

## **CardioSense: Sistema de Arduino com sensor de batimentos cardíacos.**

Eduardo Marinho Galvão Pinto<sup>1</sup>,

João Pedro Napoleone Souza<sup>2</sup>,

Lucas Vinicius de Almeida Jerônimo<sup>3</sup>,

Carolina Leite Cardinale<sup>4</sup>.

Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza

Escola Técnica Estadual Rodrigues de Abreu

**Resumo:** O projeto CardioSense é desenvolvido para aumentar a velocidade e praticidade na checagem dos batimentos cardíacos. Por meio de uma pesquisa bibliográfica, é estudada e desenvolvida uma forma de monitorar a sequência dos batimentos do coração, visando proporcionar um melhor controle da saúde de pessoas com arritmia. De forma simples, barata e rápida, o projeto tem como objetivo ajudar o monitoramento e reduzir os acidentes cardíacos.

Palavras-chave: coração, arritmia, cardiologia, Arduino, cardíaco.

**Abstract:** The project CardioSense is developed to increase the speed and practicality of checking heartbeats. Through bibliographical research, a way of monitoring the sequence of heartbeats is studied and developed, aiming to provide better control of the health of people with arrhythmia. According to the World Health Organization (WHO), arrhythmias affect millions of people around the world, and continuous monitoring can significantly reduce the risks associated with this condition, allowing for faster and more effective medical interventions.

Keywords: heart, arrhythmia, cardiology, arduino, cardiac.

## **1 INTRODUÇÃO**

---

<sup>1</sup> Aluno do Ensino Médio Integrado ao Técnico em Desenvolvimento de Sistemas, na ETEC Rodrigues de Abreu – [eduardo.galvao8@etec.sp.gov.br](mailto:eduardo.galvao8@etec.sp.gov.br)

<sup>2</sup> Aluno do Ensino Médio Integrado ao Técnico em Desenvolvimento de Sistemas, na ETEC Rodrigues de Abreu – [joao.souza935@etec.sp.gov.br](mailto:joao.souza935@etec.sp.gov.br)

<sup>3</sup> Aluno do Ensino Médio Integrado ao Técnico em Desenvolvimento de Sistemas, na ETEC Rodrigues de Abreu – [lucas.jeronimo2@etec.sp.gov.br](mailto:lucas.jeronimo2@etec.sp.gov.br)

<sup>4</sup> Professora de Ensino Médio e Técnico – e-mail: [carolina.cardinale@etec.sp.gov.br](mailto:carolina.cardinale@etec.sp.gov.br)

Problemas cardíacos são uma preocupação de saúde global significativa. De acordo com dados recentes, as doenças cardiovasculares (DCV) são responsáveis por uma alta taxa de mortalidade. No Brasil, as DCV representam a principal causa de morte, sendo responsáveis por cerca de 30% de todos os óbitos. Estima-se que 14 milhões de brasileiros sofram de algum tipo de doença cardiovascular, segundo o artigo "Estudo apresenta dados e impactos das doenças cardiovasculares no Brasil", escrito por Denise Rezende e publicado na SciELO Press Releases . As doenças cardiovasculares possuem alto índice de mortes e estão relacionadas, muitas vezes, com a falta de exercícios físicos e de acompanhamento médico. Normalmente, são descobertas quando já se encontram em um estado avançado. (Sutar; Kothari; eKesar, 2013).

Segundo Sutar, Kothari eKesar (2013), os principais fatores que contribuem para isso são: a falta de equipamentos apropriados, a carência de profissionais especializados para auxiliar no atendimento médico, e a necessidade do paciente se deslocar de sua residência para obter atendimento específico nos hospitais.

Cerca de 14 milhões de brasileiros têm algum problema cardiovascular, e aproximadamente 23% da população nunca foi a um cardiologista, o que equivale a mais de 46 milhões de pessoas. Esses dados evidenciam a necessidade urgente de dispositivos de fácil acesso para monitoramento da saúde cardíaca em casa, pois um monitoramento contínuo pode reduzir significativamente os riscos associados a essa condição, permitindo intervenções médicas mais rápidas e eficazes, de acordo com um estudo realizado pela empresa LabVital.

É comum encontrar termômetros e medidores de pressão arterial nas residências brasileiras, mas faltam dispositivos específicos para a detecção precoce de irregularidades cardiovasculares, o que pode ser vital para a prevenção de complicações graves como infartos e derrames

A falta de informação, que muitas vezes desmotiva as pessoas pela dificuldade ao acesso, poucos postos de saúde e a falta de equipamentos adequados, a cuidar da saúde, pode ser combatida com o uso de tecnologias que permitem novas formas de interação. Essas tecnologias oferecem resultados mais legíveis e incentivam a busca por informações na área da saúde. Um exemplo disso é um monitor de

batimentos cardíacos, que monitora continuamente o ritmo cardíaco ao longo de um período.

Esse projeto tem como objetivo ajudar as pessoas com problemas cardiovasculares de forma fácil e eficaz, agilizando os processos de checagem de batimentos do coração. Utilizando um dispositivo compacto, com pouco orçamento, que fosse ideal para fazer o monitoramento rápido do coração.

A escolha do tema justifica-se pela alta incidência de doenças cardiovasculares e a falta de dispositivos acessíveis para monitoramento cardíaco domiciliar. A ausência de equipamentos adequados e a necessidade de deslocamento para atendimento especializado são barreiras significativas. O desenvolvimento de um monitor cardíaco portátil e acessível pode transformar o cuidado cardiovascular domiciliar, trazendo benefícios significativos para a saúde pública.

## **2 DESENVOLVIMENTO**

Esta seção detalha o desenvolvimento do sistema de monitoramento de batimentos cardíacos, abordando a metodologia empregada, os materiais e ferramentas utilizados, a fundamentação teórica e os resultados alcançados.

Em outras palavras, vamos descrever passo a passo como o sistema foi construído, desde a ideia inicial até a implementação final, incluindo as ferramentas e tecnologias utilizadas, os desafios encontrados e as soluções desenvolvidas. Abordaremos também a teoria por trás do funcionamento do sistema e os resultados práticos alcançados.

### **2.1 Metodologia**

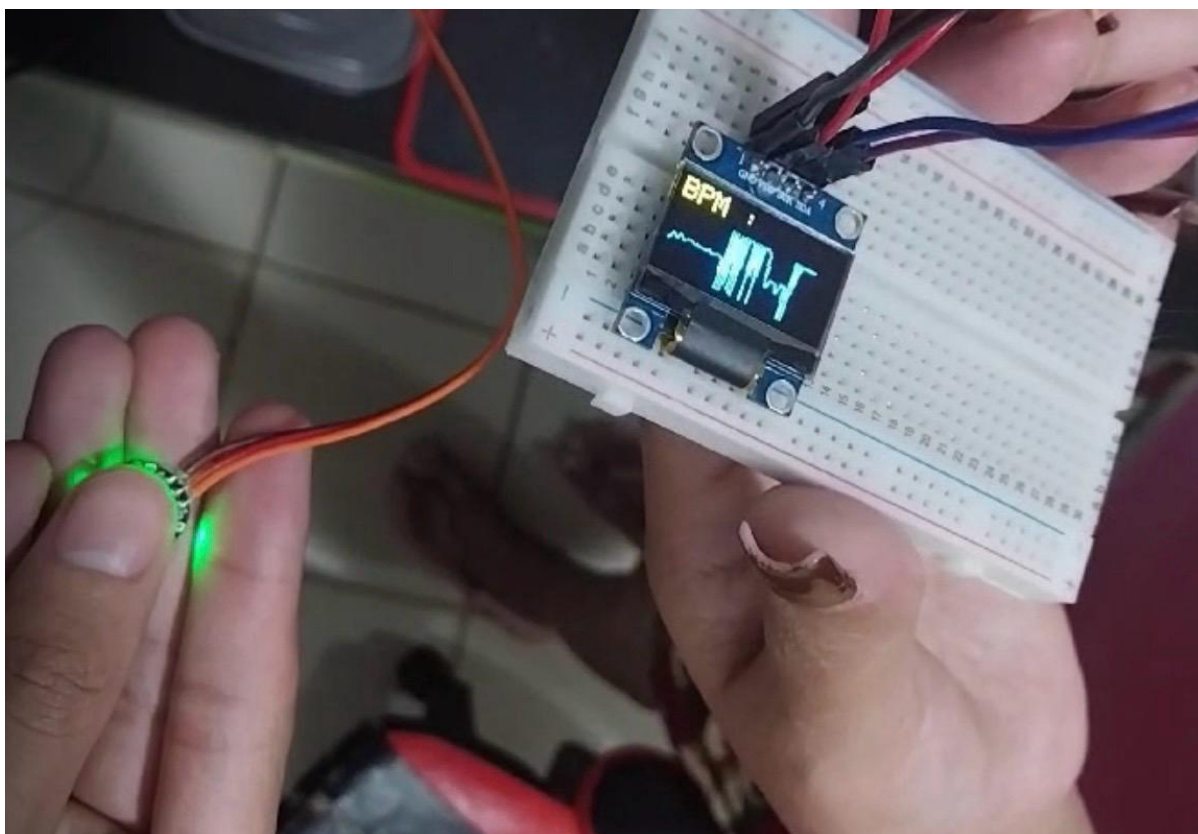
O desenvolvimento do CardioSense foi estruturado em etapas que contemplaram desde a pesquisa inicial até a implementação prática do sistema. Esta seção apresenta as metodologias adotadas, os materiais utilizados, os desafios enfrentados, as soluções implementadas e os resultados alcançados.

O processo de desenvolvimento foi dividido em quatro fases.

Fase 1: Pesquisa bibliográfica: Na primeira fase, foi realizada uma revisão sobre tecnologias de monitoramento de saúde, com foco em sensores de batimentos cardíacos e oxigenação sanguínea. Fontes como artigos científicos, manuais técnicos e fóruns especializados foram consultadas para identificar os componentes mais adequados e suas formas de integração com a plataforma Arduino Uno (De Liz dos Santos e Telles, 2012; Gonsalves e Siscoutto Robson, 2020).

Fase 2: Desenvolvimento de hardware: Na segunda fase, dedicada ao desenvolvimento de hardware, o sensor MAX30102 foi selecionado para a coleta de dados. No entanto, dificuldades técnicas inviabilizaram seu uso, levando à adoção do PulseSensor, que apresentou maior compatibilidade e confiabilidade. O sistema foi equipado com um display OLED 128x64, responsável pela exibição dos dados em tempo real, e a montagem do circuito utilizou a plataforma Arduino Uno para processar os dados do sensor e controlar o display OLED.

Figura 1: Protótipo de Arduino para medição de frequência cardíaca em funcionamento.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Fase 3: Desenvolvimento de Software: A terceira fase abrangeu o desenvolvimento de software. O código para o Arduino foi implementado em linguagem C++, sendo responsável por inicializar os componentes, processar os sinais do sensor, calcular a frequência cardíaca e apresentar os resultados no display.

#### 2.3.1 Documentação do Código Fonte:

O código implementado para o Arduino realiza o monitoramento em tempo real dos batimentos cardíacos por meio do PulseSensor, integrando hardware e software para fornecer uma exibição dinâmica no display OLED 128x64.

Este sistema utiliza o microcontrolador Arduino Uno para processar os dados do sensor analógico e exibir os BPM no display. Além disso, informações detalhadas do sensor são enviadas para a porta Serial para possíveis análises e depurações.

#### 2.3.2 Bibliotecas Utilizadas:

- **SPI.h**: Protocolo para comunicação serial síncrona.
- **Wire.h**: Protocolo para comunicação I2C.
- **Adafruit\_GFX.h**: Biblioteca gráfica para displays.
- **Adafruit\_SSD1306.h**: Biblioteca para controle de displays OLED.

#### 2.3.3 Código do Sistema:

#### 2.3.4 Configuração do Display OLED

```
Adafruit_SSD1306 srituhobby = Adafruit_SSD1306(128, 64,  
&Wire);
```

Define o objeto srituhobby com as dimensões do display (128x64) e comunicação I2C.

#### 2.3.5 Definição de Constantes e Variáveis

```
#define sensor A0  
#define Highpulse 450  
  
int sX = 0;  
int sY = 60;  
int x = 0;  
int Svalue;  
int value;
```

```
long Stime = 0;  
long Ltime = 0;  
int count = 0;  
int Bpm = 0;
```

- sensor: Define o pino analógico conectado ao sensor de batimentos.
- Highpulse: Valor de limiar para detectar batimentos.
- sX, sY, x: Variáveis usadas para controle gráfico do display.
- Svalue, value: Valores analógicos lidos do sensor e mapeados.
- Stime, Ltime: Controle de tempo entre os batimentos.
- count, Bpm: Contadores para cálculo de BPM.

### 2.3.6 Função setup()

```
void setup() {  
  Serial.begin(9600);  
  srituhobby.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C);  
  delay(1000);  
  srituhobby.clearDisplay();  
}
```

- Inicializa a comunicação serial a 9600 bps.
- Configura o display OLED no endereço I2C 0x3C.
- Limpa o display após um atraso de 1 segundo.

### 2.3.7 Função loop()

```
void loop() {  
  Svalue = analogRead(sensor);  
  Serial.println(Svalue);  
  value = map(Svalue, 0, 1024, 0, 45);  
  
  int y = 60 - value;  
  if (x > 128) {  
    x = 0;  
    sX = 0;  
    srituhobby.clearDisplay();  
  }  
}
```

```
srituhobby.drawLine(sX, sY, x, y, WHITE);  
sX = x;  
sY = y;  
x++;  
  
BPM();  
srituhobby.setCursor(0, 0);  
srituhobby.setTextSize(2);  
srituhobby.setTextColor(SSD1306_WHITE);  
srituhobby.print("BPM :");  
srituhobby.display();  
}
```

- Lê o valor do sensor e o mapeia para a escala gráfica do display.
- Atualiza o gráfico em tempo real no display OLED.
- Chama a função BPM() para cálculo dos batimentos.
- Exibe o texto "BPM:" no canto superior do display.

### 2.3.8 Função BPM()

```
void BPM() {  
  if (Svalue > Highpulse) {  
    Stime = millis() - Ltime;  
    count++;  
  
    if (Stime / 1000 >= 60) {  
      Ltime = millis();  
      Serial.println(count);  
      srituhobby.setCursor(60, 0);  
      srituhobby.setTextSize(2);  
      srituhobby.setTextColor(SSD1306_WHITE);  
      srituhobby.print(count);  
      srituhobby.print(" ");  
      srituhobby.display();  
      count = 0;  
    }  
  }  
}
```

- Detecta batimentos quando o valor lido ultrapassa o limiar Highpulse.

- Calcula o tempo entre batimentos (Stime) e conta o número de batimentos por minuto (count).
- Atualiza o display OLED com o valor atual de BPM.

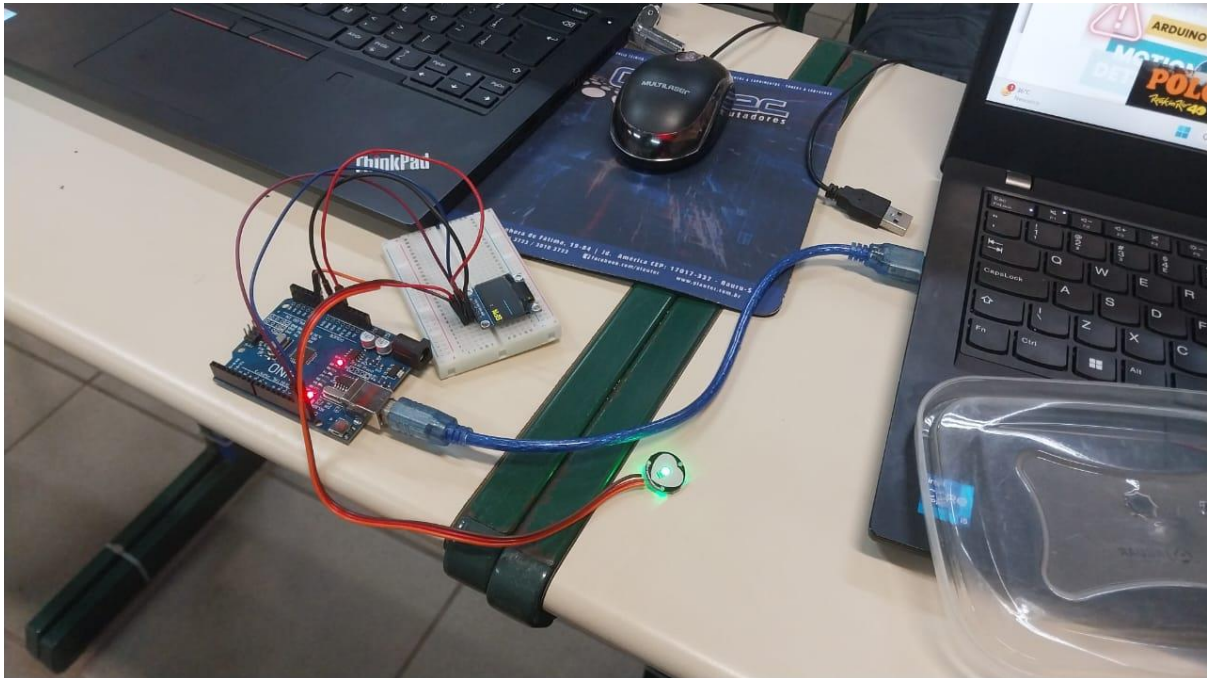
Fase 4: Testes e validação: Por fim, na fase de testes e validação, foram realizadas análises da precisão e do funcionamento do sensor. A interface de exibição no display OLED foi avaliada, garantindo clareza e usabilidade. O sistema demonstrou estabilidade durante medições contínuas realizadas em ambiente controlado.

## 2.2 Materiais e Ferramentas

- Arduino Uno: Plataforma de prototipagem eletrônica utilizada como unidade de controle do sistema.
- PulseSensor: Sensor para monitoramento de batimentos cardíacos, escolhido por sua confiabilidade e integração facilitada.
- Display OLED 128x64: Tela compacta responsável por exibir os dados em tempo real.
- Impressão 3D: Técnica utilizada para produzir um compartimento que organiza e protege os componentes eletrônicos.



Figura 2: Protótipo de Arduino para medição de frequência cardíaca



Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

### 2.3 Resultados Alcançados

O projeto foi capaz de:

- Realizar medições em tempo real: O PulseSensor demonstrou medições precisas e consistentes da frequência cardíaca.
- Proporcionar uma interface funcional: O display OLED exibiu as informações de maneira clara e eficiente, garantindo uma boa interação com o usuário.
- Assegurar a estabilidade do sistema: A integração entre hardware e software permitiu o funcionamento adequado do protótipo, mesmo em testes prolongados.

### 2.4 Desafios e Dificuldades Enfrentadas

Durante o desenvolvimento do projeto, enfrentamos algumas dificuldades significativas:

- Incompatibilidade do Sensor MAX30102: O sensor não funcionou, não ligou nem executou as medições esperadas, o que impediu qualquer tipo de

resultado. Essa situação demandou tempo e esforço consideráveis até que decidíssemos pela troca do sensor.

- Incompatibilidade na impressão 3D: Nas últimas etapas do projeto, era necessário criar um revestimento para organização e segurança das peças do Arduino. No entanto, enfrentamos dificuldades na compatibilidade do arquivo STL com o programa da impressora 3D. Apesar de o modelo ter sido elaborado em software adequado, ajustes adicionais foram exigidos para adequar o arquivo às configurações específicas da impressora. Além disso, uma dificuldade recorrente foi que o programa frequentemente interpretava o modelo 3D em escalas de medidas diferentes de centímetros, que era a escala correta. Isso resultava em peças desproporcionais, exigindo ajustes manuais para redimensionar o modelo e evitar falhas na impressão.

## 2.5 Planejamento das próximas etapas

Com o hardware devidamente organizado e uma fonte de energia portátil já implementada, o foco agora está voltado para o aprimoramento do software e do aplicativo móvel. O aplicativo oferecerá funcionalidades avançadas, como o armazenamento de dados históricos e a análise gráfica, permitindo que os usuários acompanhem as medições de frequência cardíaca de forma mais detalhada e intuitiva.

Além disso, o projeto buscará otimizar a integração entre o dispositivo e o aplicativo, garantindo uma experiência de uso fluida e confiável. Um dos desafios identificados será melhorar a precisão na transmissão dos dados coletados pelo PulseSensor para o aplicativo, otimizando a comunicação Bluetooth e minimizando possíveis perdas de informações.

Essas iniciativas serão acompanhadas por testes rigorosos em ambientes controlados e simulações de uso cotidiano, assegurando que o sistema não apenas atenda aos requisitos técnicos, mas também seja funcional e acessível para os usuários finais.

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este projeto apresentou o desenvolvimento de um sistema de monitoramento de batimentos cardíacos de baixo custo e fácil utilização, com potencial para auxiliar no acompanhamento da saúde cardiovascular e na detecção precoce de arritmias. A utilização da plataforma Arduino garantiu flexibilidade e personalização do sistema, enquanto a integração do módulo Bluetooth e o desenvolvimento de um aplicativo móvel ampliaram as possibilidades de uso, permitindo o acompanhamento remoto e o registro do histórico de dados do usuário.

Além disso, o projeto evidenciou a importância da interdisciplinaridade, integrando conhecimentos de eletrônica, programação e design 3D para criar uma solução prática e funcional. A confecção de compartimentos organizadores por meio da impressão 3D não apenas protegeu os componentes, mas também aumentou a durabilidade e a portabilidade do dispositivo, tornando-o mais adequado para o uso cotidiano.

Espera-se que este projeto contribua significativamente para a promoção da saúde pública, incentivando o uso de tecnologias acessíveis no monitoramento de condições cardiovasculares. Futuras melhorias podem incluir a implementação de algoritmos mais avançados para análise de dados, maior integração com dispositivos inteligentes e o aprimoramento da interface do aplicativo, consolidando o sistema como uma ferramenta completa para o cuidado com a saúde cardíaca.

### REFERÊNCIAS

PEIXOTO, Roberto. **Doenças do coração matam quase um terço dos brasileiros; estilo de vida é um dos fatores de risco** In: G1. Data da publicação 28 ago. 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/saude/noticia/2023/08/28/doencas-do-coracao-matam-quase-um-terco-dos-brasileiros-estilo-de-vida-e-um-dos-fatores-de-risco.ghtml> Acesso em: 20 junho. 2024

Dos Santos Gonsalves, Alexandre; Augusto Siscoutto Robson. **SOLUÇÃO DE BAIXO CUSTO PARA O MONITORAMENTO DE SINAIS VITAIS, EM TEMPO REAL, FAZENDO USO DE SENSORES E ARDUINO**, São Paulo, 2020. Disponível em:

<https://journal> HYPERLINK

["https://journal.unoeste.br/index.php/ce/article/view/3817/3089"](https://journal.unoeste.br/index.php/ce/article/view/3817/3089) HYPERLINK

["https://journal.unoeste.br/index.php/ce/article/view/3817/3089"](https://journal.unoeste.br/index.php/ce/article/view/3817/3089) HYPERLINK

["https://journal.unoeste.br/index.php/ce/article/view/3817/3089".unoeste.br/index.php/ce/article/view/3817/3089](https://journal.unoeste.br/index.php/ce/article/view/3817/3089)

REZENDE, D. Estudo apresenta dados e impactos das doenças cardiovasculares no Brasil. SciELO em Perspectiva | Press Releases, 2020. Disponível em: SciELO.

<https://labvital.com.br/glossario/o-papel-do-monitoramento-da-variabilidade-da-frequencia->

[cardiaca/#:~:text=O%20monitoramento%20da%20variabilidade%20da%20frequ%C3%Aancia%20card%C3%ADaca%20%C3%A9%20uma%20ferramenta,melhorar%20a%20qualidade%20de%20vida](https://labvital.com.br/glossario/o-papel-do-monitoramento-da-variabilidade-da-frequencia-cardiaca/#:~:text=O%20monitoramento%20da%20variabilidade%20da%20frequ%C3%Aancia%20card%C3%ADaca%20%C3%A9%20uma%20ferramenta,melhorar%20a%20qualidade%20de%20vida)

[Perfil Brasil](#)

[Jornal do Oeste](#)

[Srituhobby. How to use the heart pulse sensor with Arduino: Heart pulse monitoring system. Disponível em: https://srituhobby.com/how-to-use-the-heart-pulse-sensor-with-arduino-heart-pulse-monitoring-system/. Acesso em: 19 set. 2024.](#)