



Detecção do complexo QRS e estimativa da frequência cardíaca a partir de registros de eletrocardiograma usando Redes Neurais Convolucionais

Thiago Oliveira Nascimento
Prof. Dr. Wilian Miranda dos Santos

APOIADORES:



Sumário

Introdução

Materiais e métodos

Resultados

Considerações finais

Agradecimentos

APOIADORES:



Introdução

Quem é a AMAZUL ?

A AMAZUL é uma empresa brasileira que atua no desenvolvimento e transferência de tecnologias sensíveis voltadas para o Programa Nuclear Brasileiro (PNB), o Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB) e o Programa Nuclear da Marinha (PNM). Nesse contexto, a Amazul também é responsável pela fabricação e instalação de **ultracentrífugas**, equipamentos fundamentais para o enriquecimento de urânio, utilizado na produção de combustível nuclear para geração de energia.

APOIADORES:



Introdução

Quem é a Fundação Zerbini ?

A Fundação Zerbini, que gerencia o Instituto do Coração (InCor) e o Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia, identificou o potencial de adaptar os motores usados nas ultracentrífugas para o desenvolvimento de Dispositivos de Assistência Ventricular (DAVs) nacionais. Esse dispositivo, batizado de **Coração Jatene**, é uma solução para insuficiência cardíaca e representa um avanço significativo na tecnologia médica brasileira.

APOIADORES:



Introdução

Motivação

- ▶ **Redução de custos para o SUS**, permitindo que mais pacientes sejam atendidos - média de custo de importação R\$ 600.000,00 do DAV;
- ▶ **Controle mais próximo do funcionamento natural do coração**, possibilitando a coleta de dados de forma não invasiva, o que aumenta a segurança e a eficiência do tratamento;
- ▶ **Melhora na qualidade de vida do paciente**, proporcionando maior autonomia na terapia de destino;
- ▶ **Possibilidade de uso intracorpóreo** do DAV, resultando em menor exposição a infecções e complicações associadas a dispositivos internos.

APOIADORES:

Introdução

O que é um DAV ?



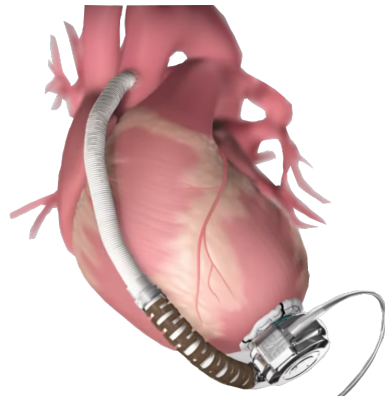
Fonte: Manual HeartMate III,
Thoratec Corporation, 2019.

Um Dispositivo de Assistência Ventricular (DAV) é um dispositivo mecânico que ajuda a manter o fluxo sanguíneo adequado em pacientes com insuficiência cardíaca severa. O DAV é usado como suporte temporário (pré-transplante) ou como solução de longo prazo para pacientes que não têm indicação de transplante de coração. Ele é composto por vários componentes principais, incluindo uma bomba e cânulas, que atuam em conjunto para auxiliar a circulação sanguínea.

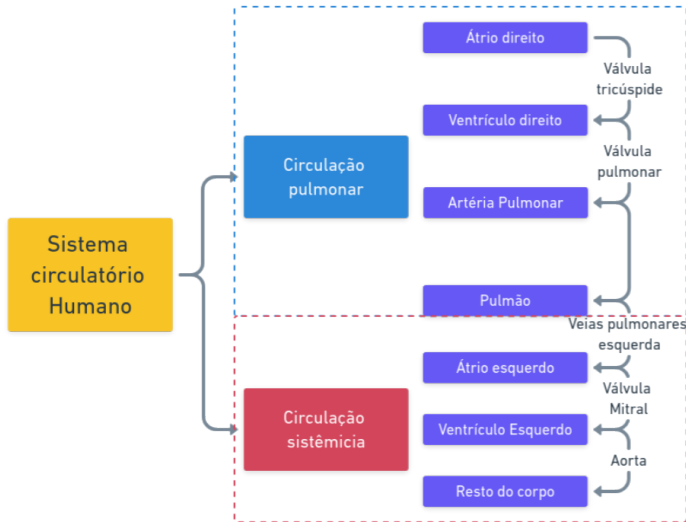
Introdução

O que é um DAV ?

O DAV atua em paralelo ao coração, recebendo o sangue do ventrículo esquerdo através da cânula de aferência, direcionando-o para a bomba, que o impulsiona pela cânula de eferência de volta para a aorta. Com isso, o dispositivo auxilia a função do ventrículo esquerdo, aliviando o esforço necessário do coração doente e melhorando o débito cardíaco.



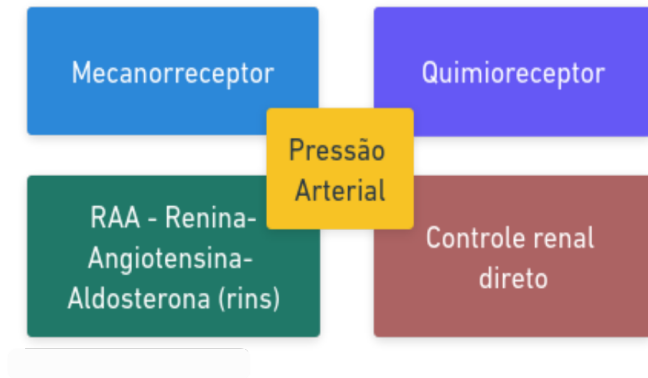
Fonte: Manual HeartMate III, Thoratec Corporation, 2019.



APOIADORES:

Materiais e métodos

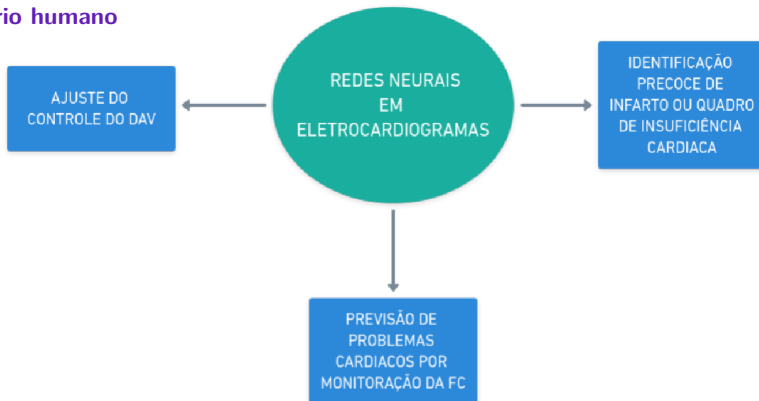
Sistema circulatório humano



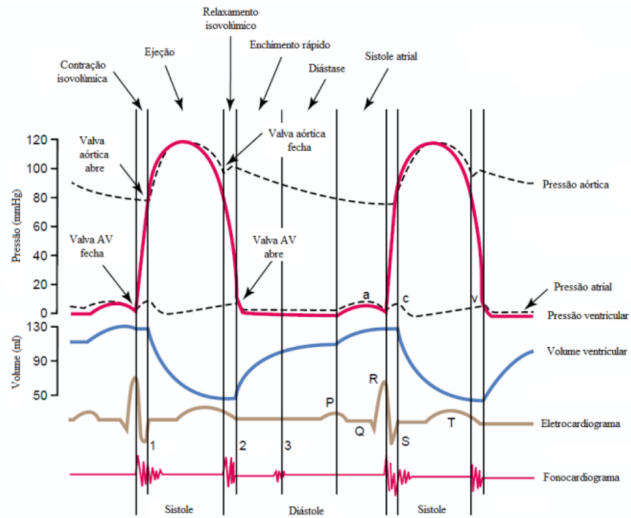
APOIADORES:

Materiais e métodos

Sistema circulatório humano



APOIADORES:



APOIADORES:

Materiais e métodos

Dados do dataset

Arquivo .mat do ECG

```
-0.161238; -0.151202; -0.104624; -0.097411; -0.065270; -0.053746;  
-0.047035; -0.038651; -0.039879; -0.038720; -0.039088... (5000,1)
```

Arquivo .mat do pico R

```
249.0; 738.0; 995.0; 1254.0; 1738.0; 2241.0; 2486.0;  
2767.0; 3265.0; 3527.0; 3801.0; 4305.0; 4571.0; 4848.0 (14,1)
```

APOIADORES:

Materiais e métodos

Dados do dataset

Arquivo .mat do ECG

Dataset: China Physiological Signal Challenge (2019)

Frequência de amostragem: 500hz

Tempo de duração: 10s

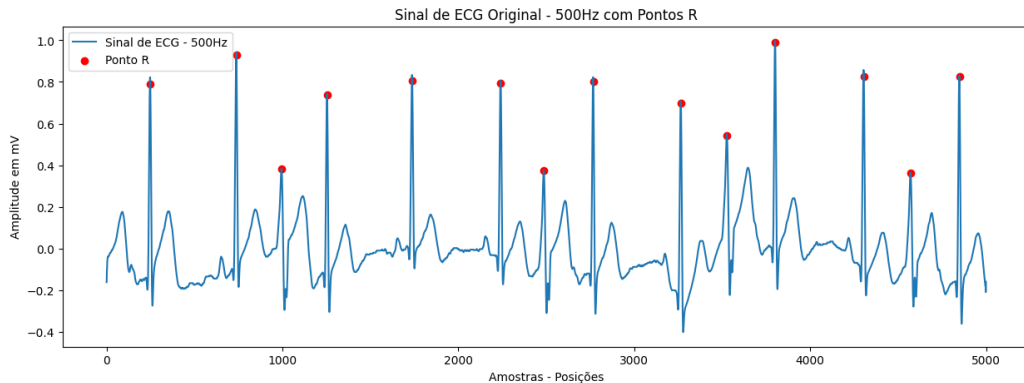
Tempo por ponto: 2ms

Conjunto de gravações: 5.232 registros

Conjunto de testes: 2.000 registros

Materiais e métodos

Python - matplotlib



APOIADORES:

Materiais e métodos

remoção de picos acima de 20mV

Arquivo .mat do ECG

```
def pp(data):  
    x = np.max(data)  
    if x > 20:  
        b = np.argwhere(data > 20)  
        for k in b[:, 0]:  
            if k > 0:  
                data[k] = data[k-1]  
    return data
```

APOIADORES:

Materiais e métodos

Remoção por média

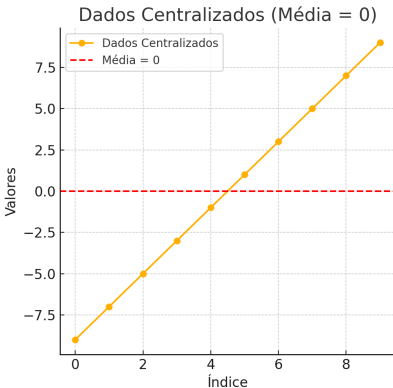
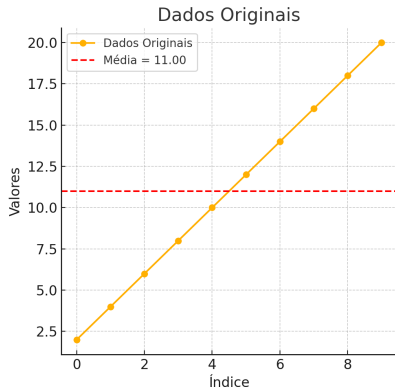
Arquivo .mat do ECG

```
def norm(data):  
    media = np.mean(data)  
    norm = data - media  
    return norm
```

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

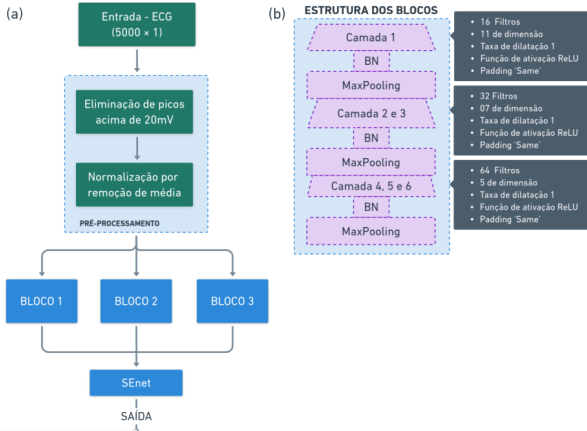
Materiais e métodos

Python - matplotlib



Materiais e métodos

Modelo CNN



APOIADORES:

Materiais e métodos

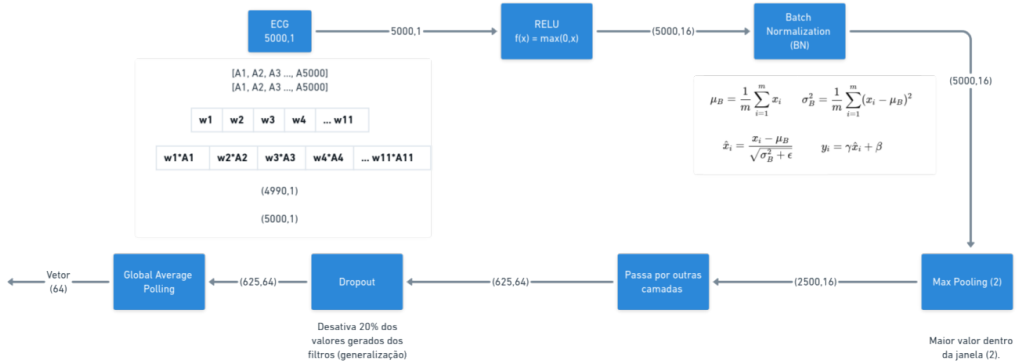
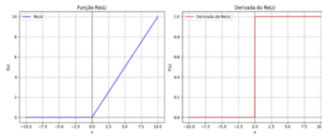
Qual a probabilidade de ser ou não um pico R ?

Arquivo .mat do ECG

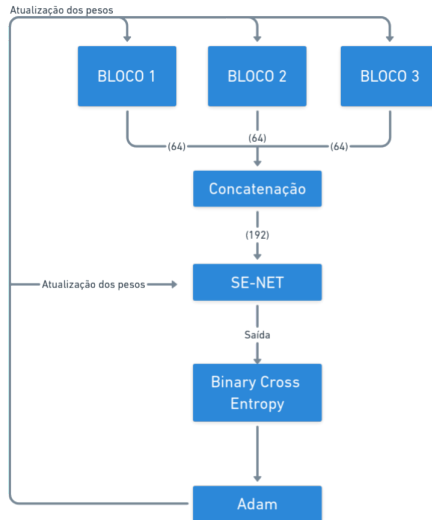
Função custo: Binary Cross Entropy

Função de ativação (SE-NET): Sigmoid e RELU

Algoritmo de otimização: Adam (com taxa de aprendizado de $1e-4$)

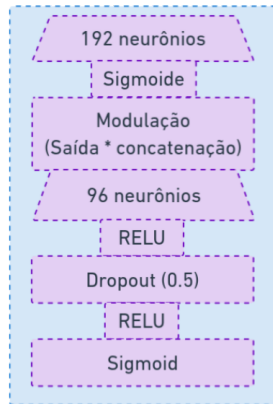


APOIADORES:



APOIADORES:

ESTRUTURA DA SE-NET



(200,625)

- Batch size: 200
- Output length: 625

APOIADORES:

Resultados

- ▶ Loss de treinamento de 2.0321;
- ▶ Loss de validação de 2.3558;
- ▶ Acurácia binária de 97,69%

APOIADORES:

Considerações finais

- ▶ Quando comparado a métodos como Algoritmo de Pan-Tompkins, o método proposto superou em muitos seus resultados, principalmente em sinais com alto SNR (relação sinal-ruído);
- ▶ Potencial significativo de melhoria no modelo;
- ▶ Por ser um sinal temporal deve-se melhorar as métricas, incluindo janelas temporais para confirmar a ocorrência do complexo QRS, não confundindo com ruídos ou ondas T;
- ▶ Eliminação de falsos positivos calculando a distância entre a ocorrência dos picos R, do complexo QRS e eliminando candidatos com menor probabilidade;
- ▶ Eliminação de falsos negativos detectando distâncias maiores que 1200 ms entre os complexos QRS e fazendo uma nova verificação;

APOIADORES:



ENEBI 2024

8º ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA BIOMECÂNICA

PGEE
unesp 
Interunidades
Sorocaba • São João da Boa Vista



APOIADORES:



Material disponível

Obtenha o material desta apresentação em:

https://github.com/thiagoonas/ECG_CNN.git

thiago.nascimento@amazul.gov.br
thiago.o.nascimento@unesp.br
(21) 99309-0339

APOIADORES:

