

# Detecção de anomalias cardíacas através de características extraídas de eletrocardiogramas utilizando Redes Neurais

João Alex de Oliveira Bergamo<sup>1</sup>, Wesley Attrot<sup>1</sup>, Fábio Sakuray<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Computação – Universidade Estadual de Londrina (UEL)  
Caixa Postal 10.011 – CEP 86057-970 – Londrina – PR – Brasil

joao.alex.bergamo@uel.br, wesley@uel.br, sakuray@uel.br

**Abstract.** *The hearth diseases are the number one cause of death around the world. Deaths that could be avoided with early diagnosis of these comorbidities. Therefore, this paper has the purpose to propose a neural network capable of detecting and classifying cardiac anomalies through features extracted from electrocardiograms with intent to help in early diagnosis and alert people to find a doctor.*

**Resumo.** *As doenças cardíacas são uma das principais causas de mortes pelo mundo. Mortes que poderiam ser evitadas através do diagnóstico precoce dessas comorbidades. Sendo assim, o objetivo desse trabalho é propor uma rede neural capaz de detectar e classificar anomalias cardíacas através de características extraídas de eletrocardiogramas com a intenção de auxiliar no diagnóstico precoce e alertar as pessoas para que procurem um profissional especialista.*

## 1. Introdução

As doenças cardíacas são uma das principais causas de morte nos últimos anos. De acordo com Organização Mundial da Saúde, estima-se que cerca de 31% das mortes em todo o mundo são consequência de doenças cardiovasculares, atingindo 17,9 milhões de vidas em 2016 [9].

No Brasil, conforme o Cardiômetro, as doenças cardiovasculares são responsáveis por aproximadamente 1100 mortes por dia e a Sociedade Brasileira de Cardiologia estima que, até final do ano de 2021 cerca de 400 mil cidadãos brasileiros irão morrer em decorrência de doenças cardiovasculares [3].

Para diminuir os números expressivos, medidas preventivas podem ser tomadas. Elas vão desde a prática de hábitos saudáveis, tais como o exercício físico e alimentação equilibrada, bem como evitar hábitos prejudiciais a saúde como o tabagismo e o uso excessivo de bebidas alcoólicas [9].

Existem outras medidas preventivas que tem por finalidade realizar o diagnóstico precoce visando minimizar as chances de agravamentos futuros. Um exemplo, é a análise automatizada de eletrocardiogramas, que consiste em auxiliar e agilizar o diagnóstico realizado por um médico, já que a análise manual de um eletrocardiograma é uma tarefa que requer certo tempo e atenção principalmente quando o diagnóstico é acompanhado em tempo real ou a longo prazo.

A finalidade deste trabalho é desenvolver uma rede neural capaz de detectar e classificar anomalias cardíacas, utilizando-se de características extraídas de eletrocardiogramas com o objetivo de auxiliar no diagnóstico precoce de doenças cardíacas. A seção 2 explica os conceitos que serão aplicados e utilizados no desenvolvimento do trabalho. A seção 3 expõe os objetivos a serem atingidos. A seção 4 apresenta a metodologia aplicada no trabalho. A seção 5 mostra o cronograma de execução do trabalho. E por fim, na seção 6 é exibido os resultados esperados e as possíveis contribuições.

## 2. Fundamentação Teórico-Metodológica e Estado da Arte

### 2.1. Eletrocardiograma

O eletrocardiograma (ECG) é um registro de atividade elétrica do coração. É um sinal periódico, seguindo uma repetição rítmica e sincronizado com o funcionamento do coração [10]. Um eletrocardiograma pode registrar sinais elétricos do coração de um paciente por um longo período medindo as tensões dos eletrodos fixados ao tórax, braços e pernas do paciente. O ECG é uma maneira rápida, segura e indolor de monitorar a frequência, o ritmo e sinais de possíveis anomalias cardíacas [7].

### 2.2. Ciclo P-QRS-T

Através do eletrocardiograma é possível identificar o ciclo cardíaco, que nada mais é do que uma sequência de ondas associadas a contração muscular, visto que essas contrações estão associadas às mudanças elétricas conhecidas como despolarização<sup>1</sup>. A contração dos átrios é representada pela onda P, a contração dos ventrículos produz o que é chamado de complexo QRS e o retorno ventricular ao estado de repouso, chamado de repolarização<sup>2</sup>, corresponde a onda T [1]. Por meio deste ciclo torna-se possível a obtenção de informações significativas para detecção de anomalias. A Figura 1 representa o ciclo P-QRS-T de um eletrocardiograma.

- **Intervalo PP:** O intervalo de tempo entre a onda R de um ciclo e a onda P do próximo ciclo;
- **Intervalo PR:** O intervalo de tempo entre a onda P e a onda R;
- **Intervalo QT:** O intervalo de tempo entre a onda Q (representa o início do complexo QRS) e a onda T;
- **Intervalo RR:** O intervalo de tempo entre a onda R de um ciclo e a onda R do próximo ciclo;

---

<sup>1</sup>Fenômeno em que as células saem do estado de repouso causado por algum estímulo, resultando em um potencial de membrana positivo

<sup>2</sup>Fenômeno em que o potencial da membrana volta ao estado de repouso

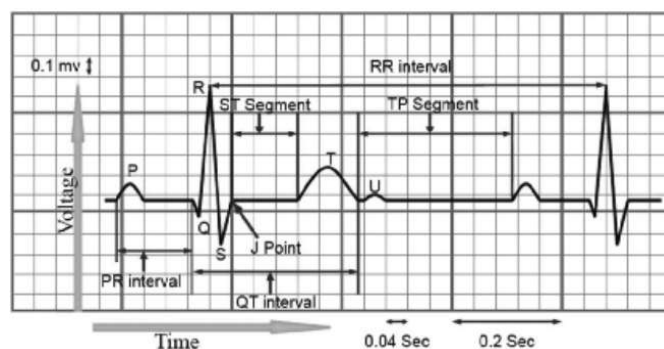


Figura 1. Ciclo P-QRS-T de um eletrocardiograma.

### 2.3. MIT-BIH Arrhythmia Database

A MIT-BIH Arrhythmia Database é uma base de dados desenvolvida pelo MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) em conjunto com o BIH (*Beth Israel Hospital*) que contém registros de eletrocardiogramas voltados para análise de arritmias e assuntos relacionados [8].

Os eletrocardiogramas foram coletados entre os anos de 1975 e 1979, sendo que aproximadamente 60% são de pacientes internados, e o demais 40% de pacientes externos. A base de dados contém 48 registros, sendo 23 destes escolhidos aleatoriamente a partir de um grupo de 4000 pacientes, já os demais 25 foram selecionados para incluir uma variedade de dados atípicos. Cada um dos 48 registros possuem uma duração de aproximadamente 30 minutos.

### 2.4. Redes Neurais Artificiais

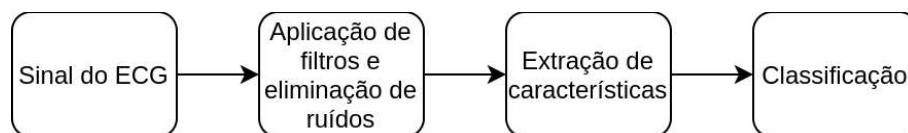
Uma rede neural artificial é um modelo matemático inspirado pela rede neural biológica presente no corpo humano. É formada por neurônios artificiais interconectados, com essas interconexões associadas a pesos ajustáveis. Os neurônios estão presentes nas camadas de entrada e saída e nas camadas ocultas. Essa abordagem é largamente utilizada para o reconhecimento de padrões [5].

A camada de entrada possui os dados que irão ser processados pela rede. As camadas intermediárias ou ocultas são as camadas responsáveis por realizar o processamento dos dados da camada de entrada com o objetivo de convergir esses dados, através de modelos matemáticos, para a saída esperada. E a camada de saída representa o resultado do processamento realizado nas camadas anteriores.

A propriedade mais importante de uma rede neural é a habilidade aprender com o seu ambiente e com isso melhorar o seu desempenho. O treinamento de uma rede neural consiste em um processo iterativo de ajustes aplicados aos pesos de cada neurônio. O aprendizado pode ser caracterizado em dois tipos: supervisionado e não supervisionado [2]. O aprendizado supervisionado acontece quando um agente externo indica a rede a resposta para a entrada, já no aprendizado não supervisionado, também chamado de auto-organização, não existe um agente externo indicando a resposta para a entrada.

## 2.5. Detecção e classificação de anomalias cardíacas

De acordo com [6], [4] e [11] a análise, detecção e classificação automatizada de anomalias cardíacas pode ser agrupada em 4 etapas de acordo com a Figura 2.



**Figura 2. Etapas da análise, detecção e classificação de anomalias cardíacas.**

O primeiro passo é obter os dados do sinal de um eletrocardiograma, após isso ocorre a aplicação de filtros e a tentativa de eliminar ruídos desses sinais, em seguida a extração de características que consiste em identificar os pontos fiduciais que compõem o Ciclo P-QRS-T. E por fim, a última etapa que representa a detecção e a classificação de anomalias cardíacas. Neste trabalho será desenvolvida a última etapa, portanto as etapas de 1 a 3 serão obtidas através de bibliotecas disponibilizadas pela PhysioNet<sup>3</sup>.

As anomalias em sinais de eletrocardiogramas podem ser categorizadas em três subconjuntos: frequência cardíaca irregular, ritmo irregular e ritmo ectópico. A frequência cardíaca pode ser contada medindo os intervalos PP ou RR no ECG. Se o intervalo PP ou RR for longo, isso indica uma frequência cardíaca baixa, caso contrário, indica uma frequência cardíaca alta. Se os batimentos começam do nó sinoatrial, mas os intervalos PP ou RR são maiores que 1 segundo, isso pode indicar uma bradicardia sinusal, o que significa que o coração está batendo muito devagar. Quando o intervalo PP ou RR são menores que 0,6 segundos, isso pode indicar uma taquicardia sinusal. Além disso, se as variações entre os intervalos PP e RR são muito longos, isso pode indicar arritmia sinusal, bloqueio sinusal ou sinusite [7].

Essas anomalias cardíacas podem indicar algumas condições no paciente. Por exemplo, a bradicardia sinusal pode estar associada ao hipertireoidismo, hipercalemia, apneia do sono, entre outros. Já a taquicardia sinusal, geralmente está associada ao infarto agudo no miocárdio, embolia pulmonar, insuficiência cardíaca, entre outras doenças.

## 3. Objetivos

Este projeto tem como objetivo desenvolver um mecanismo de detecção e a classificação de anomalias cardíacas e alertar os indivíduos sobre essas possíveis alterações para que então busquem o acompanhamento médico o quanto antes diminuindo assim os riscos e agravamentos.

## 4. Procedimentos metodológicos/Métodos e técnicas

Inicialmente pretende-se realizar um levantamento bibliográfico analisando os trabalhos já existentes na área, como também um estudo sobre as redes neurais e suas derivações. Após isso, realizar a implementação de uma rede neural para a detecção de anomalias cardíacas. Por fim, realizar os devidos testes e comparações com os trabalhos relacionados, para determinar se o trabalho proposto tem performance melhor ou pior que os demais.

<sup>3</sup><https://physionet.org>

## 5. Cronograma de Execução

O cronograma das atividades citadas na Seção 4, incluindo a escrita parcial e completa deste trabalho serão realizadas de acordo com a Tabela 1.

Atividades:

1. Levantamento bibliográfico;
2. Estudo sobre redes neurais e suas derivações;
3. Desenvolvimento de uma rede neural para a detecção e classificação de anomalias;
4. Aplicação do método e execução dos testes;
5. Avaliação dos resultados obtidos;
6. Escrita parcial do TCC;
7. Escrita do TCC.

**Tabela 1. Cronograma de Execução**

	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun
Atividade 1	X	X	X								
Atividade 2		X	X	X	X						
Atividade 3				X	X	X	X				
Atividade 4						X	X				
Atividade 5						X	X				
Atividade 6				X	X	X					
Atividade 7							X	X	X	X	

## 6. Contribuições e/ou Resultados esperados

Neste trabalho, espera-se desenvolver uma rede neural capaz de detectar anomalias cardíacas a partir de dados extraídos de eletrocardiogramas. Espera-se que sejam obtidos resultados satisfatórios e que irão contribuir para o diagnóstico precoce de doenças cardíacas.

## 7. Espaço para assinaturas

Londrina, 13 de setembro de 2021.

---

Aluno

---

Orientador

## Referências

- [1] Paul Addison. *The illustrated wavelet transform handbook : introductory theory and applications in science, engineering, medicine and finance*. CRC Press, Taylor & Francis Group, 2016.

- [2] Charu Aggarwal. *Neural networks and deep learning : a textbook*. Springer, Cham, Switzerland, 2018.
- [3] Sociedade Brasileira de Cardiologia. *Cardiômetro*, 2020. <http://www.cardiometro.com.br>, Acesso em 11/05/2021.
- [4] Tanoy Debnath, Md Mehedi Hasan, and Tanwi Biswas. Analysis of ecg signal and classification of heart abnormalities using artificial neural network. In *2016 9th International Conference on Electrical and Computer Engineering (ICECE)*, pages 353–356. IEEE, 2016.
- [5] Selcan Kaplan Berkaya, Alper Kursat Uysal, Efnan Sora Gunal, Semih Ergin, Serkan Gunal, and M. Bilginer Gulmezoglu. A survey on ecg analysis. *Biomedical Signal Processing and Control*, 43:216–235, 2018.
- [6] Hela Lassoued and Raouf Ketata. Ecg multi-class classification using neural network as machine learning model. In *2018 International Conference on Advanced Systems and Electric Technologies (ICASET)*, pages 473–478. IEEE, 2018.
- [7] Hongzu Li and Pierre Boulanger. A survey of heart anomaly detection using ambulatory electrocardiogram (ecg). *Sensors*, 20(5):1461, 2020.
- [8] George B Moody and Roger G Mark. The impact of the mit-bih arrhythmia database. *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*, 20(3):45–50, 2001.
- [9] World Health Organization. *Cardiovascular diseases*, 2017. <https://www.who.int/health-topics/cardiovascular-diseases>, Acessado em 10/05/2021.
- [10] A Abishek Santhosh Raj, N Dheetsith, Sainath S Nair, and Debashree Ghosh. Auto analysis of ecg signals using artificial neural network. In *2014 International Conference on Science Engineering and Management Research (ICSEMR)*, pages 1–4, 2014.
- [11] Siti Agrippina Alodia Yusuf and Risanuri Hidayat. Mfcc feature extraction and knn classification in ecg signals. In *2019 6th International Conference on Information Technology, Computer and Electrical Engineering (ICITACEE)*, pages 1–5. IEEE, 2019.