



DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO PARA MONITORAMENTO DE SINAIS CARDÍACOS ENVIADOS ATRAVÉS DO ESP32, QUE ATENDA ÀS CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE AQUISIÇÃO DE SINAIS BIOMÉDICOS PARA PROPORCIONAR UM MONITORAMENTO COM PRECISÃO

Jean Vitor Vilela dos Santos¹, Ernany Santos de Oliveira¹, Elias Custodio Porto Junior², Paulo Cesar do Nascimento Cunha¹, José Irineu Ferreira Junior¹

¹Laboratório de Eletrônica, Instrumentação e Automática (LEIA) – Instituto Federal de Alagoas (IFAL) – Campus Arapiraca - Rodovia AL-110, Deputado Nezinho – 57317-291 – Arapiraca – AL – Brasil

²Instituto Federal de Alagoas (IFAL) – Campus Palmeira dos Índios - Av. Alagoas, S/N – Palmeira de Fora – 57608-180 – Palmeira dos Índios – AL – Brasil

{jvvs2, esol2, ecpj1}@aluno.ifal.edu.br, {paulo.cunha, irineu.junior}@ifal.edu.br

RESUMO

O aumento do atendimento domiciliar (Home Care) tem impulsionado a necessidade de soluções tecnológicas que permitam o monitoramento remoto de pacientes, especialmente aqueles com doenças cardiovasculares. Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema baseado em Internet das Coisas (IoT) para monitoramento de sinais de eletrocardiograma (ECG), utilizando o microcontrolador ESP32 para aquisição e transmissão de dados. O sistema apresenta a utilização de um aplicativo mobile com interface amigável para visualização gráfica dos sinais cardíacos em tempo real, com comunicação via Bluetooth ou Wi-Fi. A metodologia envolve revisão bibliográfica, desenvolvimento do firmware do ESP32, construção do aplicativo e realização de testes com simulador de ECG. Espera-se como resultado um sistema eficiente, acessível e capaz de contribuir para o acompanhamento remoto de pacientes.

Palavras-chave: Aplicativo móvel; ECG; ESP32; Home Care; IoT.

INTRODUÇÃO E REFERENCIAL TEÓRICO

Apesar de um declínio na mortalidade relacionada às doenças cardiovasculares nas últimas três décadas, a prevalência de doenças cardíacas permanece alta. A insuficiência cardíaca aguda é a internação de emergência mais comum em pacientes acima de 65 anos, causando 5% de todas as internações de emergência com mortalidade hospitalar de 11% (NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE, 2021).

O coração humano, um órgão vital crucial para sustentar a vida, bate aproximadamente 115.000 vezes por dia e bombeia 1.500-2.000 galões (5600-7.500 litros) de sangue por todo o corpo diariamente. As doenças cardiovasculares, que abrangem várias condições que afetam o coração e os vasos sanguíneos, podem representar riscos significativos à saúde se não forem detectadas e tratadas (PANTAI HOSPITALS, 2025; STATPEARLS, 2022; CLEVELAND CLINIC, 2024b).

A detecção precoce de doenças cardiovasculares é crucial, pois permite a implementação oportuna de ajustes ou tratamentos adequados no estilo de vida para prevenir complicações.

O monitoramento do coração mostra informações sobre a atividade elétrica do coração que fornece dados claros do estado atual do paciente, permitindo a visualização de eventos não desejáveis, com



alertas e promovendo atuação da equipe médica para reverter o quadro indesejável (PANTAI HOSPITALS, 2025; CLEVELAND CLINIC, 2024a; CLEVELAND CLINIC, 2025b).

O sistema de condução do coração é uma rede de nós (grupos de células que podem ser tecido nervoso ou muscular), células responsáveis pelos sinais elétricos que mantêm seu coração batendo (CLEVELAND CLINIC, 2025a).

O sistema de condução cardíaco envia impulsos elétricos que iniciam o batimento cardíaco, ele também envia sinais de diferentes fontes do coração com a função de relaxar e contrair (apertar). Esse processo de contração e relaxamento controla o fluxo sanguíneo através do coração para o resto do corpo.

Idealmente, o sistema de condução elétrica mantém uma frequência cardíaca estável e uniforme. Também ajuda o coração a acelerar quando você precisa de mais sangue e oxigênio, quando precisa desacelerar quando é hora de descansar (CLEVELAND CLINIC, 2025a).

Para cada batimento cardíaco, os sinais elétricos viajam pela via de condução do coração. Começando pelo nó sinoatrial (SA), que cria um sinal de excitação. Este sinal elétrico tem o percurso semelhante ao da eletricidade, que percorre através de fios levando energia para eletrodomésticos em sua casa (CLEVELAND CLINIC, 2025a).

Um eletrocardiograma (ECG) é uma ferramenta de diagnóstico que registra a atividade elétrica do seu coração. Os profissionais de saúde o usam por vários motivos, para visualizar problemas de ritmo cardíaco ou monitorar o funcionamento de um tratamento. Um eletrocardiograma é um teste rápido, não invasivo e indolor. Pode ser feito deitado na posição de decúbito dorsal ou em movimento como parte de um teste de estresse (CLEVELAND CLINIC, 2026a).

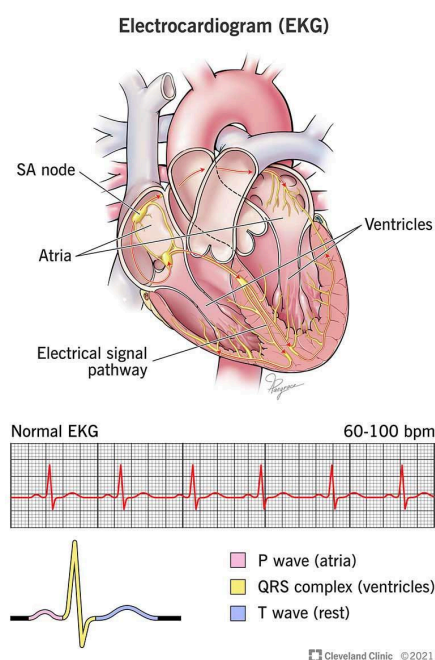


Figura 1. Ilustração do eletrocardiograma, frequência e a duração dos batimentos cardíacos.
Fonte: Cleveland Clinic (2026b).

A demanda por atendimento domiciliar é mais um desafio para os sistemas de saúde, contribuindo para uma mudança no foco do atendimento e no ambiente em que o atendimento é prestado (RAJÃO; MARTINS, 2020).

O processo de envelhecimento da população é um fator que impulsiona a preocupação dos sistemas

IV SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

PLANETA ÁGUA:
A CULTURA OCEÂNICA PARA
ENFRENTAR AS MUDANÇAS
CLIMÁTICAS NO MEU TERRITÓRIO



**30/03 A 02/04
2026**



de saúde com novos modelos de atendimento. No entanto, não é o único, pois a demanda por assistência domiciliar continuada é acompanhada por outras necessidades de saúde igualmente relevantes e elegíveis.

Assim, a importância da melhoria da implementação da atenção domiciliar é destacada na agenda de saúde atual e futura de todos os sistemas de saúde, com o objetivo de contribuir para a configuração de redes substitutivas de atenção à saúde e para a transformação das práticas de saúde (RAJÃO; MARTINS, 2020).

Com as novas tecnologias, o monitoramento do paciente permite uma maior atenção nos ambientes de assistência domiciliar, principalmente em casos pós-cirúrgicos cardíacos. Isso permite a visualização de eventos não desejáveis, com alertas e promovendo atuação da equipe médica para reverter o quadro indesejável.

O monitor fornece dados claros do estado atual do paciente. Ele pode encontrar a causa de: arritmias (ritmos cardíacos anormais); palpitações cardíacas; tontura inexplicável. Uma boa monitorização pode determinar a qualidade das prescrições médicas para a boa recuperação do quadro clínico do paciente, visualizando o quão bem estão o funcionamento das atividades elétricas do seu coração (CLEVELAND CLINIC, 2026b; CLEVELAND CLINIC, 2025b; SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2003).

Seguindo este entendimento, apresentamos um sistema de monitoramento de sinais de ECG via aplicativo mobile, que apresente uma interface amigável e promova a visualização gráfica dos sinais provenientes do eletrocardiograma, dados estes enviados via Bluetooth ou Wi-Fi através do ESP32, que é um microcontrolador SoC (System on Chip), da fabricante Espressif, que oferece conectividade Wi-Fi e Bluetooth, portas digitais e analógicas, relógio RTC embutido, suporte a comunicação diversa (SPI, I2C, etc.) e de baixo consumo de energia (BERTOLETI, 2019).

OBJETIVOS ALCANÇADOS

Foram atendidos os objetivos:

- Levantamento bibliográfico sobre monitoramento de sinais biomédicos e IoT;
- Estudo dos componentes necessários para aquisição de sinais de ECG;
- Desenvolvimento do firmware para o ESP32;
- Desenvolvimento de aplicativo mobile para visualização dos dados;
- Implementação da comunicação via Wi-Fi;
- Realização de testes com simulador de ECG.

METODOLOGIA APLICADA

Inicialmente, foi realizada uma revisão bibliográfica em bases de dados relevantes nas áreas de saúde e engenharia, com o objetivo de identificar soluções existentes e tecnologias aplicáveis ao monitoramento de sinais cardíacos.

Na etapa de desenvolvimento, foi programado o microcontrolador ESP32 para aquisição e transmissão dos dados provenientes do ECG. Em paralelo, foi desenvolvido um aplicativo mobile, utilizando ferramentas como Flutter, para visualização gráfica dos sinais em tempo real.

Para validação do sistema, foram realizados testes utilizando um simulador de ECG, evitando a necessidade de aprovação ética. Os testes avaliaram o desempenho do sistema em diferentes condições, como distância e presença de barreiras.

Posteriormente, foram realizadas otimizações no sistema, visando melhorar a estabilidade da comunicação e a qualidade da visualização dos dados.



RESULTADOS ENCONTRADOS

Os resultados obtidos evidenciaram:

Desenvolvimento de um aplicativo com interface intuitiva para visualização de sinais de ECG, conforme ilustra a Figura 2. Os ícones A e B referem-se à visualização vertical, enquanto o ícone C refere-se à horizontal.

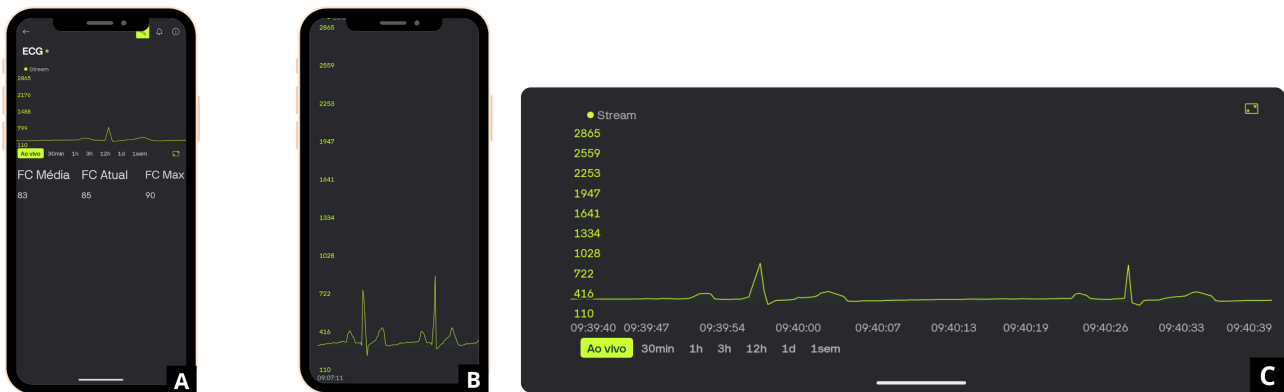


Figura 2: Interface do aplicativo móvel (MVP) para acompanhamento remoto da onda de ECG e frequência cardíaca. Fonte: Autores (2026).

Implementação de firmware no ESP32 capaz de adquirir e transmitir dados com eficiência;

Comunicação estável via Wi-Fi;

Visualização gráfica precisa dos sinais cardíacos;

Contribuição para o monitoramento remoto de pacientes;

Os testes preliminares indicam a viabilidade do sistema, com potencial aplicação em ambientes de atenção domiciliar.

DIFICULDADES ENCONTRADAS

- Necessidade de aprofundamento em protocolos de comunicação;
- Desafios na integração entre hardware e software;
- Ajustes na transmissão de dados em tempo real;
- Limitações relacionadas a testes com dados reais (uso de simulador);

RELACIONAR O CRONOGRAMA PREVISTO COM O EXECUTADO

IV SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

PLANETA ÁGUA:
A CULTURA OCEÂNICA PARA
ENFRENTAR AS MUDANÇAS
CLIMÁTICAS NO MEU TERRITÓRIO



**30/03 A 02/04
2026**



As atividades previstas foram executadas conforme o cronograma estabelecido, com destaque para:

- Desenvolvimento do aplicativo – em andamento.
- Programação do ESP32 – em andamento.
- Testes experimentais – em execução.
- Registro de software – em andamento.
- Publicação dos resultados – previsto.
- Relatório (parcialmente concluído).

CONCLUSÕES PRELIMINARES E TRABALHOS FUTUROS

O projeto apresenta grande potencial para aplicação no monitoramento remoto de pacientes cardíacos, contribuindo para a melhoria da atenção domiciliar e redução de custos hospitalares.

Como trabalhos futuros, destacam-se:

- Testes com dados reais de pacientes (mediante aprovação ética);
- Implementação de alertas automáticos para eventos cardíacos;
- Integração com sistemas de saúde;
- Aprimoramento da interface do aplicativo;

Conclui-se que a utilização de IoT aplicada à saúde representa uma solução promissora para o monitoramento contínuo e acessível de sinais biomédicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERTOLETI, Pedro. **Projetos com ESP32 e LoRa**. São Paulo: Editora NCB, 2019.

CLEVELAND CLINIC. **Cardiac conduction system**. [S.l.], 2025a. Disponível em: <https://my.clevelandclinic.org/health/body/21648-heart-conduction-system>. Acesso em: 25 maio 2025.

CLEVELAND CLINIC. **Cardiac event monitor (heart monitor)**. [S.l.], 2024a. Disponível em: <https://my.clevelandclinic.org/health/diagnostics/23272-cardiac-event-monitor>. Acesso em: 3 jun. 2025.

CLEVELAND CLINIC. **Circulatory system**. [S.l.], 2024b. Disponível em: <https://my.clevelandclinic.org/health/body/circulatory-and-cardiovascular-system>. Acesso em: 3 jun. 2025.

CLEVELAND CLINIC. **Echocardiogram**. [S.l.], 2026a. Disponível em: <https://my.clevelandclinic.org/health/diagnostics/16953-electrocardiogram-ekg>. Acesso em: 2 jun. 2025.

CLEVELAND CLINIC. **Holter monitor**. [S.l.], 2025b. Disponível em:

IV SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

PLANETA ÁGUA:
A CULTURA OCEÂNICA PARA
ENFRENTAR AS MUDANÇAS
CLIMÁTICAS NO MEU TERRITÓRIO



**30/03 A 02/04
2026**



<https://my.clevelandclinic.org/health/diagnostics/21491-holter-monitor>. Acesso em: 30 maio 2025.

CLEVELAND CLINIC. **Ilustração do eletrocardiograma, frequência e a duração dos batimentos cardíacos.** [S.l.], 2026b. Disponível em:

<https://my.clevelandclinic.org/health/diagnostics/16953-electrocardiogram-ekg>. Acesso em: 4 jun. 2025.

NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE. **Assessment and management of cardiovascular disease in the intensive care unit.** Bethesda, 2021. Disponível em:

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8862013/#s1>. Acesso em: 19 maio 2025.

PANTAI HOSPITALS. **Cardiovascular assessments and diagnostic tools.** [S.l.], 2025. Disponível em:

<https://www.pantai.com.my/medical-specialties/cardiology/cardiovascular-assessments-and-diagnost-ic-tools#electrocardiogram>. Acesso em: 22 maio 2025.

RAJÃO, Fabiana Lima; MARTINS, Mônica. Home care in Brazil: an exploratory study on the construction process and service use in the Brazilian Health System. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 5, p. 1863-1876, 2020. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/csc/a/wqxNqstXftvkTvLxzHz3gJn/?lang=en&format=pdf>. Acesso em: 3 jun. 2025.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. Diretriz de interpretação de eletrocardiograma de repouso. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, São Paulo, v. 80, supl. 2, p. 1-18, 2003. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/abc/a/JcS5MCwnr6jgn7CnMpVNz9c/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 2 jun. 2025.

STATPEARLS. **Physiology, cardiovascular.** Treasure Island: StatPearls Publishing, 2022. Disponível em:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK493197/>. Acesso em: 2 jun. 2025.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seu reconhecimento à FAPEAL pelo fomento indispensável à realização da IV SNCT e pela viabilização da publicação destes Anais. O agradecimento estende-se ao IFAL Campus Arapiraca pelo suporte institucional e infraestrutura disponibilizada, incluindo laboratórios como o Espaço 4.0 e equipamentos; à PRPPI pela concessão de bolsas e suporte através dos editais PIBIC e PIBITI; bem como ao CNPq e ao MCTI, cujos editais nacionais proporcionam as bases fundamentais para o desenvolvimento da ciência, tecnologia e inovação, elevando o impacto da produção acadêmica.

INFORMAÇÕES ADICIONAIS

RELATÓRIO COM RESULTADOS PARCIAIS EM FORMATO DE ARTIGO

Início da Execução do Projeto: 01/09/2025

Entrega do Relatório: 01/03/2026

Data de apresentação na IV SNCT: 31/03/2026

