



**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA - CEUB**  
**PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**

**DAVI MOGROVEJO BRASIL**

**MODELO DE TALHER AUTORREGULADOR INTELIGENTE PARA PACIENTES COM  
PARKINSON UTILIZANDO MICROCONTROLADOR ATMEGA328-P**

**BRASÍLIA**

**2022**



**DAVI MOGROVEJO BRASIL**

**MODELO DE TALHER AUTORREGULADOR INTELIGENTE PARA PACIENTES COM  
PARKINSON UTILIZANDO MICROCONTROLADOR ATMEGA328-P**

Relatório final de pesquisa de Iniciação Científica apresentado à Assessoria de Pós-Graduação e Pesquisa.

Orientação: Me. Francisco Javier de Obaldía Díaz

**BRASÍLIA**

**2022**

## **DEDICATÓRIA**

Este Artigo é dedicado à sra. Teresinha, que me inspirou na procura de soluções para os problemas diários de pessoas com doenças que apresentam sintomas de Parkinson, sua condição me mostrou a importância da independência em atividades rotineiras e me ensinou que a inclusão social de pacientes com mal de Parkinson é um tópico muito importante na nossa comunidade.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos pacientes que participaram da pesquisa, auxiliando com a melhoria dos protótipos, participando com relatos sobre a condição da doença e utilizando o projeto para que novas melhorias pudessem ser feitas.

Meus agradecimentos também ao meu professor Me. Francisco Javier de Obaldía Díaz, que participou da pesquisa auxiliando durante todo o processo.

## RESUMO

Pacientes que apresentam o sintoma de tremor involuntário característico do mal de Parkinson tem dificuldade na alimentação quando levam o alimento à boca utilizando um talher. O tremor nas mãos ocasiona a queda do alimento contido no talher. Foi desenvolvido um talher autorregulador utilizando servomotores, microcontrolador ATmega328-P, giroscópio MPU-6050 e peças fabricadas utilizando impressão 3D para reposicionar a ponta do talher, impedindo que a comida caia do talher durante o tremor nas mãos do paciente. Esse talher se mantém paralelo em relação ao chão, permitindo que a comida se mantenha no talher mesmo durante o evento de inclinação quando ocorre o tremor. O talher foi testado em pacientes e apresentou resultados satisfatórios para pacientes com tremores pequenos e leves. As simulações foram feitas utilizando o talher, onde o paciente levou a comida à boca e simulou o processo de alimentação.

Foi desenvolvido, também, um sistema de medição de inclinação, com uso de um giroscópio, para estudar o comportamento do tremor da mão dos pacientes e para que o protótipo tenha resultados mais assertivos. O giroscópio foi acoplado à uma estrutura para que o paciente o segure ao haver tremor, os dados foram recebidos, podendo assim analisar a característica do tremor nos três eixos de rotação. Os pacientes participaram de testes levando comida à boca e foi verificado se o talher cumpriria sua função, também foi estudado o comportamento de tremor, analisando melhor quais eixos de rotação são mais influentes e quais são menos influentes no tremor das mãos dos pacientes. As peças foram impressas em uma impressora 3D para adaptação dos circuitos, motores e anatomia da mão, para melhor uso dos pacientes.

**Palavras-chave:** Parkinson; Tremor; Arduino; ATmega328; Giroscópio.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	10
3	MÉTODO	14
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	21
	REFERÊNCIAS	22

## 1. INTRODUÇÃO

Pacientes que sofrem do mal de Parkinson geralmente têm dificuldade para realizar atividades rotineiras das mais diversas, os tremores involuntários impedem que algumas atividades possam ser efetuadas, dada a necessidade de algumas tarefas serem necessariamente realizadas com certa precisão, em especial com as mãos. A falta de independência dos pacientes, em alguns casos pode ser um agravante para a questão mental [1] [3] e, posteriormente, física do mesmo, sendo assim importante para o paciente tentar manter-se ativo e funcional na sua rotina.

Um dos sintomas mais comuns da doença é o tremor nas mãos, como mostrado no artigo “Smartphone-Based Monitoring of Parkinson Disease: Quasi-Experimental Study to Quantify Hand Tremor Severity and Medication Effectiveness” [4] que mostra que mais de 50% dos pacientes com Parkinson tem algum tipo de tremor nas mãos, o que impossibilita várias atividades para os pacientes, como o uso de talher para a alimentação, pois o paciente não tem capacidade de manter o talher estável no momento da refeição, visto que os tremores ocasionam a queda da comida do talher. A Figura I do artigo [2] escrito pela Dra. Sanchari Sinha Dutta mostra um paciente com mal de Parkinson tentando se alimentar, porém com dificuldade, dado o tremor nas mãos.

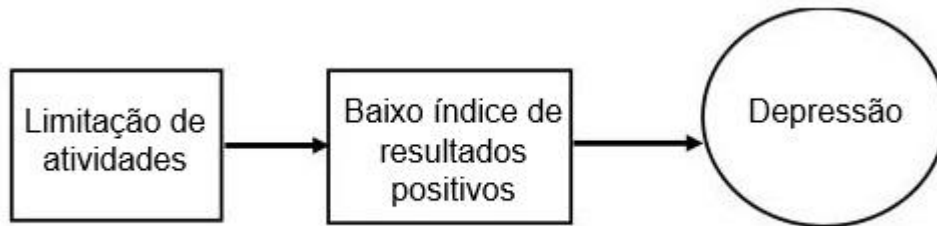
Figura I. Paciente com mal de Parkinson durante uma refeição.



Fonte: (Where Does Parkinson's Disease Originate, 2020)

Segundo o estudo publicado pela Dra. Amy Fiske [1], há uma relação direta entre o encurtamento das atividades diárias e a depressão, o que mostra a necessidade da inclusão de pacientes, especialmente idosos, em atividades diárias. A Figura II, adaptada do artigo [1] de Amy Fiske mostra como a limitação de atividades tende a levar à depressão.

Figura II. Limitação de atividades



Fonte: (Adaptado de Depression in older adults, 2009).

A alimentação, particularmente, é uma atividade que envolve aspectos emocionais e até nostálgicos, possibilitando relembrar muitos momentos agradáveis. Além disso, é considerada uma parte indispensável da rotina e, no caso dos portadores do mal de Parkinson, consideravelmente limitada pela doença.

Com o auxílio dessa atividade em pessoas que sofrem com a doença de Parkinson, é possível reduzir a dependência de pacientes e conseqüentemente, melhorar o estilo de vida, saúde mental e, posteriormente, física.

O projeto teve como meta desenvolver um talher utilizando o microcontrolador ATmega328-P do ARDUINO [5] e um giroscópio MPU-6050 [6] de modo a permitir que pacientes com um estágio inicial ou intermediário de Parkinson possam utilizar talher para a refeição, não havendo a necessidade de um(a) terceiro(a) para auxiliá-lo na alimentação, dada a importância da independência na rotina de pessoas que sofrem do mal de Parkinson.

Além disso, foi desenvolvido um circuito com um sensor de angulação MPU-6050 [6] para análise e estudo dos tremores dos pacientes. Através dele, é possível gerar um gráfico do tremor, considerando os três eixos de rotação do movimento. Durante os testes, os pacientes foram orientados a segurar o dispositivo e simular o processo de alimentação.

Tais dispositivos foram testados em pacientes com condições de tremores e a funcionalidade do talher foi comprovada durante os ensaios, inserindo uma simulação de comida no talher



para simular a comida e observando se cairia durante o processo de transporte do prato à boca.

Os testes em pacientes foram realizados conforme o Termo de Consentimento Livre Esclarecido - TCLE - e de acordo com as determinações do Comitê de Ética, conforme o Parecer Consubstanciado do CEP de número 5.444.680.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo Geral:**

O projeto teve como objetivo produzir um talher que possa ser utilizado por pessoas que sofrem com o mal de Parkinson, para permitir a alimentação de forma que o tremor não ocasione na queda do alimento do talher.

A meta foi produzir um protótipo contemplando hardware e software, desenvolvendo um circuito conectado ao microcontrolador ATmega328-P de modo que com o auxílio de servomotores, possa ser atingido o nivelamento do talher, impedindo que fique inclinado e derrube a comida, ao haver o tremor na mão.

Durante o processo de fabricação, também foi analisado o padrão de tremor da doença através de sensores acoplados nas mãos de pacientes voluntários, para poder analisar os tipos de funções de onda que são gerados em eixos cartesianos em relação à angulação do movimento.

Foi desenvolvido um aparelho que capta a variação da angulação do tremor das mãos, sendo possível gerar uma função da variação da angulação durante o tremor nas mãos, tal função irá permitir que seja possível analisar como o tremor se comporta e realizar previsões do tremor nas mãos.

Testes foram realizados com sucesso em pacientes testando o talher com simulações de comida para ver a funcionalidade do talher.

### **Objetivos Específicos:**

Pesquisar na literatura científica as limitações que provoca a doença de Parkinson e como podem ser interpretadas para o modelo proposto (protótipo).

Levantar os recursos necessários para a implementação e definir as funcionalidades dos componentes de hardware e software para o protótipo.

Realizar a programação do Arduino e a comunicação com os componentes.

Produzir um protótipo experimental em uma protoboard com todos os componentes conectados.

Criar modelo computacional 3D no programa Blender para ser impresso na impressora 3D.

Montar o protótipo em uma placa de circuito impresso, com os componentes soldados e encaixados no modelo.

Testar o protótipo, simulando uma situação real dos tremores e verificar o comportamento e possíveis ajustes.

Analisar o comportamento do tremor involuntário de Parkinson e estudar o tipo de onda senoidal gerada pelo tremor.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O início da preparação voltada para um maior entendimento da doença de Parkinson foi realizado com o livro “Parkinson's Disease For Dummies, Michele Tagliati, Gary Guten, Jo Horne, 1 ed., 2007”.

Parkinson é uma doença caracterizada por um distúrbio cerebral que tem como sintoma principal movimentos involuntários e incontroláveis, como tremores, rigidez e dificuldade no equilíbrio e na coordenação.

Os sintomas, geralmente tem início leve e gradativamente aumentam com o tempo. Conforme a doença evolui, sintomas de dificuldade na fala e no caminhar progridem. Também é possível que os pacientes apresentem quadro de alterações mentais, comportamentais e depressão.

A morte ou dano das células nervosas da região que controla o movimento no cérebro gera sintomas de Parkinson, quando essas células morrem ou ficam danificadas, não podem produzir a quantidade de dopamina necessária para funções do cérebro, causando problemas de movimento.

Atualmente não há cura para o mal de Parkinson, mas há medicações que podem auxiliar no controle dos sintomas, alguns casos são recomendados cirurgia cerebrais. Exercícios aeróbicos e atividades que envolvem equilíbrio e alongamentos são importantes para reduzir os sintomas.

Sistemas de talher para pacientes com Parkinson estão sendo desenvolvidos por algumas empresas, atualmente no mercado o preço varia entre R\$2.000,00 e R\$3.000,00, e apresentam resultados eficientes para os pacientes com os sintomas [17].

Durante o desenvolvimento de um sistema de talher para pacientes com Parkinson, deve ser considerada a forma da empunhadura do talher, peso, tamanho e adaptação da parte

anatômica do paciente, tornando assim necessária a tecnologia 3D para a produção de peças específicas para esse uso.

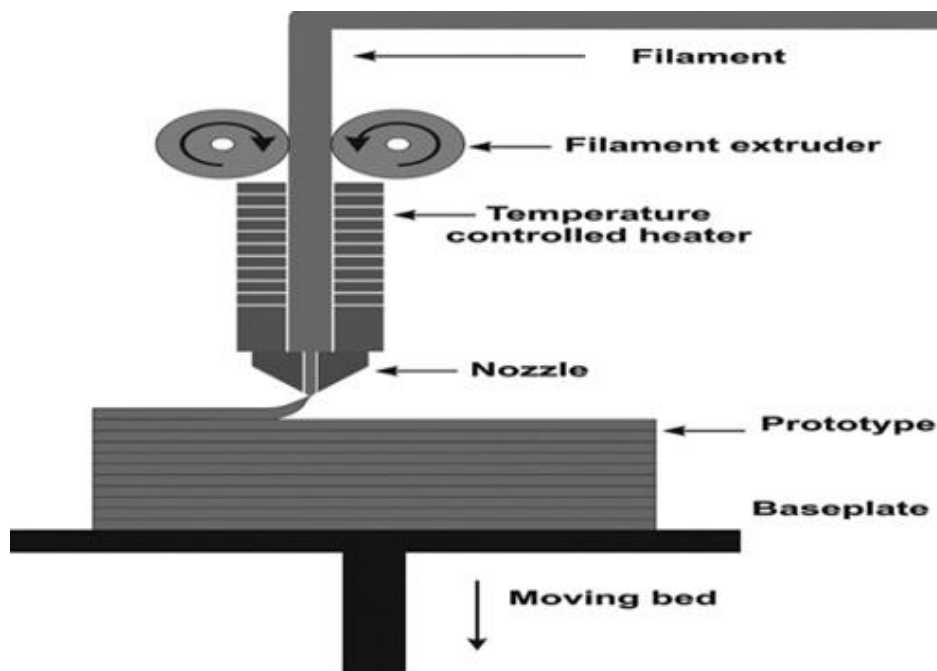
## 2.1 TECNOLOGIA DE IMPRESSÃO 3D

Cientistas procuram há décadas formas de desenvolver um sistema de fabricação de protótipos que seja rápido e eficiente, a primeira tecnologia de desenvolvimento de protótipos documentada foi um sistema fotossensível de resina que era polimerizada por camadas utilizando raios ultravioleta.

Desde então, diferentes métodos de impressão 3D vêm sendo desenvolvidos. O utilizado no projeto é o método Fused Deposition Modeling (FDM) [7], que consiste na construção por camadas através da injeção de filamento de plástico PLA [8] derretido no local desejado e um jato de ar direcionado no material derretido para que solidifique de maneira rápida.

Como é possível observar na Figura III, o filamento (PLA) é derretido, ejetado pelo “Nozzle” e inserido na impressão 3D, e depois é resfriado, tornando-se assim sólido.

Figura III: Esquema de impressão 3D pelo método FDM



Fonte: [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net) [9]

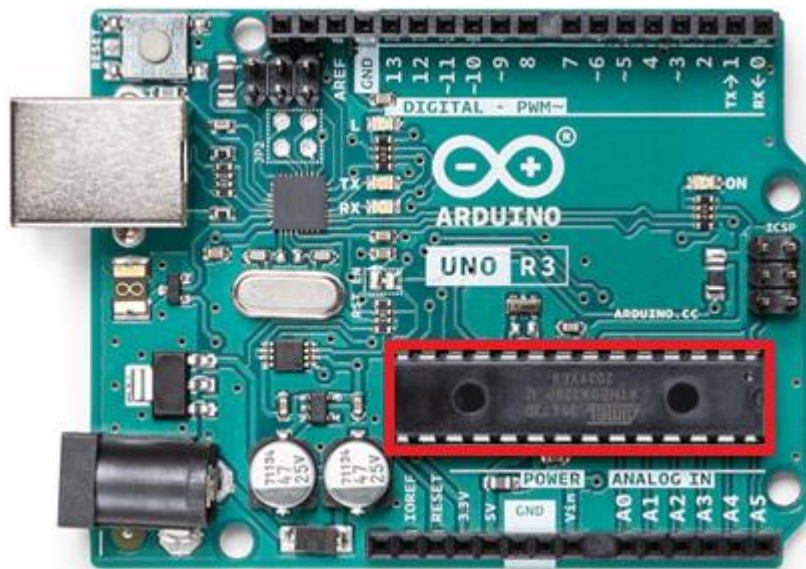
O filamento PLA apresenta valores de temperatura do “Nozzle” e da “Baseplate” específicos, sendo necessário configurar a impressora. A modelagem e impressão do protótipo deve ser feita levando em consideração as características do material PLA.

## 2.2 ELETRÔNICA DO PROJETO

Foi feito um estudo de circuitos eletrônicos com ênfase em microcontroladores dada a necessidade do uso do ARDUINO e seu Circuito Integrado, ATmega328-P, tendo como base Circuitos Elétricos [15] e Dispositivos eletrônicos e teoria de circuitos [16] para a fundamentação teórica, visando o desenvolvimento do circuito.

O Arduino é um dispositivo que facilita o uso do microcontrolador ATmega328-P, pois permite que o código de programação seja inserido no microcontrolador. Como é possível observar em vermelho na Figura IV, a placa do Arduino contém o microcontrolador ATmega328-P, as entradas analógicas e digitais do Arduino, entradas de alimentação e envio de informação.

Figura IV: Arduino Uno



Fonte: (Site oficial do Arduino, <https://www.arduino.cc/>).

Para utilizar o Arduino é apenas necessária uma conexão a uma máquina com entrada de USB e a inserção do código no microcontrolador pelo programa ARDUINO IDE facilitando o uso para protótipos, porém ao utilizar o Arduino em projetos que precisam de menor espaço não é viável utilizar a placa do Arduino, é possível utilizar apenas o microcontrolador ATmega328-P.

Para utilizar o microcontrolador ATmega328-P, é necessário criar um circuito com capacitores, um cristal e resistores. Após a soldagem do circuito é necessário alimentar o microcontrolador com uma tensão de +5V, no projeto foi utilizado um regulador de tensão de 5V e uma bateria de 9V.

O circuito resultante descrito possui um tamanho consideravelmente menor em comparação ao circuito que utilizaria o Arduino, permitindo assim que a placa entre na parte interna do talher.

Após a finalização do circuito para suportar o ATmega328-P, foi inserido o regulador de tensão para reduzir a tensão da bateria de 9V para 5V, o acelerômetro MPU-6050 foi inserido no circuito de forma que a referência de angulação paralela ao chão possa regular o talher na angulação correta.

Os servomotores tiveram suas entradas soldadas no circuito, na parte interna da colher, e os motores foram inseridos na estrutura da ponta do talher, local que entra em contato com a boca do paciente.

Para a preparação da fundamentação teórica da parte mecânica e eletromagnética do estudo, a base bibliográfica foi “Fundamentos de física, volume 1: Mecânica, David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker, 9 ed., 2012”, “Fundamentos de física, volume 2: Gravitação, ondas e termodinâmica, David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker, 9 ed., 2012” e “Fundamentos de física, volume 3: Eletromagnetismo, David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker, 9 ed., 2012”.

### **2.3 SOFTWARE BLENDER**

A fundamentação feita para o design gráfico foi realizada com “Blender 2.9: The beginner's guide (English Edition), Allan Brito, 1 ed., 2020”, no qual permitiu o estudo voltado para o design gráfico para a impressão 3D.

O programa Blender tem a função de gerar objetos tridimensionais com ou sem movimento, muito utilizado na indústria da animação gráfica e na última década começou a ser muito utilizado em modelagem de impressões 3D, ele tem a característica de criar objetos de formas diversas e alterar esses objetos afim de satisfazer o formato necessário para a impressão.

No projeto, foram modelados dois objetos, o primeiro é a parte do suporte do talher que foi feito a partir de um cilindro oco que foi adaptado para permitir o encaixe de dois servomotores, o circuito do microcontrolador com o giroscópio MPU-6050 e a bateria de 9V, o segundo é a parte que entra em contato com a boca do paciente, a ponta do talher simula uma colher que foi feita a partir da união de um cubo que foi utilizado para ser encaixado com o servomotor e de uma placa que foi curvada afim de ter o formato de uma colher.

### 3. MÉTODO

#### **Tipificação:**

O projeto consistiu em uma pesquisa aplicada, que teve como objetivo auxiliar a alimentação de pacientes que sofrem do mal de Parkinson, permitindo assim, o uso de talher projetado para alimentação, de forma que a comida não caia ao haver tremor nas mãos. A pesquisa foi feita de forma qualitativa, de modo a observar o problema existente na comunidade com o mal de Parkinson, e procura auxiliar a mesma, também foi analisado o comportamento do tremor, suas características oscilatórias e suas variações e padrões mecânicos.

O tipo de pesquisa foi o de pesquisa exploratória, a fim de estabelecer uma técnica de elaboração de pesquisa. Dado que o objetivo foi resolver um problema de um determinado grupo, a pesquisa tem como característica a pesquisa de ação.

#### **Caracterização do Local de Pesquisa:**

A pesquisa teve como objetivo estudar uma solução para a dificuldade de alimentação de pacientes com mal de Parkinson, tendo como meta concluída, gerar um produto que possa substituir o talher usual por um talher eletrônico, no qual estabiliza o alimento ao ser levado à boca. Pelo fato de a pesquisa ter característica de projeto material, grande parte será realizada no escritório dos participantes, porém há alguns passos que necessitarão do uso do laboratório do CEUB.

#### **Objeto de Estudo:**

O objeto de estudo foi uma solução para um problema gerado pelo sintoma de tremores nas mãos em pacientes em um estágio inicial ou intermediário do mal de Parkinson, a fim de permitir a alimentação independente.

#### **Delimitação e Universo de Amostra:**

O produto da pesquisa foi elaborado com a intenção de um futuro uso para pacientes com um nível inicial ou intermediário do mal de Parkinson, que tem dificuldade na alimentação, o produto foi testado em pacientes com Parkinson e sua utilidade foi comprovada em casos de pacientes com tremores leves e moderados, demonstrando assim a funcionalidade do produto.

### **Instrumento de coleta ou de geração de dados:**

Dado o fato de a pesquisa ter como objetivo, o teste e a fabricação de um produto, os instrumentos de coleta serão experimentações e a análise de dados nos objetos desenvolvidos do trabalho.

### **Procedimentos metodológicos:**

A pesquisa teve como início um estudo direcionado visando entender e quantificar os padrões de tremores nas mãos de pacientes com Parkinson, através da literatura sobre a doença, a fim de promover uma melhor compreensão de como desenvolver o protótipo.

Foi feito um estudo dos módulos de acelerômetros do mercado, os servomotores e os microcontroladores, após uma análise feita a partir dos datasheet dos mesmos, será montado um código no programa "ARDUINO IDE" utilizando as bibliotecas dos equipamentos a serem utilizados.

Após a programação inicial estar completa, o próximo passo foi montar o primeiro protótipo (protótipo-01), no qual foi montado na protoboard, para testar o software e os componentes, juntamente com o Arduino. A colagem dos servomotores foi necessária, para testar se os três servomotores conseguirão rotacionar nos três eixos cartesianos, mantendo a estrutura paralela ao chão.

Ao analisar que o protótipo-01 estava funcionando adequadamente e não houve nenhum erro de programação, teve início a modelagem do design para a impressão 3D do encapsulamento, da estrutura que uniu os três servomotores e do talher. O design foi feito no programa "Blender". Após o modelo 3D, os testes de impressão 3D tiveram início. O material a ser utilizado para a impressão foi o PLA Basic e PLA EasyFill, pelo fato de ter preço acessível e fácil impressão, com mínimos erros de impressão.

Paralelamente a montagem do circuito, foi feito outro circuito para amostragem de dados do tremor de pacientes, para análises em gráficos durante os tremores, para permitir o estudo de variações de posição e aceleração da vibração do tremor.

Com a impressão de todas as partes completa, teve início assim, a soldagem do circuito, soldando o ATmega328-pu à placa, junto com os componentes necessários, os módulos usados, os servomotores e as fontes, logo após, montar as estruturas impressas com o circuito e os componentes eletrônicos. Após a montagem do protótipo-02, realizar diversos testes com o objeto de estudo, testar vários tipos de talheres (colheres e garfos) e testar a velocidade do tempo de resposta dos motores e do circuito.

Ao finalizar o protótipo-02, foi avaliada a possível melhora do software para aumentar o tempo de resposta do projeto, melhorar o uso prático e implementar a resposta para o objetivo do projeto. Realizados novos modelos de design 3D para averiguar melhorias no protótipo-02, a fim de implementar o projeto.

Concluída a etapa de melhoria do software, hardware e modelo 3D do projeto, foi iniciada a fabricação do protótipo-03, para testar os novos upgrades, a fim de melhorar o produto. Isto fez com que algumas partes da estrutura tivessem uma nova impressão e ajustes na interface hardware e software.

Foram realizados testes em pacientes, para melhorar o desempenho do talher. Os pacientes submetidos ao teste realizaram uma simulação do processo de alimentação, levando a comida à boca e foi observado que o protótipo teve resultado satisfatório, conforme os resultados a seguir.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa realizou um projeto de talher autorregulador útil para pacientes com um estágio inicial ou intermediário de Parkinson, a fim de reduzir a falta de independência de pessoas com tal doença.

Foi feita uma análise nos gráficos do padrão de tremor nas mãos de pacientes com Parkinson, onde os dados foram coletados de pacientes voluntários à pesquisa, os dados mostraram como funciona o padrão de variação de angulação e aceleração do tremor nas mãos de pacientes com Parkinson.

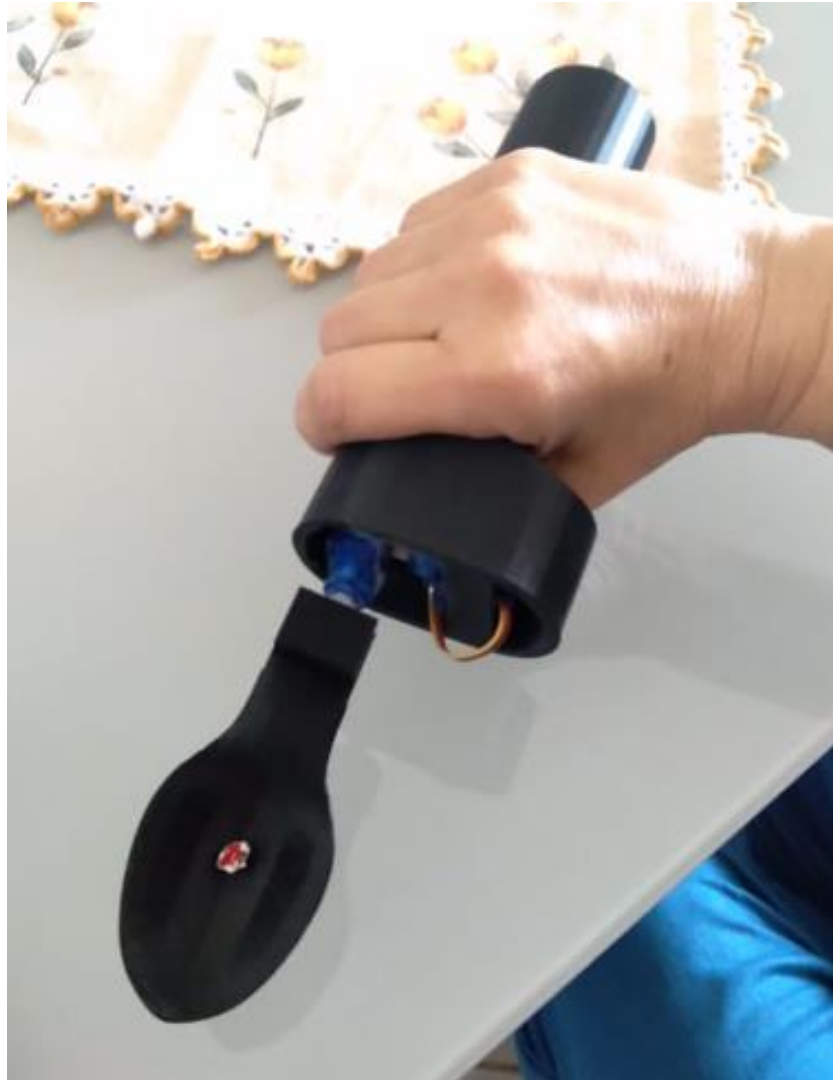
O talher manteve-se paralelo ao chão, reposicionando-se ao sofrer inclinação proveniente do tremor da mão do paciente. Tal reposicionamento permitiu que o paciente segure o talher e coma utilizando o mesmo de forma que os tremores nas mãos não ocasionaram na queda da comida do talher.

O talher foi capaz de impedir que a comida caia ao haver um leve tremor na mão do usuário, no protótipo, utilizando um microcontrolador, servomotores para estabilizar o talher, um giroscópio para que o circuito possa identificar um desnivelamento da colher, e a parte material do protótipo foi impressa em uma impressora 3D. O software foi capaz de identificar a angulação referencial do circuito e com os servomotores, foi capaz de regular o talher. Simulações foram feitas utilizando o protótipo, de forma que comprovaram que o talher é estabilizado ao haver tremor.

Os resultados dessas simulações são apresentados a seguir. Uma vez verificada a funcionalidade do modelo de talher, através das simulações, foi testado em pacientes, de forma voluntária, conforme TCLE. A Figura V mostra um paciente no momento da realização dos testes.



Figura V: Paciente com Parkinson testando o Protótipo final do projeto

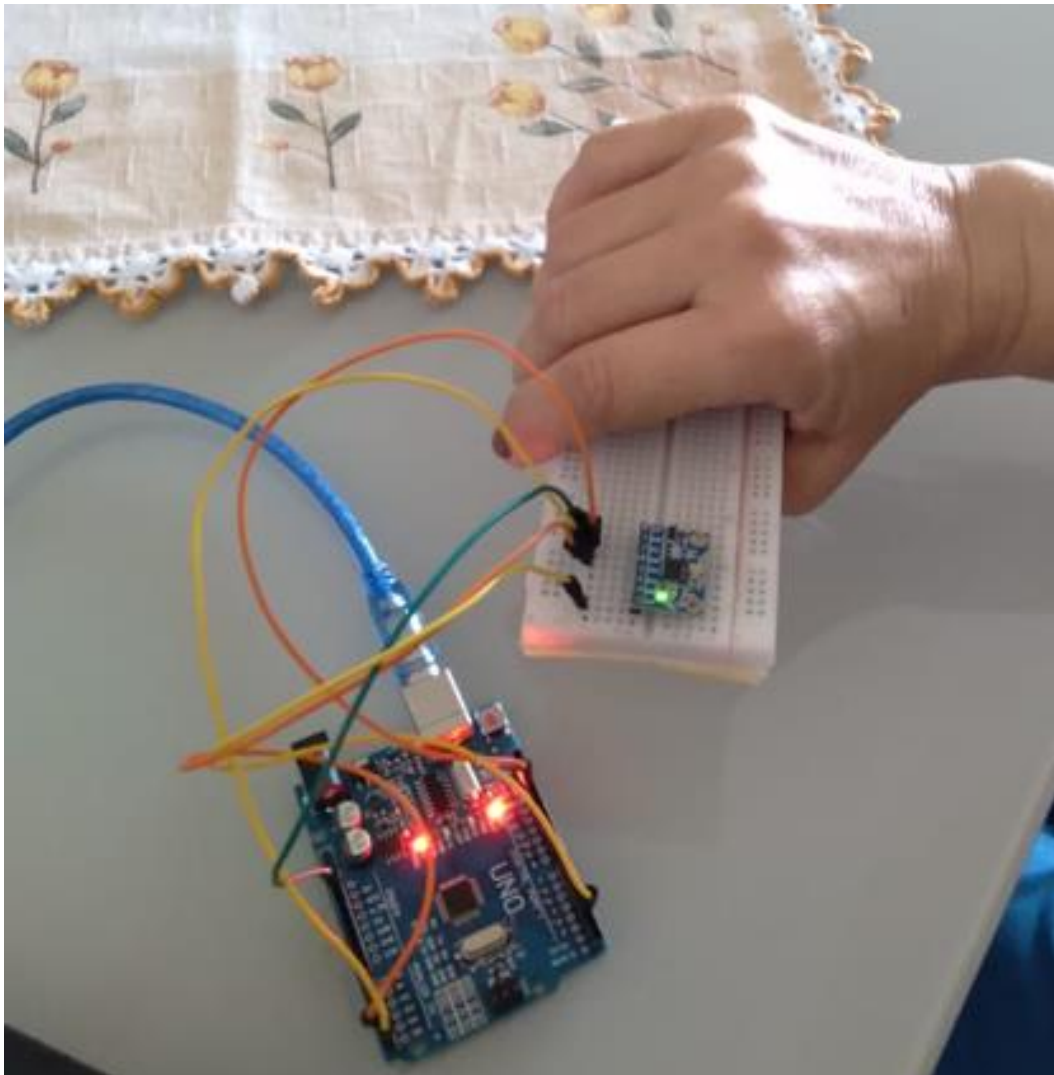


Fonte: Arquivo pessoal

O protótipo teve custo de aproximadamente R\$110,00, sendo possível a fabricação caseira, sem necessidade de equipamentos industriais.

O circuito desenvolvido para análise de tremores (Figura VI), com base no estudo sobre os componentes necessários e conexões, consiste na interligação de componentes como o giroscópio MPU-6050 no Arduino Uno, ligado à um computador para análise de resultados. No teste com pacientes, o mesmo seguiu uma estrutura simulando o talher com o giroscópio MPU-6050 e os tremores foram recebidos pelo MPU-6050 conforme gráficos da Figura VII.

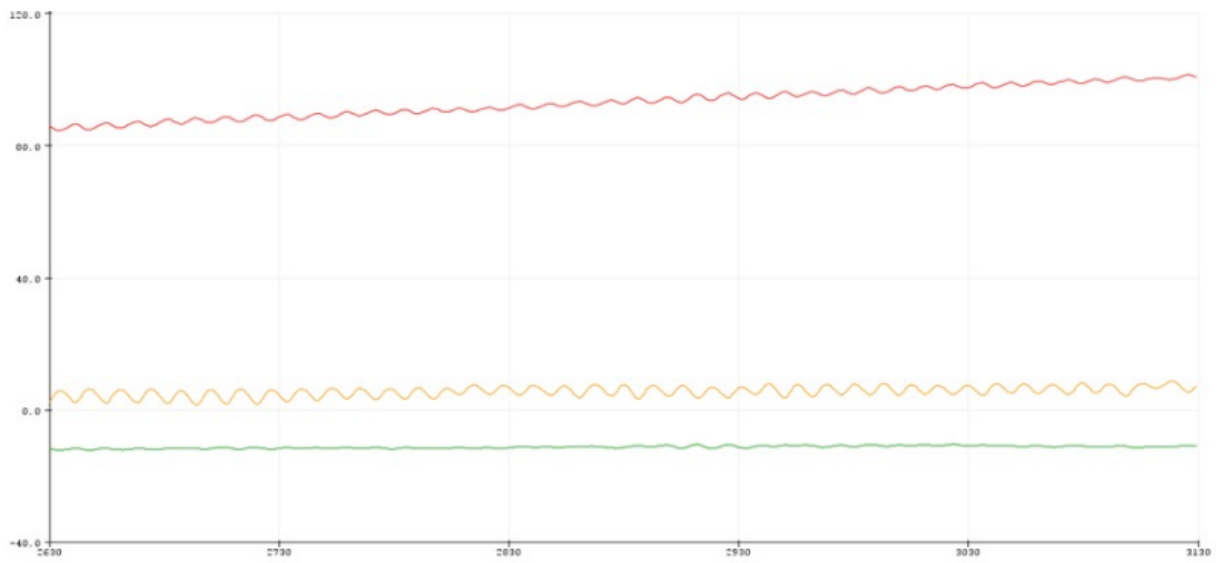
Figura VI: Paciente testando o Circuito para Análise de Tremores



Fonte: Arquivo pessoal

Como é possível observar na Figura VII, o código gera três gráficos, um para cada eixo de rotação, representado pela função da posição angular do eixo em relação ao tempo ( $\Theta/t$ ), é possível observar que dos 3 eixos analisados, apenas 2 eixos apresentaram variação considerável, que foram definidos como eixo x (Figura VIII, no gráfico apresenta a cor vermelha) e eixo y (Figura IX, no gráfico apresenta a cor amarela), dada anatomia do membro e características dos eventos de tremor apresentados pelos pacientes analisados, que permitiu maior movimento rotacional nessas direções, de forma contrária ao eixo z (Figura X, no gráfico apresenta a cor verde), que anatomicamente não apresentou muita mobilidade durante o tremor das mãos dos pacientes analisados.

Figura VII: Análise de tremores nos 3 eixos de rotação em paciente com Parkinson.



Fonte: Arquivo pessoal

Figura VIII: Demonstração do Eixo X (Gráfico Vermelho)



Fonte: Arquivo pessoal

Figura IX: Demonstração do Eixo Y (Gráfico Amarelo)



Fonte: Arquivo pessoal

Figura X: Demonstração do Eixo Z (Gráfico Verde)



Fonte: Arquivo pessoal

Após verificar que apenas 2 eixos de rotação variaram consideravelmente a angulação durante os eventos de tremor, foi decidido que seriam utilizados apenas 2 servomotores (um para cada eixo de variação angular considerável, nomeados eixo x e eixo y) e que o eixo z não precisaria de um servomotor para regular a angulação

## 5. **CONSIDERAÇÕES FINAIS (OU CONCLUSÕES)**

O talher foi capaz de permitir que pacientes com estágios iniciais e intermediários de Parkinson pudessem se alimentar com tremor nas mãos.

O projeto concluiu sua meta de permitir que pacientes com tremores característicos do Parkinson pudessem se alimentar independentemente. Para um maior tempo de resposta, a eficiência do talher está limitada ao tempo de resposta do microcontrolador ATmega328-P, de forma que em situações de tremores com uma aceleração angular muito acentuada, considerando pacientes com tremores muito intensos, a comida não se manteve no talher, é necessário analisar um protótipo com um microcontrolador com maior velocidade de processamento de dados e a viabilidade do tamanho do mesmo no circuito.

## REFERÊNCIAS

- [1] Amy Fiske, Julie Loebach Wetherell, Margaret Gatz, Depression in older adults. (2009) <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2852580/>
- [2] Dr. Sanchari Sinha Dutta, <https://www.news-medical.net/health/Where-Does-Parkinsons-Disease-Originate.aspx> (2020)
- [3] How diminished independence can impact the health & well-being of older adults (July 2, 2015), Arden Elizabeth <https://www.truelinkfinancial.com/blog/diminished-independence-can-impact-health-well-older-adults/>
- [4] Smartphone-Based Monitoring of Parkinson Disease: Quasi-Experimental Study to Quantify Hand Tremor Severity and Medication Effectiveness, Elina Kuosmanen, MSc, corresponding author<sup>1</sup> Florian Wolling, MSc,<sup>2</sup> Julio Vega, PhD,<sup>3</sup> Valerii Kan, MSc,<sup>1</sup> Yuuki Nishiyama, PhD,<sup>4</sup> Simon Harper, PhD,<sup>3</sup> Kristof Van Laerhoven, PhD,<sup>2</sup> Simo Hosio, PhD,<sup>1</sup> and Denzil Ferreira, PhD, (Nov, 2020) <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7728543/>
- [5] Getting Started with Arduino Uno and Products. Arduino, 2018. Disponível em: . Acesso em: 26 abril 2021
- [6] MPU-6050 datasheet giroscópio <https://invensense.tdk.com/wp-content/uploads/2015/02/MPU-6000-Datasheet1.pdf>
- [7] Basics of Fused Deposition Modelling (FDM). Fredrick Madaraka Mwema<sup>3</sup> and Esther Titilayo Akinlabi<sup>4</sup>
- [8] A Case Study of 3D Printed PLA and Its Mechanical Properties  
S. AravindRaja, E.Muthukumar, K.Jayakrishna.
- [9] [https://www.researchgate.net/figure/Schematic-of-an-FDM-3D-printer-Reproduced-with-permission-from-12\\_fig1\\_292985550](https://www.researchgate.net/figure/Schematic-of-an-FDM-3D-printer-Reproduced-with-permission-from-12_fig1_292985550)
- [10] Goodbye Parkinson's, Hello Life!: The Gyro-Kinetic Method for Eliminating Symptoms and Reclaiming Your Good Health.
- [11] Parkinson's Treatment: 10 Secrets to a Happier Life.
- [12] A Parkinson's Primer: An Indispensable Guide to Parkinson's Disease for Patients and Their Families.
- [13] <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30890425/> Parkinson's Disease and Parkinsonism, Michael T Hayes<sup>1</sup>, Affiliations expand PMID: 30890425 DOI: 10.1016/j.amjmed.2019.03.001

[14] <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28739866/> What a neurologist should know about depression in Parkinson's disease, Monique H M Timmer 1 2 3, Maria H C T van Beek 1, Bas R Bloem 2 3, Rianne A J Esselink 2 3

[15] Circuitos Eléctricos, James W. Nilsson, Susan A. Riedel, 8 ed., 2009

[16] Dispositivos eletrônicos e teoria de circuitos, Robert L. Boylestad, Louis Nashelsky, 8 ed., 2004

[17] Talher autorregulador no mercado. [https://longevitech.com.br/produto/gyenno-twist/?utm\\_source=Google%20Shopping&utm\\_campaign=Longevitech&utm\\_medium=cpc&utm\\_term=1877&utm\\_conten](https://longevitech.com.br/produto/gyenno-twist/?utm_source=Google%20Shopping&utm_campaign=Longevitech&utm_medium=cpc&utm_term=1877&utm_conten)

