

FIAP – CENTRO UNIVERSITÁRIO  
CONSELHO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO - CEPE  
PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

Hand Sync

Pedro Henrique Pinheiro Carvalho

João Gabriel Vianna Marinho

Rafael Bisi Succi

Pedro Daniluz

Hellynson Cassio Lana

SÃO PAULO

2024

PEDRO HENRIQUE PINHEIRO – RM 551918

JOAO GABRIEL VIANNA - RM 551963

PEDRO DANILUZ - RM 97697

RAFAEL BISI SUCCI- RM 550716

Hand Sync+

Este documento tem como objetivo apresentar a pesquisa e o desenvolvimento do entregável referente ao Projeto de Iniciação Científica, realizado sob a orientação do Professor Hellynson Cassio Lana, e submetido ao Conselho de Ensino Pesquisa e Extensão – CEPE do FIAP - Centro Universitário.

SÃO PAULO

2024

## RESUMO

Este projeto visa a criação de uma mão robótica articulada, utilizando motores e componentes impressos em 3D. O controle é realizado por visão computacional, que reconhece os movimentos da mão humana e os traduz em comandos para um Arduino Uno por meio da porta serial. Para proporcionar uma demonstração prática e interativa, foi desenvolvido um jogo inspirado no clássico Genius, no qual a mão robótica exibe uma sequência de posições de mão que o jogador deve imitar. Durante a tentativa de imitação, a mão robótica também "copia" os movimentos do jogador, oferecendo feedback visual imediato. O projeto tem aplicabilidade em áreas de risco e controle remoto, proporcionando soluções práticas e inovadoras.

**Palavras-chave:** Robótica, Arduino, Visão Computacional, Impressão 3D, OpenCV.

## **ABSTRACT**

This project aims to create an articulated robotic hand, using motors and 3D-printed components. The control is performed through computer vision, which recognizes human hand movements and translates them into commands for an Arduino Uno via serial communication. An interactive game inspired by the classic Genius was developed to demonstrate the system's capabilities. The robotic hand displays a sequence of hand positions that the player must imitate, and as the player attempts to reproduce the sequence, the robotic hand mimics their movements, providing immediate feedback. The project has applicability in hazardous areas and remote control, offering practical and innovative solutions.

**Keywords:** Robotics, Arduino, Computer Vision, 3D Printing, OpenCV.

1.	INTRODUÇÃO.....	1
2.	OBJETIVOS.....	2
2.1.	OBJETIVO GERAL.....	2
2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	2
3.	ESTADO DA ARTE .....	3
4.	JUSTIFICATIVAS .....	4
5.	CRONOGRAMA .....	5
6.	RELATO DO DESENVOLVIMENTO TÉCNICO .....	6
6.1.	EXEMPLO DE SUBITEM .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6.2.	GALERIA DE IMAGENS .....	7
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	12
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	13

## **1. INTRODUÇÃO**

O projeto envolve a criação de uma mão robótica articulada, composta por peças impressas em 3D e motores servo para a movimentação dos dedos. O controle da mão robótica é realizado por visão computacional, com o uso da biblioteca OpenCV em Python, que captura os movimentos da mão do usuário e os converte em comandos para o microcontrolador Arduino Uno. Para tornar a interação mais dinâmica e educativa, foi desenvolvido um jogo inspirado no Genius. A mão robótica exibe uma sequência de posições que o jogador deve memorizar e imitar. Além disso, enquanto o jogador tenta reproduzir essas posições, a mão robótica "espelha" seus movimentos, permitindo um feedback em tempo real, o que torna o processo de captura dos gestos mais intuitivo.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GERAL**

O objetivo geral deste projeto é promover a formação de estudantes em atividades de pesquisa, desenvolvimento tecnológico e inovação, através do desenvolvimento de uma mão robótica articulada controlada remotamente por visão computacional. O projeto visa fornecer uma experiência prática de criação de soluções tecnológicas inovadoras, além de explorar a aplicação de robótica em ambientes controlados e em situações de risco, com uma ênfase no uso de tecnologias acessíveis como Arduino, impressão 3D e programação em Python.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Projetar e construir uma mão robótica utilizando impressão 3D e motores.
- Implementar controle de movimentos através de um microcontrolador Arduino Uno, utilizando comunicação serial.
- Desenvolver um sistema de visão computacional com a biblioteca OpenCV, capaz de reconhecer os movimentos da mão do usuário.
- Criar um jogo interativo no qual a mão robótica exibe e imita os movimentos do jogador, proporcionando feedback em tempo real.
- Construir uma carcaça arcade para abrigar o projeto e melhorar a interatividade.
- Proporcionar uma plataforma que possa ser utilizada em ambientes de risco, permitindo controle remoto seguro e preciso.

### **3. ESTADO DA ARTE**

A robótica avançou consideravelmente com o uso de tecnologias acessíveis como impressão 3D e microcontroladores. Projetos similares de mãos robóticas, especialmente próteses, têm utilizado sensores para detectar movimentos musculares, mas a combinação de visão computacional e Arduino ainda é relativamente nova nesse contexto. A capacidade de imitar e replicar movimentos em tempo real com feedback visual é uma inovação presente neste projeto, permitindo que a interação entre usuário e máquina seja mais fluida e intuitiva. Projetos de jogos que interagem com robótica, como no caso do Genius, são raros e proporcionam um uso lúdico e educacional da tecnologia.

## **4. JUSTIFICATIVAS**

A criação de uma mão robótica controlada remotamente oferece soluções práticas para diversas aplicações, incluindo ambientes de risco onde o contato direto do ser humano deve ser minimizado. O uso de visão computacional para capturar gestos e replicar movimentos em tempo real abre novas possibilidades para interações mais naturais entre humanos e máquinas. Além disso, o desenvolvimento de um jogo interativo, em que o jogador recebe feedback visual da mão robótica, torna o projeto mais acessível e educativo, oferecendo uma forma divertida de demonstrar as capacidades tecnológicas do sistema. Este projeto não apenas contribui para o avanço tecnológico, mas também promove o aprendizado de conceitos avançados de robótica, computação e programação.

## 5. CRONOGRAMA

Etapa	Mês											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
1. Planejamento e concepção do projeto	X	X										
2. Pesquisa e estudo de tecnologias envolvidas	X	X	X									
3. Modelagem e design da mão robótica			X	X	X							
4. Impressão 3D e montagem da mão robótica				X	X	X						
5. Implementação do sistema de visão computacional					X	X	X					
6. Integração da visão computacional com o Arduino						X	X	X				
7. Desenvolvimento do jogo interativo "Genius"							X	X	X			
8. Construção da carcaça em MDF com corte a laser								X	X			
9. Testes e ajustes de funcionamento								X	X	X		
10. Validação do sistema e documentação técnica								X	X	X		

## 6. RELATO DO DESENVOLVIMENTO TÉCNICO

O desenvolvimento do projeto iniciou com a modelagem das peças da mão robótica, utilizando software CAD SolidWorks para projetar cada componente, que foi posteriormente impresso em 3D. Essa escolha garantiu precisão na construção e viabilizou a personalização dos elementos. A mão robótica foi equipada com motores servo que permitiam a movimentação articulada dos dedos, sendo cada motor controlado individualmente. A montagem seguiu com a integração desses componentes ao sistema de controle, utilizando o microcontrolador Arduino Uno.

A etapa seguinte envolveu a programação do Arduino, responsável por controlar os movimentos da mão com base nos comandos recebidos de um sistema Python. A comunicação entre o Arduino e o Python foi estabelecida por meio da biblioteca PySerial, que permitiu o envio de sinais para acionar os motores. O diferencial desse projeto foi a implementação de um sistema de visão computacional com a biblioteca OpenCV, que capturava os gestos da mão do usuário e os convertia em comandos. Essa etapa exigiu ajustes e testes contínuos para garantir a precisão e a rapidez da detecção dos movimentos.

O jogo interativo inspirado no Genius foi desenvolvido para demonstrar o funcionamento da mão robótica de maneira envolvente. A mão robótica exibe uma sequência de posições que o jogador deve memorizar e reproduzir. Durante o processo de imitação, a mão robótica "espelha" os movimentos do jogador, oferecendo feedback visual imediato e tornando o jogo mais dinâmico e intuitivo. A cada rodada, uma nova posição é adicionada à sequência, tornando o desafio progressivamente mais difícil, o que também ajuda a demonstrar a capacidade do sistema de capturar e reproduzir gestos complexos.

Além disso, foi implementado outro modo de jogo voltado para o aprendizado interativo de Libras (Língua Brasileira de Sinais). Nesse modo, cada nível apresenta uma palavra em Libras que o jogador deve aprender e reproduzir utilizando os gestos detectados pela mão robótica. À medida que o jogador avança, a dificuldade aumenta, passando de palavras simples para

frases completas. Dessa forma, os usuários têm a oportunidade de aprender Libras de maneira envolvente e prática, utilizando a mão robótica como ferramenta para aprimorar seus conhecimentos de forma interativa e progressiva.

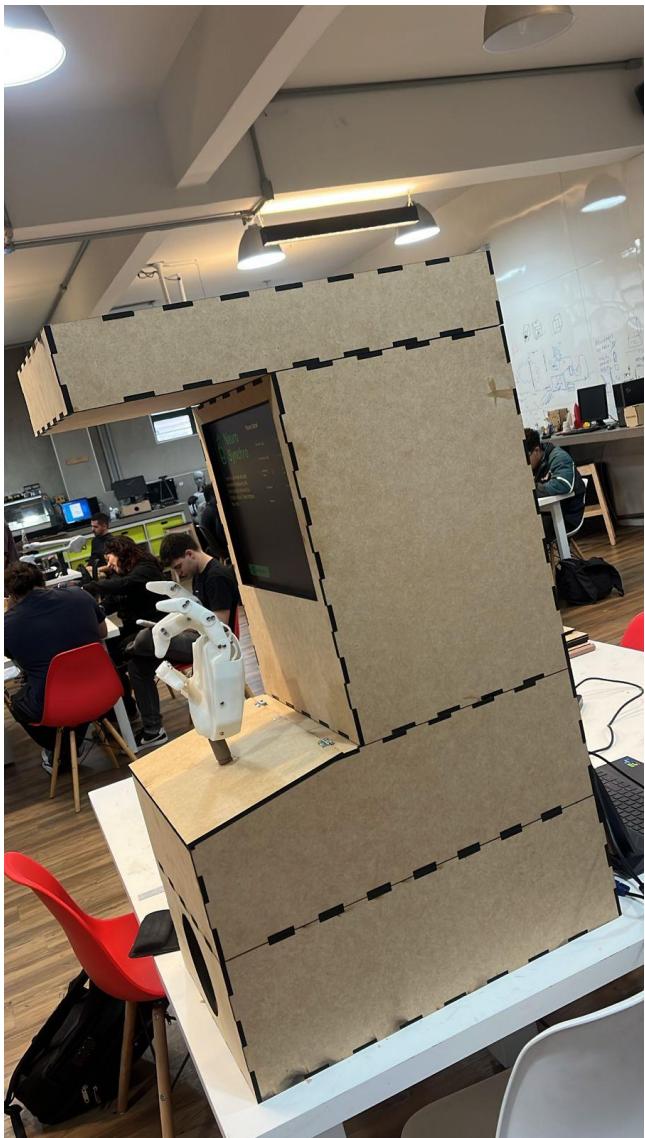
Além do desenvolvimento técnico, foi construída uma carcaça em MDF, cortada a laser, para abrigar o projeto e melhorar a experiência de uso. Essa estrutura inspirada em arcades clássicos foi projetada tanto para proteger os componentes eletrônicos quanto para criar uma interface mais atrativa e interativa para o público. Após a montagem completa do sistema, foram realizados testes rigorosos para garantir que a mão robótica respondesse corretamente aos comandos do jogo e aos movimentos do jogador, assegurando a precisão e a fluidez da interação.

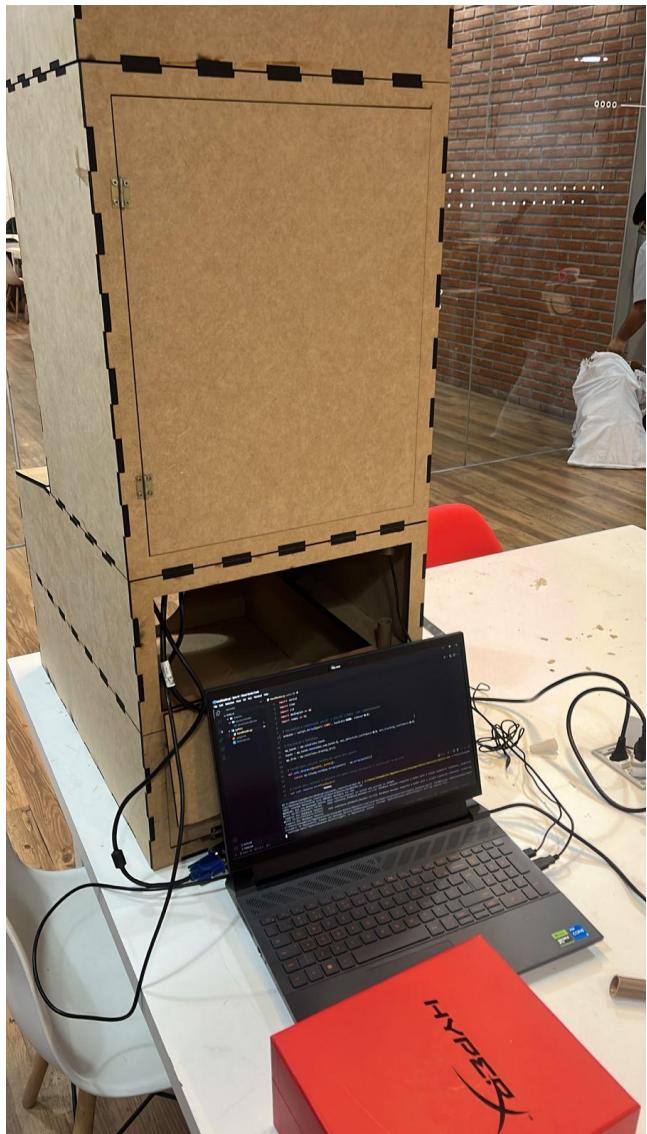
## 7. GALERIA DE IMAGENS

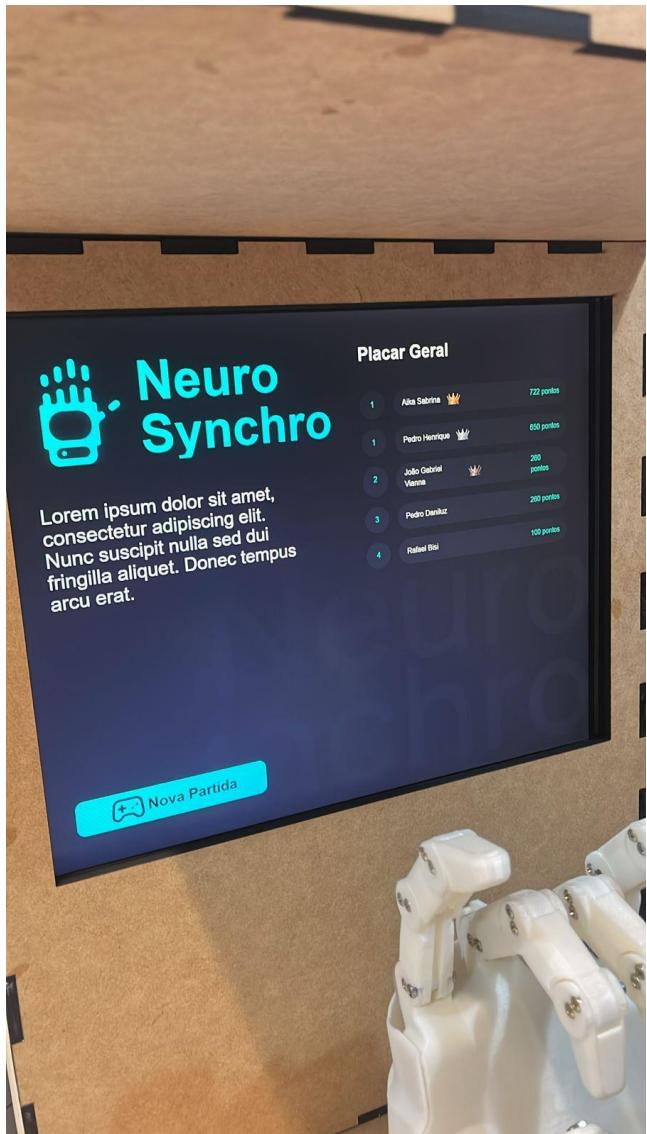


FOTO DA EQUIPE.









## **8. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O projeto de Iniciação Científica superou as expectativas ao desenvolver uma mão robótica articulada com controle por visão computacional, oferecendo uma plataforma interativa através de um jogo que simula posições de mão. A implementação de feedback visual por meio da "cópia" dos movimentos do jogador pela mão robótica proporcionou uma experiência única e imersiva. Além de suas aplicações práticas em áreas de risco, o projeto serve como um exemplo claro de como tecnologias acessíveis, como Arduino e impressão 3D, podem ser combinadas para criar soluções inovadoras.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- VIDAL, Vitor. Servo Motor: Conheça Aplicações e Aprenda a Usar. **Blog Eletrogate**, 2022. Disponível em: <https://blog.eletrogate.com/servo-motor-para-aplicacoes-com-arduino/>. Acesso em: 03 jul. 2024.
- HEIMAN, Alice. Recognize Hand Landmarks Using Google Mediapipe and OpenCV. **Medium**, 2023. Disponível em: <https://medium.com/@aliceheimanxyz/recognize-hand-landmarks-using-google-mediapipe-and-opencv-9ca0a052ce75>. Acesso em: 18 ago. 2024.