

# Detecção de doenças cardiovasculares através de sinais de ECG utilizando ferramentas de inteligência artificial

Aluno: João Pedro de Oliveira Pagnan

Professor: Prof. Dr. José Wilson Magalhães Bassani [CEB/UNICAMP]

Universidade Estadual de Campinas - Faculdade de Engenharia Elétrica e Computação  
EA997 - Introdução à Engenharia Biomédica

22 de junho de 2022

# Introdução

O diagnóstico de arritmias cardíacas através de sinais de eletrocardiograma (ECG) é de extrema importância para monitorar a saúde do coração através de um método não invasivo<sup>[1]</sup>. Devido a isso, uma boa etapa de interpretação de sinais computadorizados de ECG é fundamental para que o diagnóstico seja feito de forma precisa e, caso exista, a arritmia cardíaca seja detectada corretamente.

Embora que esta análise seja tradicionalmente feita por cardiologistas, trabalhos recentes indicam que ferramentas computacionais de aprendizado de máquina <sup>1</sup> podem obter métricas de **f-medida** e **acurácia** melhores que as alcançadas por grande parte dos cardiologistas<sup>[2,3]</sup>.

Desta forma, estas ferramentas podem detectar diversos tipos de arritmias cardíacas a partir de uma única derivação com desempenho comparável ao de cardiologistas e, em contextos clínicos, podem reduzir a chance de diagnósticos incorretos e melhorar a interpretação do sinal de ECG de um especialista humano que já terá uma indicação da provável arritmia que o paciente possui<sup>[3]</sup>.

---

<sup>1</sup>Do inglês: *Machine Learning*.

# Objetivos

Este projeto visa implementar e comparar quatro tipos de classificadores para identificar arritmias cardíacas através de sinais de ECG: um modelo baseado em máquinas de vetores-suporte <sup>2</sup>, outro baseado nos  $k$  vizinhos mais próximos <sup>3</sup>, um terceiro baseado em florestas aleatórias <sup>4</sup> e, por fim, um baseado no tipo de rede neural LSTM <sup>5</sup>[4].

Neste caso, planeja-se também analisar qual a melhor representação para os sinais de ECG, isto é, se representaremos os sinais no domínio do tempo ou da frequência, bem como se o uso de filtros para remoção de ruído pode aprimorar o desempenho dos classificadores.

---

<sup>2</sup>Do inglês: *Support Vector-Machine*.

<sup>3</sup>Do inglês: *K-Nearest Neighbors*.

<sup>4</sup>Do inglês: *Random Forest*.

<sup>5</sup>Do inglês: *Long-Short Term Memory*.

Foi utilizada a linguagem **Python 3**, mais precisamente, as bibliotecas **Scikit-Learn** e **TensorFlow** e a base de dados<sup>6</sup> aberta **MIT-BIH**<sup>[1]</sup>, que contém dados de 47 pessoas de 23 a 89 anos, incluindo homens e mulheres.

Esta base foi construída entre 1975 e 1979 e contém amostras de cinco padrões diferentes de batimento cardíaco: um padrão com o coração saudável, outro com bloqueio do ramo esquerdo, um terceiro com bloqueio do ramo direito, um quarto com contração atrial prematura e, por fim, um último com contração ventricular prematura. Estes padrões estão ilustrados na figura 1.

O dado foi digitalizado com uma frequência de 360 Hz e cada sinal dura 1 s, ou seja, cada sinal é um conjunto de 360 valores.

---

<sup>6</sup>Do inglês: *Dataset*.

**Figura 1:** Tipos de batimento cardíaco presentes nos sinais de ECG presentes na base de dados selecionada.

Após carregar as séries temporais, os dados foram normalizados utilizando a técnica *z-score*, definida abaixo:

$$x' = \frac{x - \mu}{\sigma}, \quad (1)$$

onde  $x$  é o valor original,  $x'$  é o valor normalizado,  $\mu$  é a média dos valores do sinal e  $\sigma$  é o desvio-padrão.

Após este processo de normalização, foram criados os seguintes conjuntos de representações para os sinais:

- ① Séries temporais normalizadas;
- ② Séries temporais normalizadas e filtradas;
- ③ Módulos dos espectros de frequência das séries temporais normalizadas;
- ④ Módulos dos espectros de frequência das séries temporais normalizadas e filtradas;

Vale-se mencionar que os espectros de frequência foram obtidos utilizando-se a transformada rápida de Fourier.

# Referências

- [1] G. B. Moody and R. G. Mark, "The impact of the mit-bih arrhythmia database," *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*, vol. 20, no. 3, pp. 45–50, 2001.
- [2] A. Y. Hannun, P. Rajpurkar, M. Haghpanahi, G. H. Tison, C. Bourn, M. P. Turakhia, and A. Y. Ng, "Cardiologist-level arrhythmia detection and classification in ambulatory electrocardiograms using a deep neural network," *Nature medicine*, vol. 25, no. 1, pp. 65–69, 2019.
- [3] P. Rajpurkar, A. Y. Hannun, M. Haghpanahi, C. Bourn, and A. Y. Ng, "Cardiologist-level arrhythmia detection with convolutional neural networks," *arXiv preprint arXiv:1707.01836*, 2017.
- [4] A. Géron, *Hands-on machine learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, tools, and techniques to build intelligent systems*. O'Reilly Media, 2019.

Muito Obrigado!