

Relatório – Projeto Cardiola

(Fase 3 – Parte 1)

1. Introdução e Objetivo

Este relatório apresenta o desenvolvimento da Parte 1 da Fase 3 do projeto Cardiola, cujo foco foi a criação de um protótipo IoT de monitoramento de saúde.

O objetivo principal é **simular um sistema embarcado inteligente**, capaz de coletar e interpretar sinais vitais, garantindo a resiliência dos dados mesmo em situações de falha de conexão com a internet.

O projeto adota o conceito de Edge Computing, onde o ESP32 realiza o processamento e o armazenamento local dos dados coletados, evitando a perda de informações e assegurando a continuidade do monitoramento.

2. Componentes e Tecnologias Utilizadas

A simulação foi desenvolvida na plataforma Wokwi, utilizando os seguintes componentes e recursos:

- **Microcontrolador ESP32:** núcleo central do sistema, responsável por processar leituras, armazenar dados e gerenciar conexões.
- **Sensor DHT22:** coleta dados de temperatura e umidade, simulando sinais vitais e condições ambientais.
- **Potenciômetro:** usado como simulador de batimentos cardíacos (BPM), permitindo variar o valor manualmente.
- **LED RGB (ânodo comum):** atua como indicador de status do paciente, mostrando o estado de saúde em três cores (Normal, Atenção e Crítico).
- **SPIFFS (Serial Peripheral Interface Flash File System):** sistema de arquivos utilizado para o armazenamento local dos dados, garantindo a persistência das informações mesmo sem conexão.
- **Monitor Serial:** representa a “nuvem” na simulação, exibindo os dados coletados e enviados.

3. Fluxo de Funcionamento do Sistema

O sistema opera de forma cíclica e contínua, seguindo o seguinte fluxo lógico:




1. Coleta de Dados:

A cada 5 segundos, o ESP32 lê os valores dos sensores:

- Temperatura (°C) e Umidade (%) via DHT22
- Batimentos Cardíacos (BPM) via Potenciômetro

2. Análise e Classificação:

Os dados são analisados pela função `atualizarLED()`, que classifica o estado de saúde do paciente conforme as faixas de referência definidas:

Estado	Cor do LED	Descrição	Faixa de Valores
 Normal	Verde	Parâmetros dentro da faixa saudável; sem risco.	36.5–37.5°C 60–100 BPM 30–60% Umidade
 Atenção	Amarelo	Valores fora da faixa ideal, mas ainda estáveis.	37.6–38.5°C 101–120 BPM <30% ou >60%
 Crítico	Vermelho	Risco à saúde – requer intervenção imediata.	>38.5°C >120 BPM

Essa leitura contínua e visual permite detectar rapidamente variações anormais nos parâmetros vitais.

3. Verificação de Conectividade:

O sistema verifica uma variável chamada `conectado`, que representa o estado da rede Wi-Fi (simulada).

- `conectado = true` → dispositivo online

- `conectado = false` → dispositivo offline

4. Tomada de Decisão (Online vs Offline):

- Modo Offline: os dados são armazenados localmente em um arquivo no SPIFFS (`/dados.txt`), garantindo que nenhuma leitura seja perdida.
- Modo Online: os dados armazenados são “enviados” (impressos no Monitor Serial), e o arquivo local é apagado após a sincronização.

5. Repetição do Ciclo:

Após cada ciclo de leitura e decisão, o sistema aguarda alguns segundos e recomeça o processo, garantindo monitoramento contínuo e autônomo.

4. Lógica de Resiliência e Edge Computing

A resiliência do sistema é o ponto central deste protótipo.

Em contextos de saúde, falhas de rede podem comprometer a segurança e a continuidade do monitoramento de pacientes.

Por isso, o Cardiola utiliza uma arquitetura de Edge Computing, com duas camadas principais:

- Modo Offline (Edge Storage):
O ESP32 armazena localmente os dados coletados quando não há conexão, criando um histórico no arquivo `/dados.txt`.
Essa funcionalidade assegura que nenhuma medição seja perdida, mesmo que a transmissão para a nuvem esteja indisponível.
- Modo Online (Sync & Clean):
Assim que a conexão é restabelecida, o sistema envia os dados armazenados para o servidor (simulado via serial) e limpa o arquivo, evitando duplicidade e liberando espaço.
Esse processo de armazenar, transmitir e limpar reflete uma estrutura real de sincronização inteligente, amplamente utilizada em sistemas IoT de missão crítica.

5. Estratégia de Armazenamento e Continuidade

O sistema de arquivos SPIFFS tem espaço limitado, portanto, em um cenário real, seria implementado um controle FIFO (First In, First Out), que:

- Apaga os registros mais antigos quando a memória atinge 90% da capacidade;
- Mantém apenas os dados mais recentes e relevantes para o diagnóstico.

Isso garante que o dispositivo nunca interrompa sua operação, mantendo a coleta contínua mesmo em longos períodos sem rede.

6. Resultados Obtidos

Durante os testes no Wokwi, o sistema demonstrou:

- Correta identificação visual dos estados clínicos (LED RGB mudando de cor conforme as leituras).
- Gravação e leitura confiável dos dados no SPIFFS.
- Simulação bem-sucedida de resiliência, com alternância entre modo online e offline.

Esses resultados comprovam o funcionamento estável do protótipo e sua capacidade de processar e preservar dados localmente, característica essencial em aplicações médicas reais.

7. Conclusão

O sistema desenvolvido ilustra como dispositivos IoT podem operar de forma autônoma, resiliente e segura, mesmo diante de falhas de rede.

A partir desta base, as próximas etapas do projeto poderão integrar o envio real dos dados para a nuvem, banco de dados e algoritmos de IA para análise preditiva de sinais vitais.