

Universidade Federal de Uberlândia

Faculdade de Engenharia Elétrica

Programa de Pós Graduação em Engenharia
Biomédica


Cassiana Gabriela Lima Barreto

Prof.: Dr. Adriano Alves Pereira

Processamento de sinais biomédicos: Importância e Aplicações

Sumário

- I. O que é
- II. Pra que serve
- III. Como funciona
- IV. Aplicações

- 
- Consiste na manipulação dos dados biomédicos utilizando algoritmos para extração de características, com o propósito de torná-los mais apropriados para alguma prática em específico



Sinal

- Grandeza física que varia no tempo e no espaço ou em função de qualquer outra variável independente

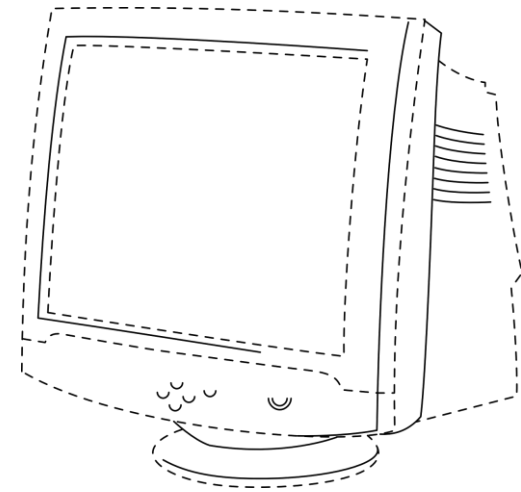
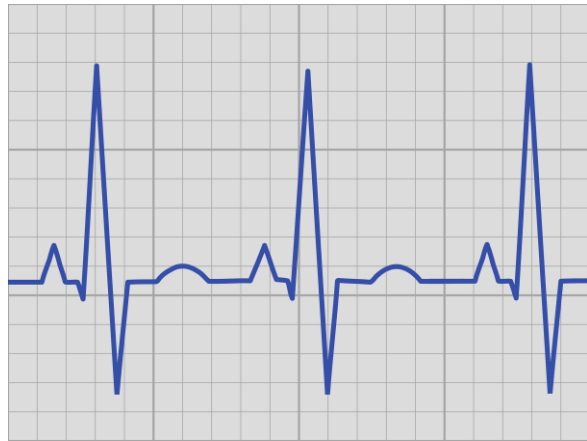
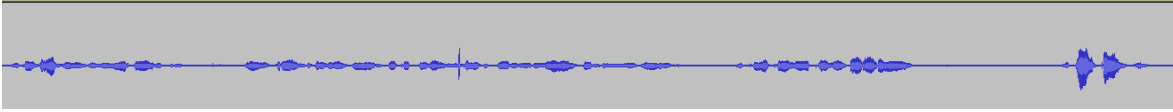
$$S_1(t) = 5t$$

$$S_2(t) = 20t^2$$

$$s(x, y) = 3x + 2xy + 10y^2$$

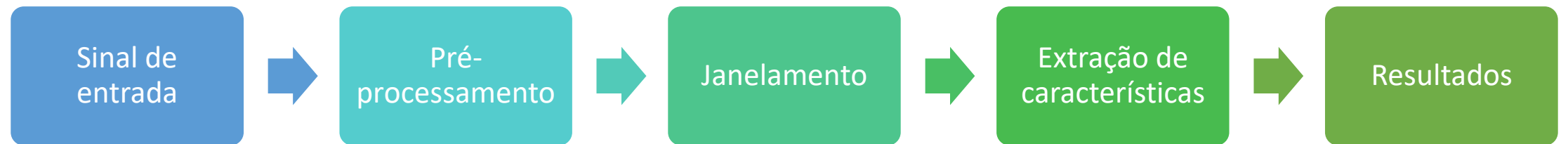
$$\sum_{i=1}^N A(t) \text{sen}[2\pi F_i(t)t + \theta_i(t)]$$

Sinais

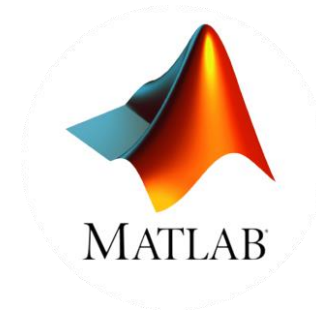


Processamento de sinais

- Possibilita determinar parâmetros necessários para a construção de modelos a fim de representar um fenômeno
 - Visa minimizar erros
 - Melhorar a qualidade do sinal e estabilidade do sistema
 - Extração de características do sinal para posterior classificação



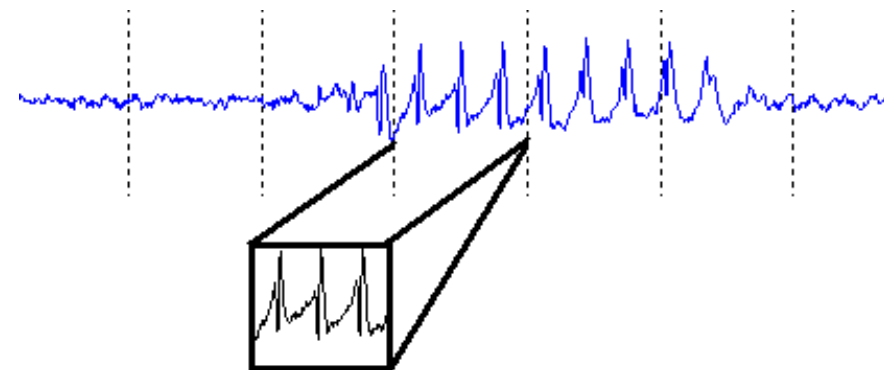
Pré-processamento



- Remoção de ruídos
 - Filtragem digital do sinal
- Amostragem definida

Janelamento do sinal

- O janelamento do sinal é utilizado para evitar que informações irrelevantes do sinal seja processado, selecionando assim, apenas as áreas de interesse.





Extração de características

- Amplitude
- Frequência
- Variabilidade



Aplicações

- Processamento de Voz
 - Melhoria da qualidade da voz em sistemas digitais de telefonia fixa ou móvel
 - Processamento de reconhecimento de voz
 - Tradução de texto para voz (text-to-speech) ou de voz para texto (speech-to-text)



Aplicações

- Equipamentos médico-hospitalares
 - Monitores de eletroencefalografia e eletrocardiograma
 - Processamento de imagens médicas (ultrassom e ressonância magnética)



Aplicações

- Processamento de Imagens
 - Melhoramento de imagens
 - Restauração de imagens
 - Reconhecimento de padrões

Regressão Linear

- Entender a relação entre a dose de medicamentos e a pressão arterial dos pacientes

$$\textit{pressão sanguínea} = \beta_0 + \beta_1(\textit{dosagem})$$

- Medir o efeito que os diferentes regimes de treinamento têm sobre o desempenho dos jogadores

$$\textit{pontos marcados} = \beta_0 + \beta_1(\textit{ioga}) + \beta_2(\textit{levantamento de peso})$$



Problema

Entender o problema



Solução

Método

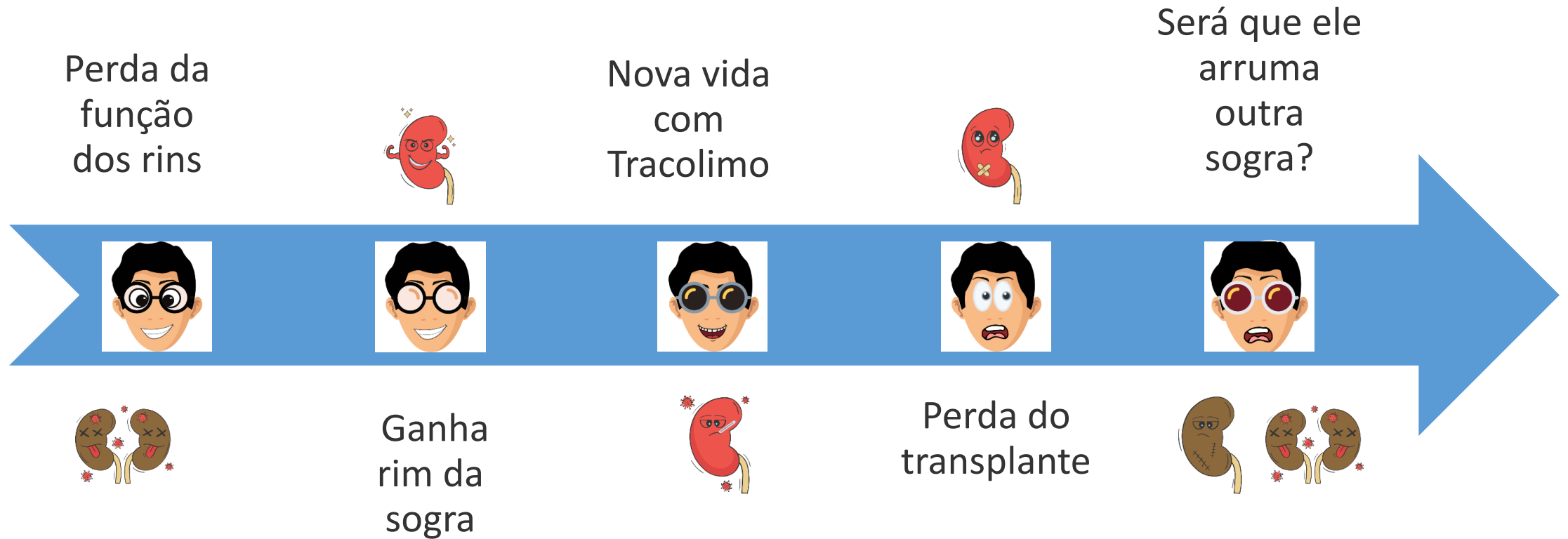
Coleta de dados

Análise de dados



Resultados esperados

É possível perder o rim da sogra?



- Transplantados renais com tremor de mãos devido ao uso de medicação imunossupressora, para evitar a rejeição do rim transplantado



Tracolimo (FK506)

Imunossupressor

- Evitar rejeição do rim
- Qualidade de vida

Diminui a atividade do sistema imunológico

- Garante sucesso do transplante

Reações adversas

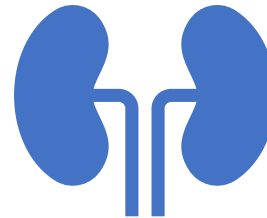
- Diabetes medicamentosa
- Infecções
- Nefrotoxicidade
- Neurotoxicidade
 - Tremor das mãos

Motivação



Modular as dosagens e concentrações séricas de medicamentos imunossupressores

Evento adverso: tremor das mãos

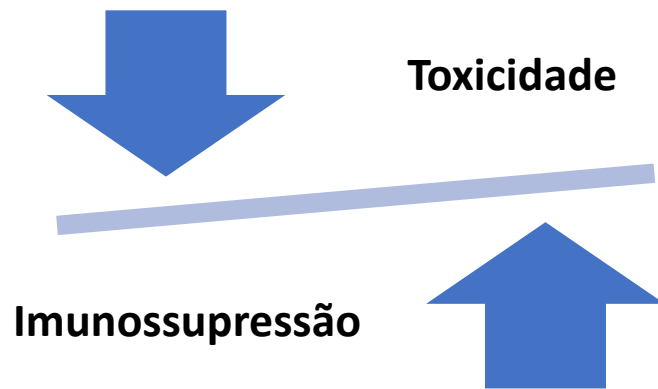


Janela terapêutica estreita

Níveis baixos: rejeição do rim

Níveis altos: lesão aguda do rim

Desafio



- Ajuste da dose do fármaco
- Avaliação clínica de rotina
- Neurotoxicidade
 - Tremor de mãos
- Nefrotoxicidade
 - Insuficiência renal

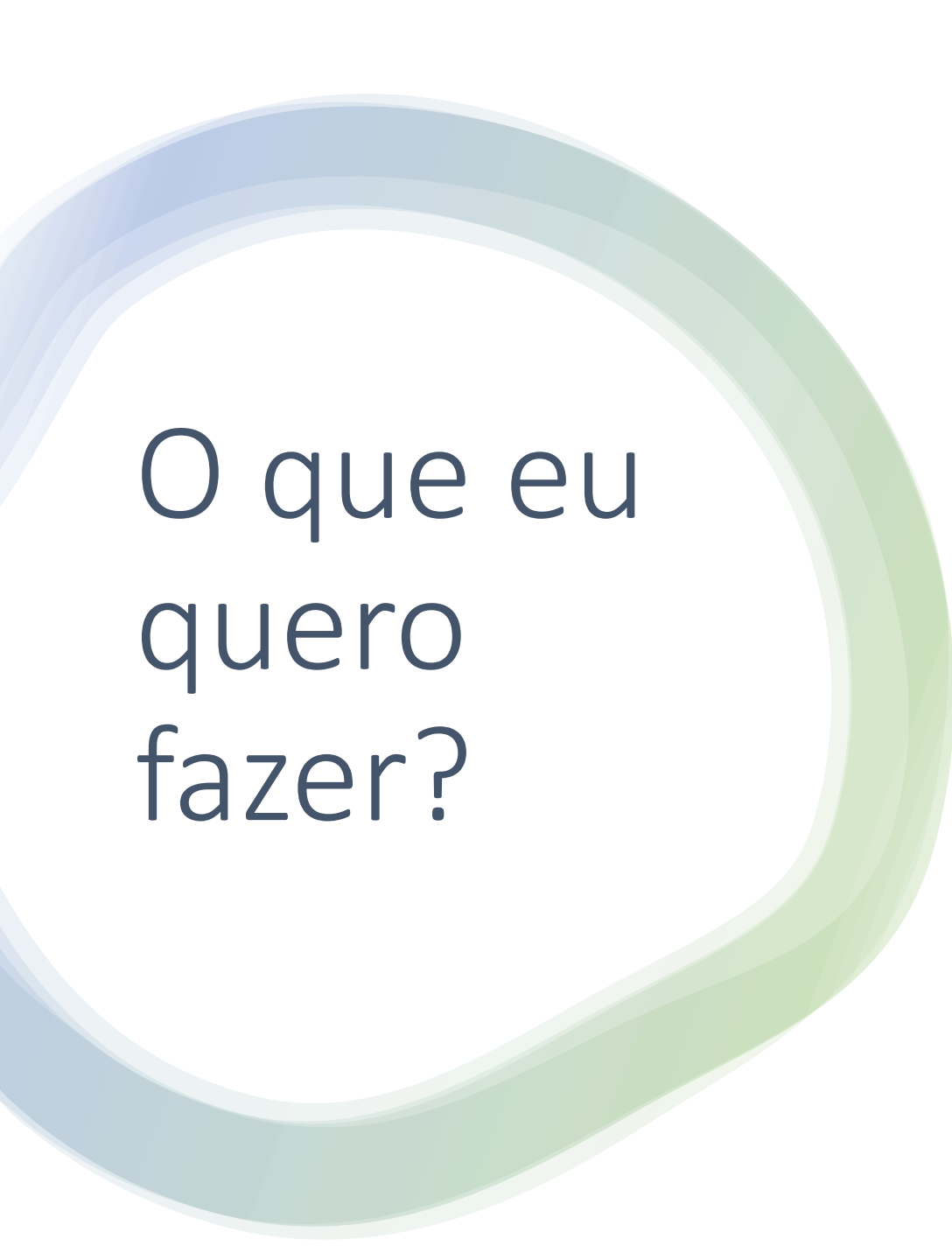
Fatores que influenciam na imunossupressão

Complexidade
do estado
clínico

Idade do
doador

Tempo pós-
transplante

Polifarmácia



O que eu
quero
fazer?

- Desenvolver um sistema de graduação do tremor das mãos baseado no nível sérico do fármaco imunossupressor

Hipótese

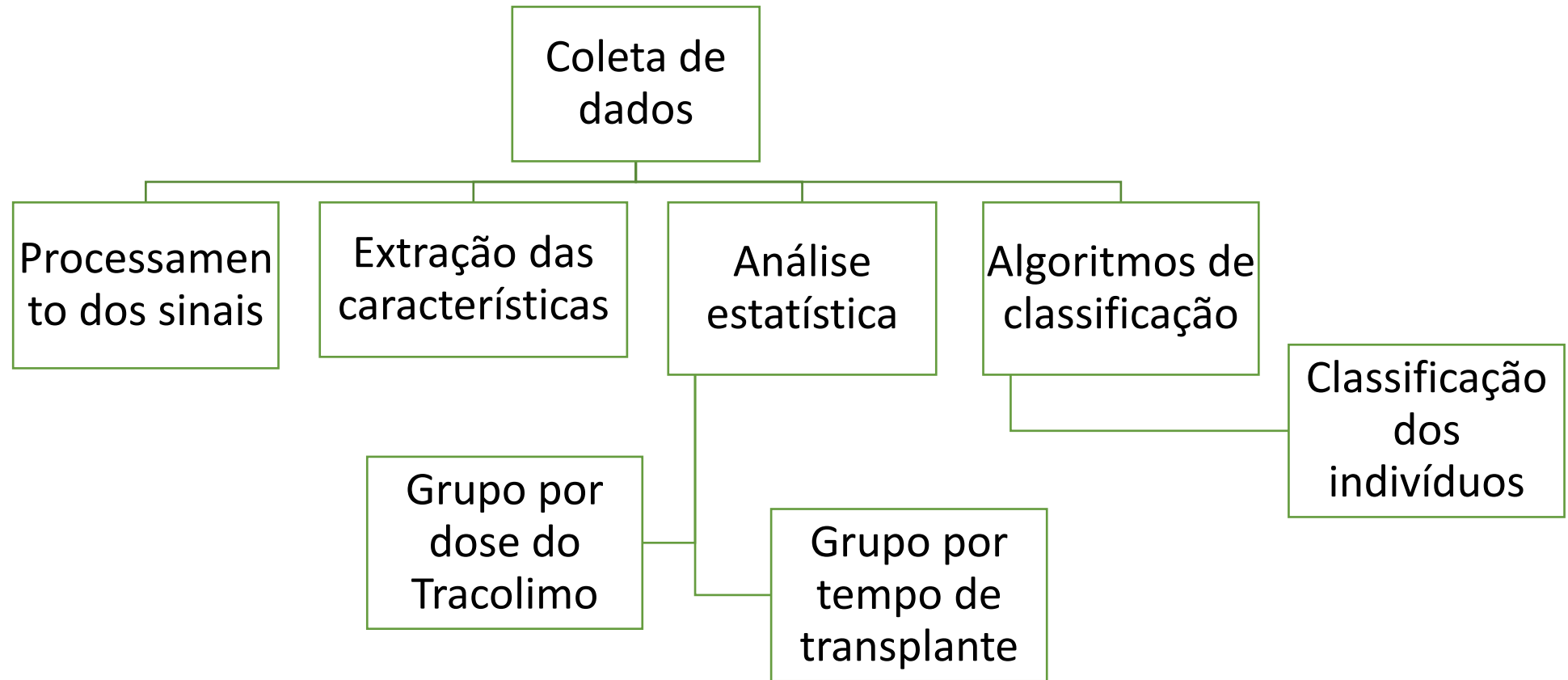
É possível usar o tremor das mãos como indicador para medir a resposta do paciente ao imunossupressor.



Método

- Coleta de dados
 - Amostras de sangue
 - Sinais inerciais (acelerômetro e giroscópio)
 - Tarefas pré-determinadas

Fluxograma de atividades



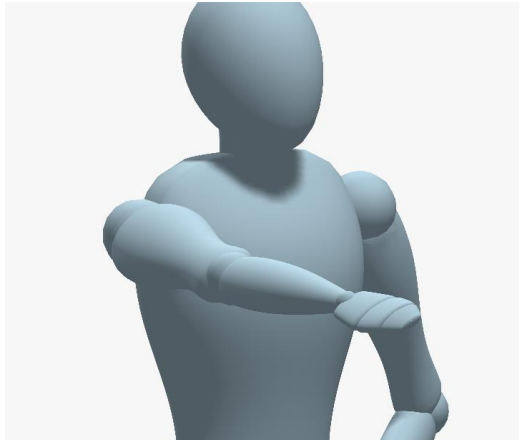


Conhecendo o sinal

- Tremor fisiológico intensificado
 - Baixa amplitude
 - Alta frequência (7-8Hz)
- Tremor de ação
- Pouco ou nenhum tremor de repouso

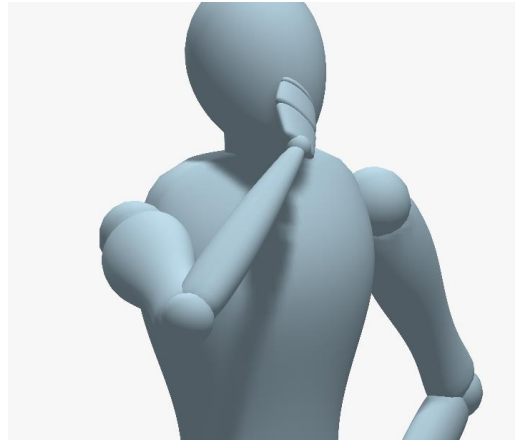
Tarefas experimentais

(HOVD, 2019; LANGONE et al., 2015; PAUL et al., 2004)



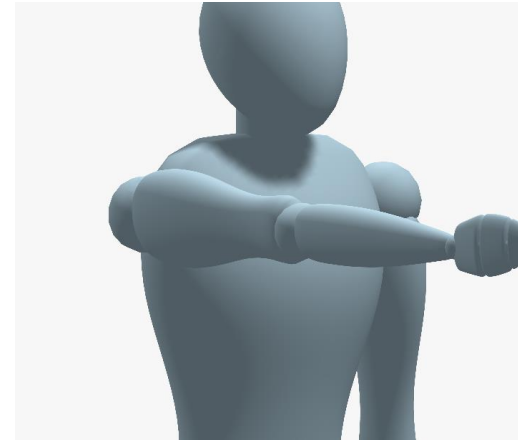
Tremor postural

Braço estendido e
dedos ligeiramente
abertos



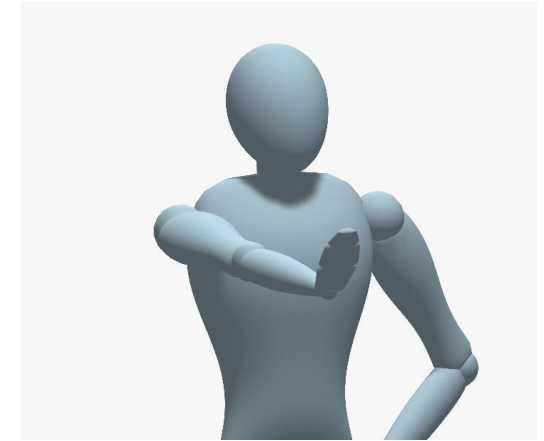
Tremor de intenção

Realizar o
movimento de
encostar o dedo no
nariz



Tremor cinético

Realizar
movimentos de
pronação e
supinação

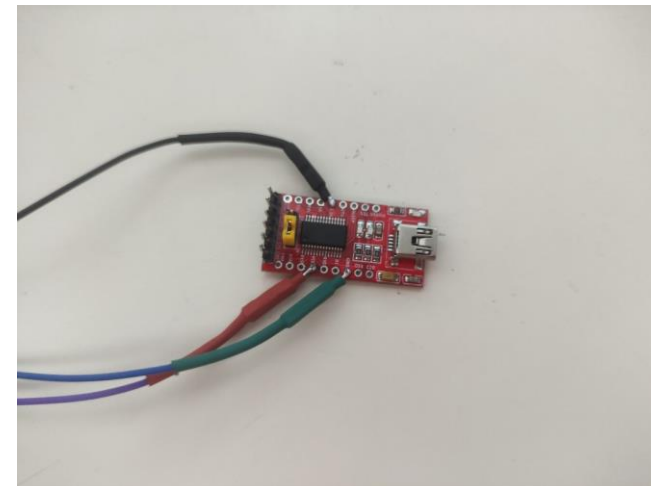
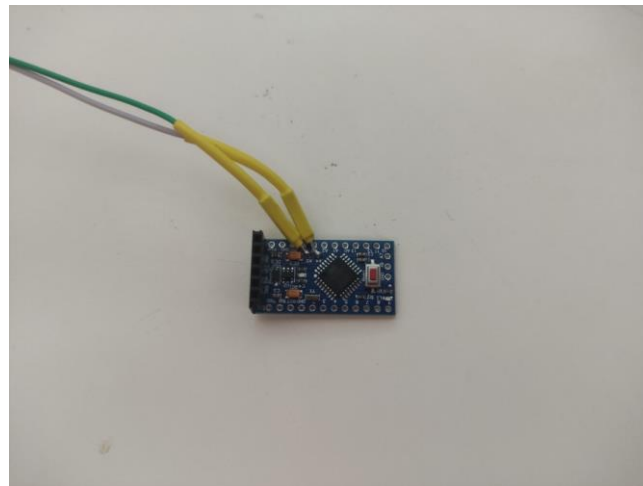
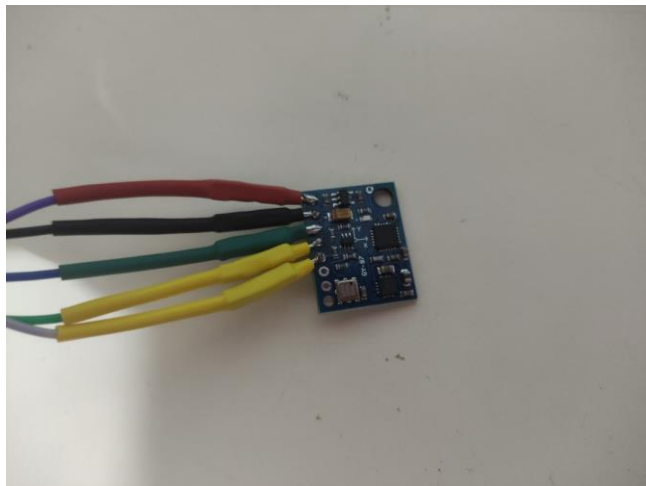
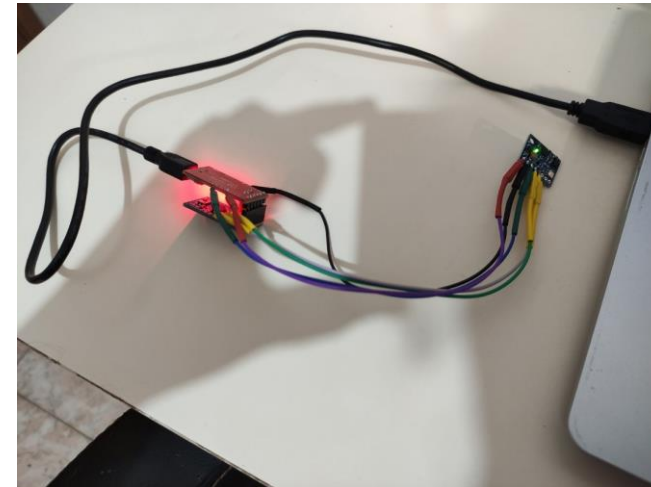


Tremor cinético

Realizar
movimentos de
flexão e extensão

Sistema de Captação

- IMU GY-87
- ARDUINO PRO MINI
- FTDI FT232RL Conversor USB Serial
- CABO Mini USB



Análise dos dados



Extração de características

Domínio do tempo e da frequência

Algoritmos de *machine learning*

- *Classificar*

Análise estatística



É possível medir a intensidade do tremor de mãos apresentado por indivíduos que utilizam a medicação



Há diferença no tremor de mãos entre grupos de indivíduos que recebem a mesma dosagem do medicamento



A comparação entre a intensidade do tremor de mãos e a dosagem da medicação pode ajudar a melhorar a qualidade de vida do indivíduo

Resultados Esperados



Ajudar na compreensão do tremor de mãos após o transplante renal



Verificar a relação do tremor de mãos com nível sérico do imunossupressor



Prover um entendimento da neurotoxicidade causada pela dosagem do imunossupressor



Contribuir para o avanço das pesquisas relacionadas ao tremor

Resultados Esperados

Sociais

Melhoria da qualidade de vida

Maior sobrevida do rim transplantado

Científicos

Graduação para o tremor de mãos

Diminuir os episódios de toxicidade da medicação

Referências

- BRASIL, M. DA S. **Protocolo Clínico e Diretrizes Terapêuticas: imunossupressão no transplante renal**. p. 36, 2020.
- BULATOVA, N. et al. Adverse effects of tacrolimus in renal transplant patients from living donors. **Current drug safety**, v. 6, n. 1, p. 3–11, fev. 2011.
- DEUSCHL, G. et al. Consensus statement of the Movement Disorder Society on tremor. **Movement Disorders**, v. 13, n. SUPPL. 3, p. 2–23, 1998.
- ERRO, R. et al. Tremor induced by Calcineurin inhibitor immunosuppression: a single-centre observational study in kidney transplanted patients. **Journal of Neurology**, v. 265, n. 7, p. 1676–1683, 2018.
- HABIB, UR R. Diagnosis and Management of Tremor. **Jama Internal Medicine**, v. 160, n. 16, p. 2438–2444, 2000.
- HOVD, M. H. **TremorTac - Developing a method to measure tacrolimus-induced tremor in kidney-transplant recipients**. Dissertação (Mestrado em Farmácia)—[s.l.] University of Oslo, 2019.
- LANGONE, A. et al. Switching STudy of Kidney TRansplant PATients with Tremor to LCP-TacrO (STRATO): An open-label, multicenter, prospective phase 3b study. **Clinical Transplantation**, v. 29, n. 9, p. 796–805, 2015.
- MORGAN, J. C.; SETHI, K. D. Drug-induced tremors. **Lancet Neurology**, v. 4, n. 12, p. 866–876, 2005.
- PAUL, F. et al. Postural hand tremor before and following liver transplantation and immunosuppression with cyclosporine or tacrolimus in patients without clinical signs of hepatic encephalopathy. **Clinical Transplantation**, v. 18, n. 4, p. 429–433, 2004.