

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?)

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, urinários. (Biblioteca Virtual em Saúde, 2019?)

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 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 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 *software* para os dispositivos móveis que proporcione uma medição de tremores ocasionados pela DP. Essas medições serão feitas pelo próprio paciente, gerando assim a possibilidade de manter um histórico de avanço da doença, tornando o acompanhamento médico mais preciso, e assim realizando um tratamento logo no início dos primeiros sintomas, possibilitando que o paciente possa ter uma qualidade de vida maior. 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 deste trabalho é disponibilizar um aplicativo para captação de tremores baseado no acelerometro e giroscópio de um dispositivo móvel

Os objetivos específicos são:

- a) detectar a intensidade de tremores através de um dispositivo móvel;
- b) caracterizar a intensidade dos tremores;
- c) manter histórico das captações;

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 Bertko(2017), que consiste em um jogo se baseando em sensores de movimento embutidos em dispositivos móveis. E por fim, temos 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 Maurício Marques 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.

Ele realizou a criação de um protótipo 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.

Figura 1– Protótipo construído



Fonte Generoso (2019).

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.

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 resolveram o problema e mostraram-se suficientes para quantificar os tremores de portadores da Doença de Parkinson.

2.2 ANDROID GAME BASED ON MOTION SENSORS

O trabalho de Mical Bertko(2017) tem como objetivo a implementação de um jogo para celular usando sensores de movimento embutidos em dispositivos móveis que aproveite as capacidades de *hardware* utilizando mais de um sensor disponível ao mesmo tempo, juntamente com a comparação três diferentes de motores: *Unity*, *Unreal Engine* e *Native application* para a criação do ambiente do jogo. O jogo foi chamado de *Tricky Platforms*.

Figura 2— Cena de nível



Fonte Bertko (2017).

Após validar que os dispositivos móveis utilizados pelo usuário possuem os sensores necessários, a implementação destes é realizada. O acelerômetro controla não apenas o movimento da bola é controlado com o acelerômetro, mas também a rotação da câmera ao redor do jogador. O Unity fornece um acesso direto aos dados brutos de aceleração linear como uma estrutura *Vector3* por meio da propriedade de aceleração da classe *Input*. Os dados brutos não são usados diretamente, pois o jogo oferece a opção de recalibrar os sensores. O giroscópio é usado para a rotação de plataformas especiais, criando mais um elemento de controle para o jogador.

A diferença entre giroscópio e acelerômetro é que a bola é controlada com a inclinação do aparelho e as plataformas são controladas com a rotação do aparelho ao longo do eixo Z (eixo vindo da tela do aparelho). O acelerômetro está disponível por padrão ao contrário do giroscópio, que primeiro precisa ser habilitado através da propriedade *enabled*.

Os testes foram feitos em grande parte manualmente por um grupo de pessoas com diferentes dispositivos e versões do *Android*, pois não há muitos testes automáticos disponíveis. No entanto, as classes de jogos mais importantes são implementadas usando interfaces, o que pode ser para permitir a simulação de objetos para o teste.

Os resultados foram obtidos a partir da comparação da recuperação dos dados dos sensores em diferentes motores. Segundo Bertko (2017), os dados do acelerômetro são quase os mesmos em todos os aplicativos, mas os dados do giroscópio no *Unreal Engine* são mais precisos do que no *Native application* e o *Unity* tem os dados mais precisos de todos. Outra coisa a considerar é o tamanho padrão dos aplicativos reais, onde o *Native application* leva 4,60 MB, *Unity* leva 37,89 MB e *Unreal Engine* enormes 173 MB. Embora isso possa ser reduzido após uma série de ajustes não triviais das configurações do aplicativo, apenas o tamanho do projeto padrão foi comparado.

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

O trabalho de Song Hui(2017) propõe um método de sensoriamento comprimido para reconhecer as atividades humanas. Ele se baseia na teoria do sensoriamento comprimido e utiliza tanto dados brutos de acelerômetros de dispositivos móveis quanto informações de posicionamento dos dispositivos.

Primeiro, uma matriz de dicionário supercompleta é construída usando dados brutos de aceleração tri-eixo suficientes rotulados com informações de posicionamento do telefone. Em seguida, o coeficiente esparsos é avaliado para as amostras que precisam ser testadas resolvendo a minimização de L1. Finalmente, os valores residuais são calculados e o valor mínimo é selecionado como o indicador para obter os resultados do reconhecimento. Os resultados experimentais mostram que este método pode atingir uma precisão de reconhecimento de 89,86%, superior à de um método de reconhecimento que não adota a informação de posicionamento do telefone para o processo de reconhecimento. A precisão de reconhecimento do método proposto é eficaz e satisfatória.

Para os testes foi desenvolvido um programa para celulares 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.

Figura 3– 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	0	3	0	10	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).

Os resultados experimentais mostraram que o método proposto pode atingir uma precisão de reconhecimento 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.

3 PROPOSTA DO SOFTWARE

Nesse capítulo será apresentado 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

--Falta:

- relacionar e justificar os argumentos que determinam que a proposta é significativa ou importante, isto é, que não é algo trivial ou corriqueiro. Os argumentos podem ser científicos (em que o estudo melhora o conhecimento sobre o tema) ou metodológicos/técnicos (por que a metodologia ou as técnicas a serem utilizadas são essenciais para o contexto do estudo), ou ambos;
- apresentar as contribuições que o estudo pode proporcionar. As contribuições podem ser teóricas (como o estudo pode avançar a teoria sobre o tema) ou práticas/sociais (como o estudo pode melhorar os elementos do contexto ao qual será aplicado) ou ambas.]

Conforme detalhado no **Error! Reference source not found.**, todos os trabalhos implementam conceitos de captação de movimentos, porém utilizando sensores e tendo objetivos diferentes. O trabalho correlato de Song Hui e Wang Zhongmin (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 comprimido. 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 nas quais possuam histórico. Já o trabalho de Mical Bertko(2017) nos apresenta um jogo que utiliza os sensores de um dispositivo móvel utilizando o Unity para o desenvolvimento. **[NECESSÁRIO REVER.]**

Quadro 1 - Comparativo dos trabalhos correlatos

Trabalhos Correlatos Características	Generoso (2019)	Mical Bertko(2017)	Song Hui e Wang Zhongmin (2017)
utiliza acelerometro	não	sim	sim
utiliza giroscópio	não	sim	não
utiliza dispositivo móvel	sim	sim	sim
classifica intensidade de tremores	sim	não	sim
mantém histórico de medições	sim	não	não
tem interface para o usuário	sim	sim	não
utiliza Unity para o desenvolvimento	não	sim	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 software 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 software deverá utilizar o motor de jogos Unity (RNF);
- o aplicativo deverá ter uma interface com uso simplificado(RNF);

3.3 METODOLOGIA (FALTA)

[A metodologia refere-se à descrição dos procedimentos, métodos e recursos a serem utilizados no decorrer do trabalho. Podem ser arroladas tantas etapas quantas forem necessárias, tais como reavaliação de requisitos, especificação, projeto do sistema, implementação, testes, validação, entre outras. Observa-se que cada etapa deve ser descrita detalhadamente, incluindo os métodos e ferramentas a serem usados, conforme o caso.]

O trabalho será desenvolvido observando as seguintes etapas:

- nome da etapa 01: descrever as atividades a serem realizadas, incluindo (quando for o caso) métodos e ferramentas a serem usados;
- nome da etapa 02: descrever as atividades a serem realizadas, incluindo (quando for o caso) métodos e ferramentas a serem usados;
- (...);
- nome da etapa n: descrever as atividades a serem realizadas, incluindo (quando for o caso) métodos e ferramentas a serem usados.

[Para cada uma das etapas listadas na metodologia deve-se especificar o período necessário para a sua realização, lembrando que algumas delas são desempenhadas simultaneamente. Distribua as etapas num cronograma, conforme exemplo abaixo.]

As etapas serão realizadas nos períodos relacionados no Quadro 2.

Quadro 2 - Cronograma

etapas / quinzenas	ano									
	mês.		mês.		mês.		mês.		mês.	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
nome da etapa 01										
nome da etapa 02										
...										
nome da etapa n										

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 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, entre outros. O foco desse trabalho está nos sensores de acelerômetro e giroscópio. Os acelerômetros são sensores que medem aceleração de um objeto. 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(FIGUEIREDO, 2007). 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.(MONTOVANI, 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://bvsmms.saude.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.

DOENÇA DE PARKINSON. **Biblioteca Virtual em Saúde**. [S.l.], [2019]. Disponível em: <https://bvsmms.saude.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.

PROFESSOR TENHO DÚVIDA COM ESSA REFERÊNCIA, POIS O ARTIGO É DE UMA UNIVERSIDADE DA CHINA.

MAGALHÃES, Ana B. **Dia Mundial de Conscientização da Doença de Parkinson**. [s.d.]. Disponível em: <https://bvsmms.saude.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. <https://doi.org/10.29184/1980-7813.rcfmc.153.vol.2.n2.2007>