

# Relatório Parte 1 – Edge Computing & Resiliência Offline

## Introdução

A fase Cardiola – Conectada, IoT & Dados corresponde à evolução do projeto Cardiola após a etapa Batimentos de Dados. Nesta fase, o objetivo é prototipar um dispositivo vestível utilizando um ESP32 e sensores biométricos simulados para capturar sinais vitais e armazená-los localmente, permitindo continuidade de operação mesmo em cenários de perda de conectividade ([github.com](https://github.com)). A simulação é realizada no Wokwi.

## Escopo e sensores

- **DHT22** – realiza leituras de temperatura e umidade do paciente ([github.com](https://github.com)).
- **Sensor de batimentos/movimento** – usa o Pulse Sensor para medir a frequência cardíaca e detectar movimento ([github.com](https://github.com)).
- **LED de alerta** – fornece feedback local quando a temperatura ultrapassa 38 °C ou a frequência cardíaca excede 120 bpm ([github.com](https://github.com)).
- **Chave deslizante** – simula o estado de conectividade Wi-Fi para forçar modos offline ([github.com](https://github.com)).

## Arquitetura Edge e Metodologia

O firmware em C++ utiliza o sistema de arquivos SPIFFS para armazenar cada amostra de sensores em formato JSON Lines, garantindo preservação de dados mesmo sem energia ou rede ([github.com](https://github.com)). O loop de aquisição, com intervalos de 5 fs, lê sensores, normaliza valores e registra o timestamp em milissegundos ([github.com](https://github.com)). O buffer local `/buffer.jsonl` mantém até 5 000 amostras, aplicando a política de retenção para excluir registros antigos quando o limite é excedido ([github.com](https://github.com)). Ao detectar conectividade, o sistema publica cada amostra via MQTT; mensagens não enviadas retornam para o buffer, preservando a integridade ([github.com](https://github.com)). O LED de alerta age de forma autônoma no Edge, reforçando a resiliência.

## Fluxo Operacional

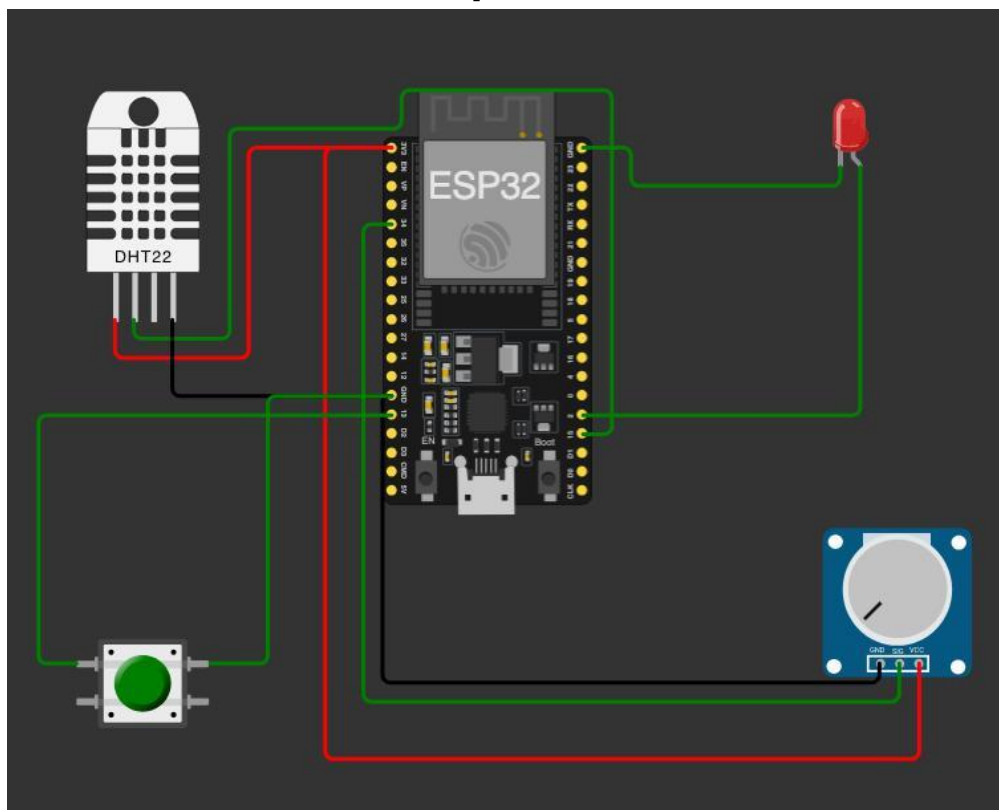
- **Boot** – inicializa sensores, monta SPIFFS e exibe informações de memória livre ([github.com](https://github.com)).
- **Captura** – lê DHT22 e Pulse Sensor, normaliza frequência cardíaca e deriva flag de movimento ([github.com](https://github.com)).
- **Persistência** – serializa dados com ArduinoJson e grava no buffer local ([github.com](https://github.com)).

- **Modo offline** – continua coletando e armazenando sem perda quando a chave Wi-Fi está desligada ([github.com](https://github.com)).
- **Retorno da conexão** – estabelece Wi-Fi/MQTT e esvazia o buffer publicando dados em lote, mantendo logs EDGE, SYNC e WARN para auditoria ([github.com](https://github.com)).

## Estratégia de Resiliência

A capacidade do buffer (5 000 amostras) cobre ~7 horas de coleta contínua, atendendo cenários de indisponibilidade moderada ([github.com](https://github.com)). Buffers temporários garantem integridade transacional de mensagens parciais ([github.com](https://github.com)). Leituras inválidas do DHT22 são substituídas por valores médios com ruído aleatório para evitar lacunas nos dados ([github.com](https://github.com)). A solução mantém autonomia funcional com LED de alerta e logs operando sem dependência da nuvem ([github.com](https://github.com)). O design considera LGPD e pseudonimização de identificadores (por exemplo, “paciente01”) ([github.com](https://github.com)).

## Evidências do Protótipo Wokwi



## Considerações Finais

O protótipo de edge computing implementado nesta fase demonstra um dispositivo resiliente, capaz de capturar sinais vitais, armazenar offline e sincronizar via MQTT quando a conectividade estiver disponível. A arquitetura modular prepara o sistema para integrar-se às camadas Fog/Cloud nas próximas fases e servir como base para dashboards em tempo real e algoritmos de previsão de eventos cardíacos ([github.com](https://github.com)).