**Relatório CardioIA Fase 3 – Parte 1**

**Armazenamento e Processamento Local (Edge Computing)**

O projeto CardioIA tem como objetivo demonstrar, de forma prática, o conceito de **Edge Computing** aplicado a sistemas embarcados de monitoramento de saúde. Nesta primeira parte, foi desenvolvido no simulador **Wokwi** um sistema baseado no microcontrolador **ESP32 DevKit-C V4**, responsável por coletar, processar e armazenar dados localmente mesmo na ausência de conexão com a internet, garantindo assim **resiliência operacional** e **continuidade do monitoramento**.

O sistema conta com dois sensores: o **DHT22**, responsável pela leitura periódica de **temperatura e umidade**, e um **sensor de batimentos cardíacos simulado** por um botão físico conectado ao pino GPIO14. Cada clique no botão representa um batimento detectado, e o sistema calcula os **batimentos por minuto (BPM)** com base no número de pressões dentro de uma janela de 10 segundos. Esses dados são exibidos no terminal serial, juntamente com informações de temperatura e umidade, permitindo o acompanhamento em tempo real.

A coleta ocorre continuamente a cada ciclo de 10 segundos. A cada ciclo, o ESP32 realiza as seguintes etapas: leitura dos sensores, processamento dos valores, criação de um registro no formato JSON e armazenamento local no sistema de arquivos **SPIFFS** (no ambiente real). No ambiente de simulação do Wokwi, essas operações de armazenamento são simuladas e representadas por mensagens no terminal, como:

[SIMULATED\_SAVE] {...}

[STORE] Amostra simulada armazenada (total=X)

A **lógica de resiliência** foi projetada para garantir que o sistema continue funcionando mesmo sem conexão à nuvem. Para isso, foi implementada uma variável booleana de conectividade que pode ser controlada pelo usuário por meio do terminal serial, utilizando os comandos c (connect) e d (disconnect).  
Quando o sistema está **desconectado**, as amostras continuam sendo coletadas e armazenadas localmente. Quando o sistema é **reconectado**, todas as amostras pendentes são “enviadas” para a nuvem por meio do Serial.println, simulando o envio real de dados, e o arquivo local é apagado, representando a sincronização completa.

Além disso, foi implementada uma **estratégia de armazenamento limitado**, que impede o acúmulo excessivo de dados e evita o esgotamento da memória. Caso o limite de amostras seja atingido antes do restabelecimento da conexão, as amostras mais antigas são descartadas, mantendo o sistema operacional e garantindo o uso eficiente dos recursos do dispositivo.

Essa arquitetura reflete o princípio fundamental do **Edge Computing**, no qual o processamento e o armazenamento de dados ocorrem próximos à origem da informação. Dessa forma, o projeto oferece benefícios como **baixa latência**, **redução no uso de banda de rede** e **maior confiabilidade** em ambientes críticos, como aplicações médicas, onde a perda de dados pode comprometer a análise clínica.

Em resumo, o sistema desenvolvido demonstra com sucesso a capacidade do ESP32 de atuar como um nó inteligente na borda da rede, realizando o monitoramento de sinais vitais com resiliência e autonomia, pronto para sincronizar com a nuvem assim que a conectividade for restabelecida.