

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

## **NEURAL TRACK**

EDUARDO DALLABELLA LIMA  
ERICK SUDRÉ DO NASCIMENTO  
IAN ROSSATO BRAGA  
MORENA ZILBERMAN TAVARES  
SILAS ALVES DOS SANTOS  
VITORIA XAVIER RIBEIRO  
VINICIUS RIBEIRO DOS SANTOS EIRA

ORIENTADOR: PROF. ANDRÉ MALUF

São Paulo

2024

EDUARDO DALLABELLA LIMA – RM 556803

ERICK SUDRÉ DO NASCIMENTO – RM 558788

IAN ROSSATO BRAGA – RM 554989

MORENA ZILBERMAN TAVARES – RM 555471

SILAS ALVES DOS SANTOS - RM 555020

VITORIA XAVIER RIBEIRO – RM 558227

VINICIUS RIBEIRO DOS SANTOS EIRA – RM 556697

## **NEURAL TRACK**

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 André Maluf, e submetido ao Conselho de Ensino Pesquisa e Extensão – CEPE do FIAP - Centro Universitário.

ORIENTADOR: PROF. ANDRÉ MALUF

São Paulo

2024

## RESUMO

**Introdução:** a dopamina é um neurotransmissor que regula diversas funções no cérebro e no corpo, atuando em processos estimulantes e influenciando diretamente comportamentos e emoções através da comunicação entre neurônios. No entanto, medir os níveis de dopamina é um processo complexo, pois requer técnicas laboratoriais invasivas. A obtenção de dados precisos sobre os níveis de dopamina é fundamental para o diagnóstico de condições neurológicas e psiquiátricas, pois essas informações podem oferecer insights valiosos sobre a saúde do paciente e auxiliar na escolha de tratamentos adequados. **Método:** neste estudo, propõe-se um método não invasivo por meio do desenvolvimento de um equipamento chamado Neural Track, que utiliza sensores para medir a contração e o relaxamento muscular, além da frequência cardíaca. **Objetivo:** é coletar dados sobre os níveis de tensão muscular e a frequência cardíaca, relacionando-os aos níveis de dopamina. **Conclusão:** o Neural Track tem como propósito ajudar profissionais de saúde a monitorar os níveis de dopamina de forma mais rápida e não invasiva. A medição dos níveis de dopamina será realizada através da correlação entre os batimentos cardíacos e a contração muscular do trapézio, permitindo que os especialistas acompanhem o estado corporal do paciente com maior precisão.

**Palavras-chave:** Dopamina. Tensão muscular. Correlação. Frequência cardíaca.

Monitoramento não invasivo.

## **ABSTRACT**

**Introduction:** dopamine is a crucial neurotransmitter responsible for regulating several key functions in the brain and body, including mood, motivation, reward, and motor control. It plays a fundamental role in the communication between neurons, directly influencing behaviors and emotional responses. Despite its significance, accurately measuring dopamine levels presents a challenge, as traditional methods—such as cerebral microdialysis and positron emission tomography (PET) scans—are invasive, expensive, and impractical for routine monitoring. The complexity of measuring dopamine poses a significant barrier to the diagnosis and treatment of neurological and psychiatric disorders, where dopamine imbalances are frequently observed. Accurate measurements of dopamine levels are crucial for understanding a patient's neurological health and for informing more effective treatment strategies. However, the lack of accessible and non-invasive measurement tools restricts healthcare professionals' ability to monitor dopamine fluctuations in real time across diverse clinical settings. **Methods:** this study aims to address this limitation by developing a non-invasive tool called Neural Track. The proposed device employs sensors to measure physiological indicators such as muscle contraction and relaxation, along with heart rate. **Objective:** is to gather data on muscle tension and heart rate, exploring their correlation with dopamine levels to provide a non-invasive alternative for real-time monitoring of dopamine. **Conclusion:** by facilitating non-invasive dopamine monitoring, Neural Track has the potential to enhance healthcare professionals' ability to diagnose and manage conditions associated with dopamine dysregulation, such as Parkinson's disease, schizophrenia, and mood disorders. This innovation could yield more accurate insights into a patient's neurochemical state, enabling timely interventions and personalized treatment approaches.

**Keywords:** Dopamine. Muscle tension. Correlation. Heart rate. Non-invasive monitoring.

## **SUMÁRIO**

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. OBJETIVO GERAL	3
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
3. ESTADO DA ARTE	4
4. JUSTIFICATIVAS	5
5. CRONOGRAMA	6
6. RELATO DO DESENVOLVIMENTO TÉCNICO	7
6.1. EXEMPLO DE SUBITEM	11
6.2. GALERIA DE IMAGENS	11
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	13
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14

## **1. INTRODUÇÃO**

A dopamina é um neurotransmissor importante que atua nas atividades cerebrais e no funcionamento do corpo, influenciando diretamente os comportamentos e as emoções por meio da comunicação entre os neurônios. Não existem indicadores exatos sobre os níveis de dopamina que podem ser medidos diretamente no corpo humano comprovados cientificamente, o que torna os processos de medição desafiadores e ainda requer estímulos e diagnósticos clínicos específicos para obter esses dados. Atualmente, métodos de medição laboratoriais invasivos são utilizados pelos médicos para mensurar a densidade dos transportadores de dopamina, por meio da injeção de um material que se liga a esses transportadores, seguido da medição com uma câmera (BASTOS, 2019). Outro método realizado são exames de neuroimagem, como a tomografia por emissão de pósitrons, que permite também observar a atividade das áreas cerebrais onde a dopamina é produzida (GARCIA, 2021). Esses métodos limitam o acompanhamento contínuo da liberação de dopamina, especialmente em pacientes com condições neurológicas e psiquiátricas (PANTOJA et al., 2024), cujas variações desse neurotransmissor podem fornecer informações relevantes para o diagnóstico e tratamento clínico (MAGALHÃES et al., 2022).

Embora a correlação entre picos de dopamina e fatores comportamentais ainda não tenha sido estabelecida, é possível identificar relações entre níveis de tensão e relaxamento muscular em estados de estresse (WIJSMAN et al., 2013). Isso exige também métodos indiretos e clínicos para analisar como esses fatores influenciam os níveis de dopamina.

Este estudo prático, baseado na pesquisa supracitada de Wijsman e outros, visa idealizar e desenvolver um equipamento inovador chamado Neural Track, que permite a medição indireta da dopamina através da observação de sinais fisiológicos como a tensão muscular e a frequência cardíaca. Embora ainda não seja possível determinar níveis exatos de dopamina, o dispositivo permite monitorar como o comportamento e os estímulos externos, como alimentação, atividades físicas e consumo de substâncias, influenciam na liberação desse neurotransmissor. Espera-se que os dados coletados ofereçam uma análise qualitativa dos padrões de liberação de dopamina em determinados períodos de tempo.

Para realizar essa análise, serão utilizados sensores que medem a frequência cardíaca e a tensão muscular, conectados a uma placa de ESP (Electronic Stability Program). Esses

sensores capturam dados fisiológicos durante períodos de estímulo e repouso, permitindo uma observação detalhada do comportamento do indivíduo em relação à liberação de dopamina. A coleta desses dados se baseia na observação clínica do indivíduo, correlacionando alterações de níveis de tensão e relaxamento muscular, frequência cardíaca com possíveis picos de neurotransmissores. Espera-se que o Neural Track proporcione uma nova ferramenta para a área médica, permitindo um acompanhamento mais detalhado dos efeitos comportamentais e clínicos relacionados à liberação de dopamina, sem a necessidade de métodos invasivos. A longo prazo, esse dispositivo poderá contribuir para o desenvolvimento de abordagens mais precisas no tratamento de condições neurológicas e psiquiátricas.

## **2. OBJETIVOS**

O principal objetivo deste projeto é, como supracitado, o desenvolvimento de um equipamento de mensuração qualitativa da dopamina, além do desenvolvimento de habilidades práticas relacionadas à inovação e pesquisa. No contexto específico da pesquisa, busca-se investigar como a dopamina, um neurotransmissor crucial para várias funções do corpo, se relaciona com parâmetros como batimentos cardíacos e contração muscular. Essa correlação tem potencial para auxiliar especialistas no tratamento de vícios, oferecendo dados mais precisos que possam guiar decisões clínicas e melhorar a qualidade do atendimento de saúde.

### **2.1. OBJETIVO GERAL**

Elaboração do equipamento de medição não invasivo, denominado Neural Track, para obter parâmetros de tensão muscular e frequência cardíaca, relacionando-os com as liberações de dopamina, a fim de auxiliar no diagnóstico e tratamento de condições neurológicas e psiquiátricas.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Abaixo segue os objetivos específicos do projeto:

- Construir um equipamento de medição não invasivo que integra sensores de tensão muscular e frequência cardíaca com uma placa de arduino, baterias e fios conectores.
- Conectar o equipamento aos sensores, ao computador e ao indivíduo para realizar a

leitura e interpretação dos sinais emitidos por meio dos gráficos gerados, identificando picos de contração e relaxamento muscular.

- Estabelecer relações entre os dados de tensão muscular, frequência cardíaca e compará-los com níveis de liberação da dopamina, utilizando uma plataforma específica para a análise comparativa.
- Testar e validar a precisão do Neural Track em ambientes controlados, garantindo que os dados coletados reflitam com exatidão os estímulos relacionados aos níveis de dopamina e suas correlações fisiológicas.
- Fornecer insights valiosos para especialistas em saúde, auxiliando no diagnóstico e tratamento de condições neurológicas e psiquiátricas, além de promover o avanço tecnológico na área da saúde.

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

Conforme os insights e dados coletados durante a entrevista e pesquisa realizada com o médico, Diego Caruba do Carmo, graduado em Medicina pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, constatou-se que os níveis de contração muscular poderiam influenciar o nível de estresse, diferente do que havia sido idealizado anteriormente, onde os níveis de estresse seriam captados por meio de sensores acoplados à região do crânio do indivíduo para capturar a temperatura intracraniana. De acordo com o Dr. Diego Caruba do Carmo, o método seria impreciso, pois devido à influência da pele do paciente e à troca de temperatura que ocorre nessa mesma região com o ambiente, o que poderia alterar os resultados do experimento. Além disso, para exames dessa espécie, geralmente se utiliza ressonância magnética, que apresenta uma maior precisão, além do uso de diferentes artefatos para observar o funcionamento do cérebro humano em cada etapa.

Dessa forma, o artigo de (WIJSMAN et al., 2013) intitulado “Trapezius muscle EMG as predictor of mental stress” (Eletromiografia do músculo do trapézio como preditor de estresse mental) foi de suma importância para o desenvolvimento do projeto, pois apresenta uma alternativa mais precisa para medir níveis de estresse através de parâmetros de tensão e relaxamento muscular mensurados na região do trapézio. Nesse estudo científico mostrou-se eficaz essa forma detectar a eletromiografia(EMG) do músculo e sinais de estresse mental, utilizando a contração muscular como indicador principal. E com isso tornou-se

possível adotar uma solução mais confiável para captar o estresse, alinhando o projeto com práticas mais robustas e cientificamente validadas.

#### **4. JUSTIFICATIVAS**

O projeto explora a importância dos níveis de dopamina em condições de saúde e como esses níveis podem ser alterados por estímulos externos em situações estressantes que impactam o comportamento individual.

A carência de métodos não invasivos e precisos para medir esses níveis pode dificultar um tratamento eficaz para essas condições (SHIH et al., 2006). Ao relacionar a dopamina com os indicadores de frequência cardíaca e tensão muscular, a pesquisa fornece dados que auxiliam os especialistas a realizarem diagnósticos mais precisos e a elaborar tratamentos personalizados.

Espera-se que os resultados deste estudo impactem positivamente a qualidade de vida dos pacientes. A proposta do Neural Track não é apenas uma ferramenta inovadora para analisar as variações de dopamina de forma mais precisa. Além de contribuir para novos conhecimentos científicos, o projeto promove um acompanhamento mais eficaz e um controle mais rigoroso aos estímulos externos que influenciam os níveis de estresse muscular e quantidade de dopamina liberada durante esses períodos. Isso amplia as discussões sobre a interrelação entre fisiologia e saúde mental (BALD, 2022).

Com uma abordagem não invasiva, o Neural Track pode facilitar o monitoramento de pacientes em tratamentos neurológicos e psiquiátricos, permitindo métodos de intervenções mais eficazes. Portanto, este estudo é fundamental para avançar no conhecimento na área, respondendo à crescente demanda por soluções inovadoras para tratar questões que impactam na saúde mental e emocional.

## 5. CRONOGRAMA

Etapa	Mês											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
1. Montagem ideia inicial		X	X									
2. Montagem grupo(membros entrando e saindo)		X	X	X		X			X			
3. Conversa com profissional da área e estudos		X	X	X	X		X					
4. Estruturação da ideia				X	X	X						
5. Consolidação da ideia										X		
6. Montagem do protótipo						X	X	X	X	X		
7. Design do projeto				X	X				X	X		
8. Primeiros testes do protótipo										X		
9. Coleta de dados e organização de resultados									X			

## 6. RELATO DO DESENVOLVIMENTO TÉCNICO

Durante a montagem do protótipo, no processo inicial, utilizou-se um sensor de contração muscular, um sensor de batimento cardíaco, uma ESP (Electronic Stability Program), jumpers para a conexão dos componentes e duas fontes de nove volts. Logo, inicialmente o processo começou com o estudo do sensor de contração muscular.

Devido à utilização inadequada de duas fontes de nove volts, em vez de duas baterias de nove volts, ocorreu a queima do capacitor, exigindo uma substituição por um novo. Por falta de conhecimento, na sequência, foi utilizada uma fonte de cinco volts como segunda tentativa, o que resultou novamente na queima do sensor.

Na terceira tentativa, seguindo a documentação do sensor de contração muscular (ITURRALDE, 2024), com o módulo de contração muscular, foram empregadas duas baterias de nove volts, sendo possível captar os dados de contração muscular do trapézio.

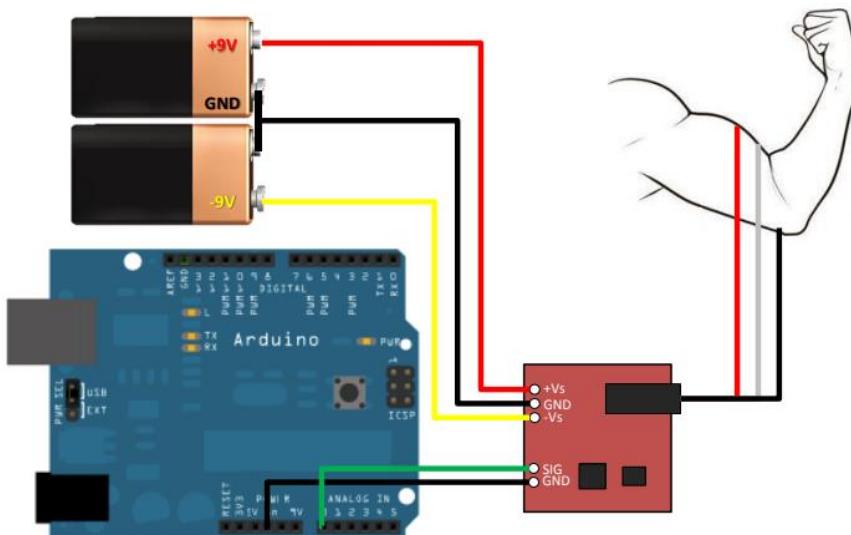


Imagen 1- representação do esquema ilustrativo sobre como funciona a medição da tensão muscular com o sensor V3 (ITURRALDE, 2024).

Contudo, a saída de tensão do sensor era de nove volts, o que resultou na queima na porta de conexão da ESP, que suporta apenas até nove volts.

Para resolver essa questão, foi utilizado um divisor de tensão, composto por duas

resistências de valores diferentes (1000 ohms e 2000 ohms) respectivamente, em um circuito elétrico em série. Dessa forma, a tensão foi reduzida de nove volts para três volts, conforme demonstrado pela fórmula e pelo esquema ilustrativo do circuito elétrico apresentado na imagem a seguir.

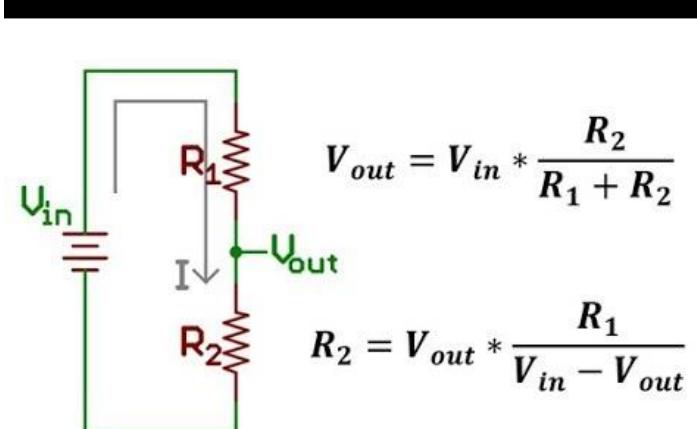


Imagen 2 – Exemplo fórmula e circuito elétrico utilizado (“CIRCUITO DIVISOR DE TENSÃO RESISTIVO”, [s.d.])

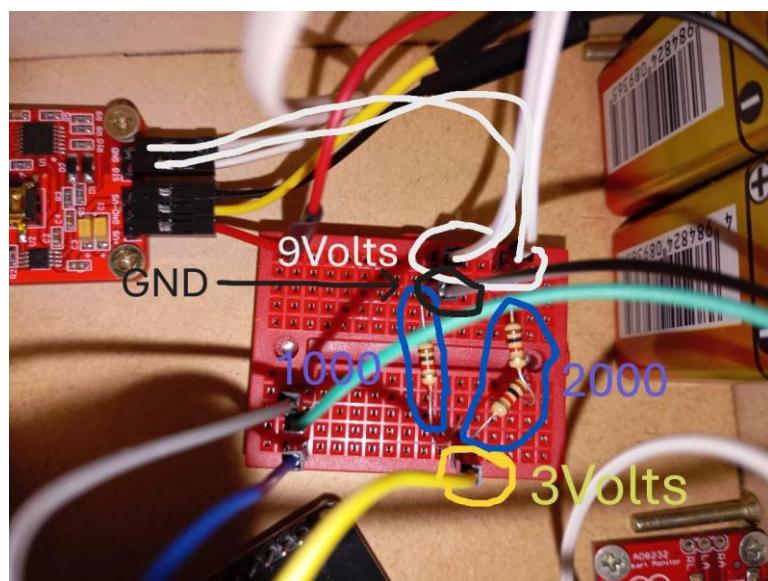


Imagen 3 - divisor de tensão no protótipo. Resistências circuladas em azul, tensão de entrada 9V circulada em branco e tensão de saída 3V circulada em amarelo.

Para a construção do protótipo final, foram utilizados os seguintes componentes:

- **Módulo de contração muscular:** composto por um cabo para três eletrodos, três eletrodos, duas baterias de nove volts, três conectores de baterias, um divisor de tensão com resistores de 2000 mil ohms e 1000 ohms, para reduzir a tensão de nove volts para três volts.
- **Módulo de batimento cardíaco:** equipamento com um cabo para três eletrodos e mais três eletrodos.
- **ESP (Controle Eletrônico de Estabilidade):** responsável pelo envio dos dados coletados diretamente para a plataforma web.

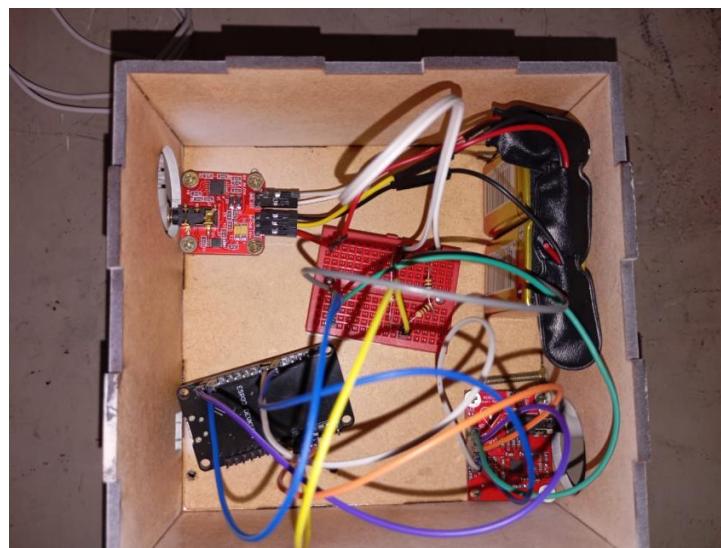


Imagen 4 - protótipo completo. Contendo uma ESP, jumpers, um divisor de tensão com três resistores, duas baterias de nove volts, conectores de bateria, um sensor de contração muscular e um sensor de batimento cardíaco.

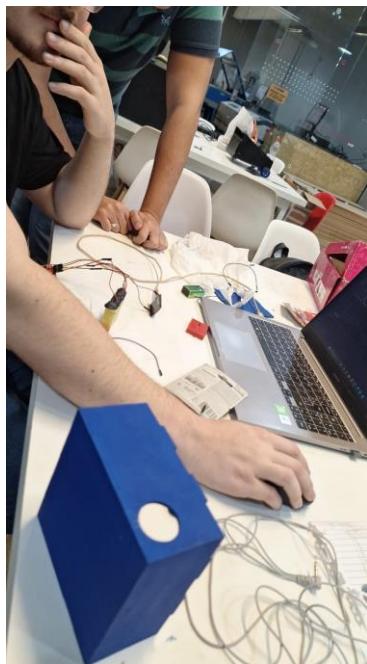


Imagen 5 - Dia de teste de funcionamento dos sensores, conexão dos eletrodos no braço e o cabo no computador.

Após realizar todas as modificações necessárias para garantir o funcionamento efetivo do protótipo, iniciou-se o processo de mapeamento dos dados extraídos por meio da linguagem C++. Esses dados, enviados para um sistema desenvolvido pela linguagem de programação em Python, onde serão filtrados para a realização do cálculo de correlação.



Imagen 6 – Montagem do código c++ e python

A partir desse processamento, os dados filtrados e o resultado da correlação serão enviados para o Firebase, uma plataforma de Backend-as-a-Service (BaaS) que fornece infraestrutura de back-end pronta para desenvolver códigos, permitindo o acesso direto aos dados por meio do aplicativo.



Imagen 7 - Plataforma BaaS (“Firebase”, [s.d.])

## 6.1. GALERIA DE IMAGENS

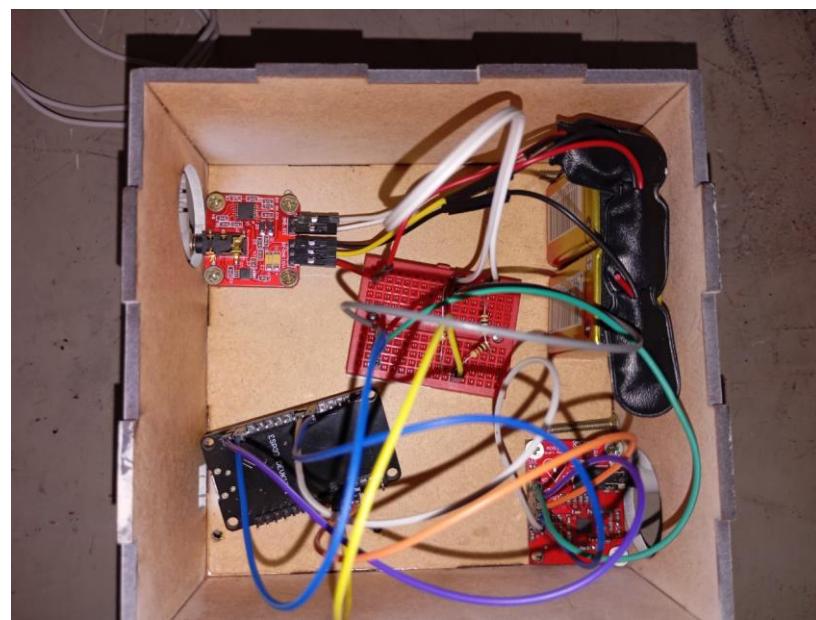


Imagen 8 - Protótipo com todos componentes encaixados



Imagen 9 - Dia de finalização do backend.

Foto dos integrantes Eduardo, Ian e Silas



Imagen 10 - Dia de teste de funcionamento dos sensores e montagem do protótipo. Foto dos integrantes da equipe, da esquerda para a direita Eduardo, Morena e Vitoria.

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Neste estudo científico, foi investigada a relação entre os níveis de contração muscular, frequência cardíaca e a liberação de dopamina, com foco na eletromiografia (EMG) do músculo do trapézio. A pesquisa considerou como os níveis de dopamina variam conforme a estimulação do corpo, particularmente em situações de estresse que excedem o estado normal de repouso, resultando em maior gasto de energia durante picos de estresse. Estudos anteriores demonstram que a utilização da EMG é uma alternativa mais precisa para medir o estresse, superando limitações de métodos tradicionais, como a medição da temperatura intracraniana.

Conclui-se que estudos e testes não invasivos, como a EMG, podem ser eficazes para o monitoramento contínuo dos níveis dopaminérgicos em função da variação da contração muscular sob influência de estímulos externos. Essa abordagem oferece insights valiosos para pacientes crônicos, dependentes químicos e indivíduos com doenças psiquiátricas e neurológicas, cujos principais sintomas estão diretamente ligados à variação nos níveis de dopamina. Os resultados deste estudo são de extrema importância para auxiliar médicos e especialistas da área da saúde na tomada de decisões sobre as medidas de tratamento mais eficazes.

## **8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- SHIH, M. C. et al. Neuroimagem do transportador de dopamina na doença de Parkinson: primeiro estudo com [99mTc]-TRODAT-1 e SPECT no Brasil. Arquivos de Neuro-Psiquiatria, v. 64, n. 3a, p. 628–634, set. 2006.
- BALD, A. P. Dopamina: o que é, para que serve e como aumentar. Disponível em: <<https://essentia.com.br/conteudos/dopamina/>>. Acesso em: 4 abr. 2023.
- WIJSMAN, J. et al. Trapezius muscle EMG as predictor of mental stress. ACM Transactions on Embedded Computing Systems, v. 12, n. 4, p. 1–20, jun. 2013.
- CIRCUITO DIVISOR DE TENSÃO RESISTIVO. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=d178Sz8W0Ak>>.
- ITURRALDE, D. Muscle Sensor v3 Users Manual. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/213527776/Muscle-Sensor-v3-Users-Manual>>. Acesso em: 4 out. 2024.
- Firebase. Disponível em: <<https://firebase.google.com/?hl=pt-br>>.
- BASTOS, R. C. Diferenciação de síndromes parkinsónicas recorrendo a imagens PET com 11C-raclopride. Diferenciação de síndromes parkinsónicas recorrendo a imagens PET com 11C-raclopride, 22 jan. 2019.
- GARCIA, Y. G. Reconstrução de imagens de tomografia por emissão de pósitrons com base em compressive sensing e informação a priori. Icts.unb.br, 8 out. 2021.
- MAGALHÃES, F. et al. Teorias causais, sintomas motores, sintomas não-motores, diagnóstico e tratamento da Doença de Parkinson: uma revisão bibliográfica. Research, Society and Development, v. 11, n. 7, p. e10811729762, 17 maio 2022.
- PANTOJA, A. F. et al. NEUROCIÊNCIA E TDAH: EXPLORANDO CONEXÕES CEREBRAIS E AVANÇOS EM INTERVENÇÕES TERAPÊUTICAS. Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences, v. 6, n. 1, p. 471–490, 8 jan. 2024.