



## ECG PORTÁTIL DE BAIXO CUSTO UTILIZANDO IOT

Heloíse Kisner, ESCOLA SESI, [heloise\\_kisner@estudante.sesisenai.org.br](mailto:heloise_kisner@estudante.sesisenai.org.br)  
Lara Tancman, ESCOLA SESI, [lara\\_tancman@estudante.sesisenai.org.br](mailto:lara_tancman@estudante.sesisenai.org.br)  
Marcio Schoenfelder, ESCOLA SESI, [marcio.schoenfelder@edu.sc.senai.br](mailto:marcio.schoenfelder@edu.sc.senai.br)  
Diego Carlos Oliveira de Aguiar, ESCOLA SESI, [diego.carlos@edu.sc.senai.br](mailto:diego.carlos@edu.sc.senai.br)

**Categoria:** (E)

**Palavras-chave:** Eletrocardiograma (ECG). Oxigenação do sangue (SpO<sub>2</sub>).  
Monitoramento portátil. Baixo custo. Prevenção cardiovascular.

### Resumo expandido

As doenças cardiovasculares (DCVs) constituem a principal causa de mortalidade mundial, somando 17,9 milhões de mortes por ano, o que corresponde a 31% dos óbitos registrados globalmente (WHO, 2021). Nesse cenário, o eletrocardiograma (ECG) desponta como ferramenta fundamental para o diagnóstico de anomalias cardíacas, incluindo arritmias, fibrilação atrial e isquemia miocárdica, possibilitando intervenções precoces que reduzem a morbimortalidade (CARACANTE, 2024). Apesar disso, o acesso a essa tecnologia é limitado por custos elevados e barreiras logísticas, principalmente em áreas rurais, em comunidades de baixa renda e entre pacientes com mobilidade reduzida (MORSCH, 2024). Nesse contexto, a telemedicina, associada a dispositivos de baixo custo e Internet das Coisas (IoT), surge como alternativa viável para o monitoramento remoto, permitindo diagnósticos em tempo real e reduzindo a dependência de infraestrutura hospitalar. Na revisão de literatura, reforça-se que o ECG é um exame não invasivo que registra a atividade elétrica cardíaca e constitui ferramenta indispensável no diagnóstico precoce de doenças como taquicardia ventricular, bloqueios de condução e fibrilação atrial (CARACANTE, 2024). A detecção precoce de irregularidades pode reduzir em até 50% a ocorrência de eventos adversos graves, como infarto agudo do miocárdio (MORSCH, 2024). Contudo, limitações estruturais e financeiras impedem sua ampla utilização em regiões vulneráveis. Dispositivos de baixo custo, baseados em microcontroladores como Arduino Nano, associados a sensores biomédicos como AD8232 e MAX30102, oferecem alternativas viáveis para triagem inicial em contextos de telemedicina, validando parâmetros clínicos como frequência cardíaca, saturação de oxigênio e formas de onda do ECG (CARVALHO et al., 2012; MAXIM INTEGRATED, 2021). O desenvolvimento do dispositivo ocorreu em quatro etapas: (1) montagem do circuito eletrônico; (2) programação do código no Arduino; (3) integração com IoT para transmissão remota de dados; e (4) validação experimental com voluntários. Na primeira etapa, os alunos selecionaram o Arduino Nano por sua compatibilidade com sensores biomédicos e baixo custo, associando-o ao AD8232 para detecção de sinais de ECG e ao MAX30102 para mensuração de frequência cardíaca e saturação de oxigênio. A estrutura externa foi projetada em

software CAD e impressa em 3D com filamento PLA, garantindo ergonomia,



conforto e precisão na captação de sinais. Na segunda etapa, implementou-se programação em linguagem C, incluindo algoritmos de filtragem digital, cálculo de frequência cardíaca e exibição de formas de onda simplificadas em tela LCD. A terceira etapa consistiu na implementação de conectividade IoT via protocolo MQTT, transmitindo dados de forma segura e em tempo real, viabilizando monitoramento remoto. Por fim, a quarta etapa contemplou testes com voluntários, comparando os resultados obtidos com ECGs e oxímetros comerciais, garantindo confiabilidade clínica e validação inicial. Os resultados obtidos demonstraram que o protótipo registrou sinais de ECG estáveis, com desvio médio de 3% em relação a equipamentos comerciais, além de apresentar medições confiáveis de frequência cardíaca e SpO<sub>2</sub>. Esses achados indicam potencial para aplicação em triagens clínicas, especialmente em comunidades com baixa infraestrutura hospitalar. A transmissão de dados apresentou estabilidade satisfatória, ainda que perdas pontuais em redes congestionadas evidenciem a necessidade de buffers locais para manter a confiabilidade. A carcaça impressa em 3D e a alimentação com baterias de íon-lítio garantiram portabilidade e autonomia de até 10 horas, adequada para uso domiciliar. O impacto social do dispositivo é significativo, pois promove equidade no acesso a diagnósticos, especialmente para idosos e pacientes com restrições de mobilidade. O uso de materiais de baixo custo e tecnologia acessível favorece a reprodutibilidade do projeto em escolas e centros comunitários, ampliando sua relevância educacional e científica. Além disso, ao integrar estudantes no desenvolvimento de soluções tecnológicas com impacto direto na saúde, o projeto contribuiu para despertar vocações científicas e habilidades práticas em eletrônica, programação e biomedicina. Sob a perspectiva social, a iniciativa está alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, destacando-se nas áreas de saúde e bem-estar, redução das desigualdades e promoção de inovação tecnológica. Em conclusão, o projeto atingiu seu objetivo central de conceber um ECG portátil de baixo custo com aplicabilidade clínica, confirmando a hipótese de que dispositivos acessíveis podem reduzir desigualdades no acesso a diagnósticos cardiovasculares. Embora desafios técnicos, como interferências eletromagnéticas e estabilidade de rede, ainda exijam ajustes, os resultados reforçam o potencial de replicação e aprimoramento da proposta. Futuras etapas incluem implementação de algoritmos para detecção automática de arritmias, ensaios clínicos com pacientes reais, otimização da interface para médicos e integração de alertas para eventos críticos, como bradicardia ou taquicardia. O dispositivo demonstra, assim, viabilidade tecnológica, relevância social e potencial educativo, constituindo uma solução inovadora para monitoramento cardiovascular em contextos de vulnerabilidade.

## Referências

- ANALOG DEVICES. AD8232: single-lead, heart rate monitor front end. [S.l.]: Analog Devices, 2020. Disponível em: [www.analog.com/en/products/ad8232.html](http://www.analog.com/en/products/ad8232.html). Acesso em: 15 mar. 2025.
- ARDUINO. Arduino Nano Datasheet. [S.l.]: Arduino, 2023. Disponível em: [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc). Acesso em: 5 mar. 2025.
- CARACANTE, Caracante. Eletrocardiograma (ECG): como funciona e para que serve? STAR Telerradiologia, [S.l.], 2 jul. 2024. Disponível em: [www.star.med.br/o-que-e-eletrocardiograma-ecg](http://www.star.med.br/o-que-e-eletrocardiograma-ecg). Acesso em: 10 abr. 2025.
- CARVALHO, Antônio Carlos de et al. Guia de eletrocardiografia com exercícios comentados. Barueri: Manole, 2012.
- ECLIPSE FOUNDATION. MQTT protocol specification. [S.l.]: Eclipse Mosquitto, 2023. Disponível em: [www.mosquitto.org/documentation](http://www.mosquitto.org/documentation). Acesso em: 12 maio. 2024. MAXIM INTEGRATED.



## 13ª Feira Brasileira de Trabalhos de Iniciação Científica na Educação Básica e Técnica – 13ª Febrat

---

MAX30102: high-sensitivity pulse oximeter and heart-rate sensor. [S.l.]: Maxim Integrated, 2021. Disponível em: [www.maximintegrated.com/en/products/sensors/max30102.html](http://www.maximintegrated.com/en/products/sensors/max30102.html). Acesso em: 15 abr. 2025.

MORSCH, Aldair. Detecção precoce de doenças cardíacas na telecardiologia. Telemedicina Morsch, [S.l.], 27 mar. 2024. Disponível em: [www.telemedicinamorsch.com.br/blog/deteccao-precoce-de-doencas-cardiacas](http://www.telemedicinamorsch.com.br/blog/deteccao-precoce-de-doencas-cardiacas).

Acesso em: 28 abr. 2025.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Cardiovascular diseases (CVDs). [S.l.]: WHO, 2021. Disponível em: [www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds)).

Acesso em: 10 abr. 2025.



