáveis em consultas médicas de acompanhamento.

A Doença de Parkinson é uma doença comum, acometendo 2 em cada 100 pessoas acima dos 65 anos (MOREIRA, CARDOSO, NERI, ARAÚJO, 2007), afetando a qualidade de vida. Na maior parte dos casos a doença surge em idade avançada e o diagnóstico para esses casos é essencialmente clínico. A valorização da anamnese e a observação dos sinais clínicos são os pontos-chave para um correto diagnóstico. Nesses pacientes prevalece a tetrade clássica da DP (tremor de repouso, bradicinesia, diminuição do reflexo postural e rigidez) e a rápida identificação dessas manifestações é fundamental para uma intervenção terapêutica precoce e que garanta qualidade de vida ao portador (MOREIRA, CARDOSO, NERI, ARAÚJO, 2007).

Os dispositivos móveis atuais possuem alguns sensores como Face ID, Barômetro, Giroscópio, Acelerômetro. O foco desse trabalho está nos sensores de acelerômetro e giroscópio. Os acelerômetros são sensores que medem aceleração de um objeto. De acordo com Figueiredo (2007), a aceleração é uma medida de quão rapidamente a velocidade varia e pode ser obtida segundo uma, duas ou três direções, utilizando acelerômetros uni, bi e tri axiais, respectivamente. Os acelerômetros não medem somente aceleração, mas também inclinação, rotação, vibração, colisão e gravidade (FIGUEIREDO, 2007).

Os sensores do giroscópio medem a velocidade angular do dispositivo em rad/s. Os giroscópios MEMs consistem em componentes semelhantes aos acelerômetros, mas medem uma força de Coriolis. Quando um giroscópio é girado, a massa se desvia da direção em que estava vibrando originalmente e se move ao longo de um eixo diferente (fig. 4.2). As placas do capacitor na estrutura e a massa em movimento detectarão eletricamente a mudança e relatarão a diferença. Quando o dispositivo estiver em repouso, todos os três eixos do sensor informarão zero (Bertko, 2017).

A Unity é uma engine de jogos (motor de jogo), também é conhecida por UnityEngine ou Unity3D, criada para oferecer uma maior eficiência e facilidade na criação de jogos 2D e 3D. A Unity não é utilizada somente para a criação de jogos, ela permite a criação de diversas aplicações (MONTAVANI, 2021).

REFERÊNCIAS

11/4 – DIA MUNDIAL DE CONSCIENTIZAÇÃO DA DOENÇA DE PARKINSON: AVANÇAR, MELHORAR, EDUCAR, COLABORAR!. **Biblioteca Virtual em Saúde**. [S.l.], [2019?]. Disponível em: <https://bvsm.sau.de.gov.br/11-4-dia-mundial-de-conscientizacao-da-doenca-de-parkinson-avancar-melhorar-educar-colaborar/#:~:text=Descoberta%20h%C3%A1%20201%20anos%2C%20a,apenas%20da%20Doen%C3%A7a%20de%20Alzheimer>. Acesso em: 24 agosto 2022.

BERTKO, Michael. **Android game based on motion sensors**. 2017. 136 f. Bachelor's Thesis, Masaryk University Faculty of Informatics.

BRASIL TEM MAIS SMARTPHONES QUE HABITANTES, APONTA FGV. **CNN Brasil**. [S.l.], [2022]. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/business/brasil-tem-mais-smartphones-que-habitantes-aponta-fgv/#:~:text=O%20Brasil%20tem%20atualmente%20mais,de%20acordo%20com%20o%20IBGE>. Acesso em: 24 agosto 2022.

CHOU, K. L. **Clinical manifestations of Parkinson disease**. UpToDate, fev. 2020. Disponível em: https://www.uptodate.com/contents/clinical-manifestations-of-parkinson-disease?search=doenca%20de%20parkinson&source=search_result&selectedTitle=1~150&usage_type=default&display_rank=1. Acesso em: 04 setembro 2022.

DOENÇA DE PARKINSON. **Biblioteca Virtual em Saúde**. [S.l.], [2019]. Disponível em: <https://bvsm.sau.de.gov.br/doenca-de-parkinson/>. Acesso em: 24 agosto 2022.

FIGUEIREDO, Ligia J.; GAFANIZ, Ana R.; LOPES, Gustavo S.; PEREIRA, Rúben. **Aplicações de Acelerômetro**. Monografia, Lisboa, Dezembro 2007

GENEROSO, Maurício M. **Aplicação de sensores inerciais para quantificação de tremores involuntários nas mãos de portadores da doença de Parkinson**. 2019. 136 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação), Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma.

HUI, Song. **Compressed sensing method for human activity recognition using tri-axis accelerometer on mobile**. 2017. 7 f. Xi'an University of Posts and Telecommunications, School of Computer Science and Technology.

JACINTHO, Juan Carlos. Protótipo para captura e quantização dos tremores da doença de Parkinson. 2019. 6 f., il. Artigo Científico (TCC) (Graduação em Ciência da Computação) - Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2019. Disponível em: http://www.bc.furb.br/docs/AC/2019/367324_1_1.pdf. Acesso em: 25 set. 2022.

MAGALHÃES, Ana B. **Dia Mundial de Conscientização da Doença de Parkinson**. [s.d.]. Disponível em: <https://bvsm.sau.de.gov.br/dia-mundial-de-conscientizacao-da-doenca-de-parkinson/>. Acesso em: 24 ago. 2022.

MONTOVANI, Igor. **Conheça o que é Unity e tudo o que ela pode fazer**. [2021]. Disponível em <https://mktesports.com.br/blog/criar-jogos/o-que-e-unity/>. Acesso em: 24 ago. 2022.

MOREIRA, C. S., CARDOSO Martins, K. F., NERI, V. C., & ARAÚJO, P. G. (2007). **DOENÇA DE PARKINSON: COMO DIAGNOSTICAR E TRATAR**. Revista Científica Da Faculdade De Medicina De Campos, 2(2), 19–29. Disponível em: <https://doi.org/10.29184/1980-7813.rcfmc.153.vol.2.n2.2007>. Acesso em: 24 ago. 2022.

NATIONAL PARKINSON FOUNDATION. **Parkinson's disease**. Disponível em: <http://www.parkinson.org>. Acesso em 04 de agosto de 2022.

SEM autor: **SPARSITY and Compressed Sensing**. CosmoSat, [s.d.]. Disponível em: <https://www.cosmostat.org/research-topics/sparsity-and-compressed-sensing>. Acesso em: 25, set. 2022.

QU, Q., Zhai, Y., Li, X., Zhang, Y., & Zhu, Z. (2019). **Analysis of the optimization landscapes for overcomplete representation learning**. *arXiv preprint arXiv:1912.02427*. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/1912.02427.pdf>. Acesso em: 20 setembro 2022.

Citados no texto mas sem referência:

Biblioteca Virtual em Saúde, 2019
CNN Brasil, 2022
IBGE (2021)
Jacinto (2017)