

# **Instituto Hardware Br - Residência Embarcatech**

## **Arquitetura e Modelagem**

### **Integrantes:**

Luan Felipe Azzi  
Paulo Santos do Nascimento Filho  
Thiago Young de Azevedo

## **SISTEMA DE MONITORAMENTO DE TRANSPORTE DE VACINAS**

**Ago/2025**

## 1. INTRODUÇÃO

A proposta de projeto consiste no desenvolvimento de um sistema voltado a realizar o monitoramento de condições ambientais críticas que devam se manter estáveis durante o transporte de vacinas, realizando a coleta e registro destes parâmetros, garantindo que o produto seja armazenado e transportado sob circunstâncias ideais. A solução emprega uma placa **BitDogLab** com microcontrolador **Raspberry Pi Pico W** para leitura de múltiplos sensores, armazenamento de dados local e transmissão dos dados em tempo real para uma plataforma de monitoramento online, como o **ThingSpeak**.

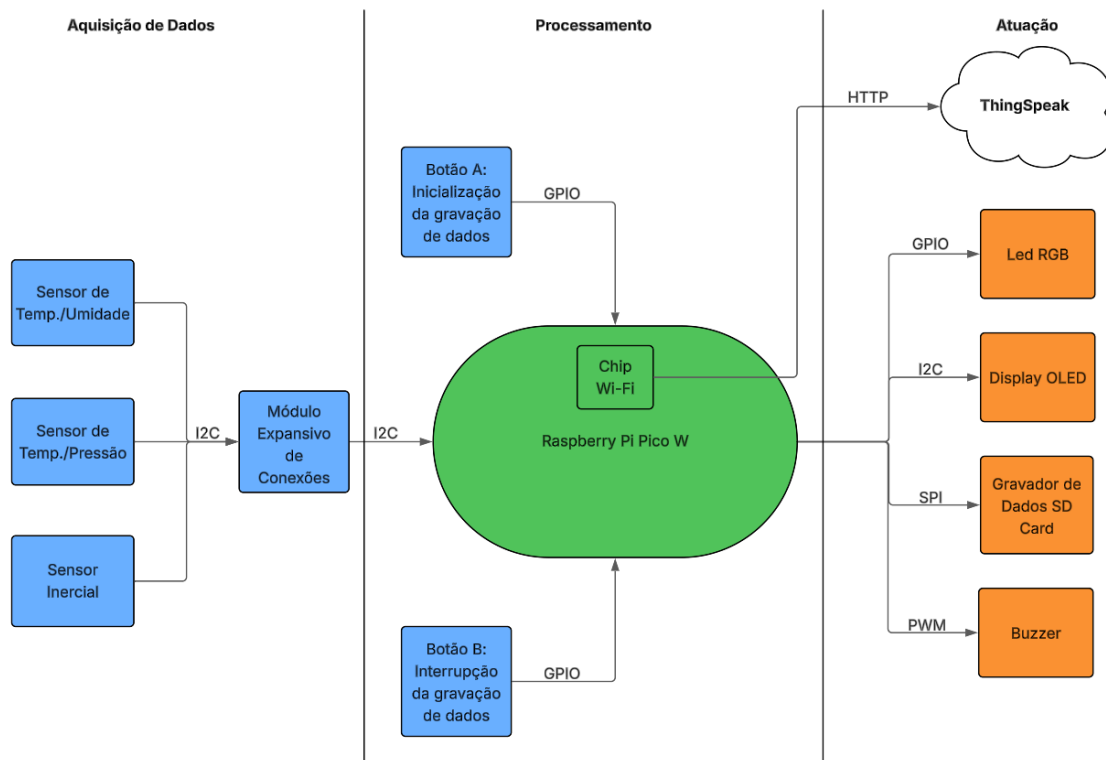
Além disso, os seguintes periféricos externos/integrados na placa são os que estão sendo utilizados neste sistema:

- Sensor de temperatura e umidade AHT10.
- Sensor de temperatura e pressão BMP280.
- Acelerômetro/Giroscópio MPU6050.
- Periférico de armazenamento de dados SD Card.
- Módulo de extensão de conexões para os sensores utilizados (inserido neste documento).
- Display OLED.
- Led RGB.
- Buzzer.
- Botões (Push Buttons).
- Chip Wi-Fi (CYW43439).

O objetivo é assegurar a rastreabilidade e a integridade das vacinas, registrando dados para posterior auditoria e emitindo alertas visuais/sonoros quando condições fora dos limites pré-definidos forem detectadas.

## 2. Arquitetura do Sistema

### 2.1 Diagrama de Blocos



**Imagem 1:** Diagrama de Blocos Funcionais.

O seguinte diagrama de blocos acima está dividido em 3 camadas de processos: Aquisição de Dados; Processamento e Atuação.

Na primeira camada é feita a coleta de dados do ambiente (veículo de transporte das vacinas) de forma periódica a partir dos sensores de temperatura, umidade e pressão (AHT10 e BMP280), além do sensor inercial (MPU6050) utilizado para avaliar a aceleração sofrida pelas vacinas durante o percurso.

Quanto à camada de processamento, os botões (push buttons) A e B são responsáveis pela inicialização/parada do processo de gravação local dos dados levantados pelos sensores presentes na camada anterior. Além disso, é nesta camada onde as informações coletadas são devidamente processadas pelo microcontrolador para gerar, como saída, sinais de atuação que são encaminhados para os dispositivos alocados na camada seguinte, além dos dados resultantes deste processamento serem repassados, via Wi-Fi (protocolo HTTP), para uma plataforma IoT (ThingSpeak) que permite a plotagem dessas informações no formato de gráficos/dashboards em tempo real.

Por fim, quanto à camada de atuação, estão evidenciados os seguintes dispositivos de saída: Led RGB; Display OLED; Gravador de dados SD Card e o Buzzer. Cada um destes periféricos possui uma finalidade específica cuja qual é executada a partir dos sinais resultantes do processamento feito pelo microcontrolador utilizado (Raspberry Pi Pico W):

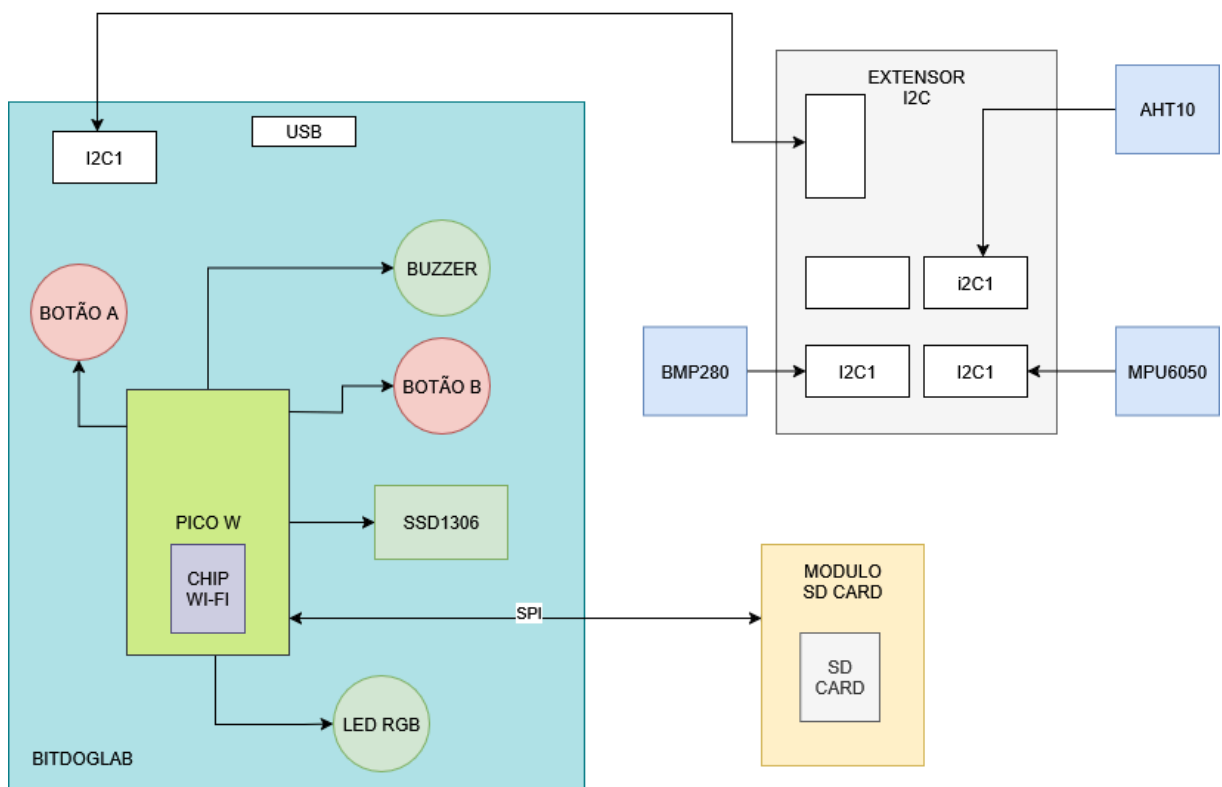
- O **Led RGB** é responsável por repassar um feedback visual quanto às condições internas do veículo de transporte de vacinas onde o led verde é utilizado para indicar que todas às circunstâncias ambientais estão de acordo com o esperado; Já o led amarelo indica que uma das grandezas monitoradas pelos sensores está começando a ficar próximo do limite máximo aceitável definido no software para a temperatura, umidade, pressão ou aceleração e; Quanto ao led vermelho, este é utilizado para indicar que uma dessas condições atingiu um valor crítico e, conseqüentemente, excedeu a condição de preservação das vacinas.
- O **Display OLED** é responsável por exibir, de forma periódica, os dados de temperatura, umidade e pressão coletados pelos sensores.
- O **Gravador de dados SD Card** é o responsável por realizar a gravação local dos dados coletados pelos sensores presentes na primeira camada (Aquisição de Dados) em um cartão SD, considerando que a gravação só é iniciada quando pressionado o botão A e, caso seja necessário, é possível parar a gravação através do botão B.
- O **Buzzer** é o responsável por repassar um feedback sonoro no momento em que um dos valores referentes às grandezas de temperatura, umidade, pressão ou aceleração estiver próximo da delimitação máxima especificada no software para a preservação correta e segura das vacinas durante o transporte.

## 2.2 Diagrama de Hardware

O diagrama de hardware do sistema embarcado mostra as principais conexões feitas entre os componentes utilizados. No centro está o microcontrolador, responsável por controlar os dispositivos passivos, receber dados dos sensores, interpretá-los e armazená-los.

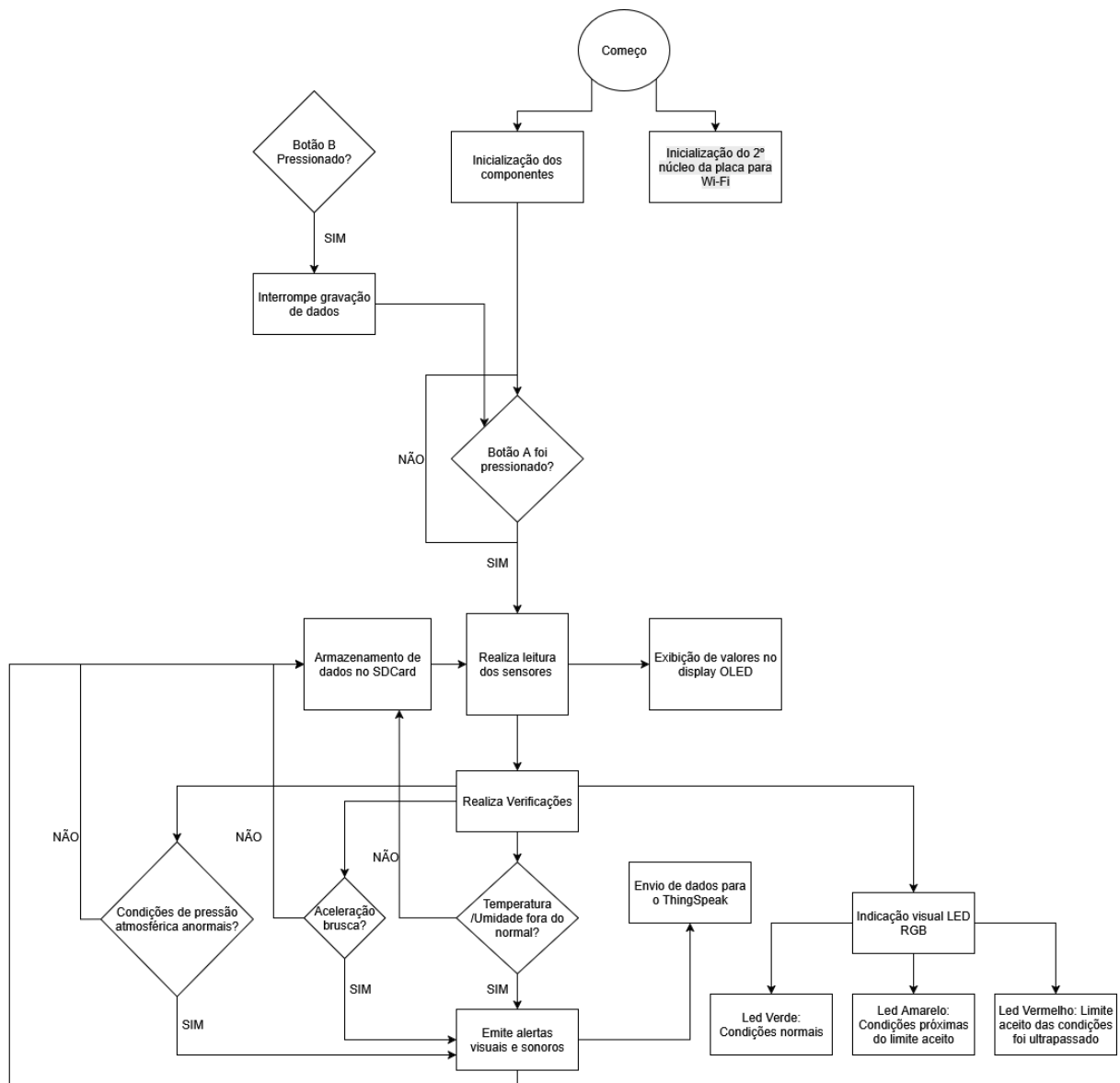
Os sensores de temperatura, umidade, pressão, aceleração e posição enviam dados para o microcontrolador, que armazena temporariamente essas informações na memória e as processa para identificar condições de alerta. Quando necessário, a CPU aciona atuadores como buzzer, led RGB e display OLED para indicar o estado do sistema localmente.

Além disso, uma memória externa (cartão SD) é usada para armazenar logs e histórico, garantindo rastreabilidade. Todos os componentes são alimentados por uma fonte de energia comum, garantindo funcionamento integrado. Quando conectado a uma rede Wi-Fi por meio do módulo, os dados coletados podem ser enviados para um banco de dados.



**Imagem 2:** Diagrama de Hardware.

## 2.3 Fluxograma do Software



**Imagem 3:** Fluxograma de Software.

Ao inicializar a placa (o sistema), são inicializados os componentes e o Wi-Fi no segundo núcleo do Raspberry Pi Pico W. A partir disso, são realizadas leituras periódicas dos sensores em loop assim que o botão A for pressionado. Dessa forma, os dados são armazenados no SDCard, assim como são exibidos no display OLED e enviados para o ThingSpeak (em caso de um dos valores de temperatura, umidade, pressão ou aceleração se aproximar do limite máximo estabelecido). Uma verificação dos dados de temperatura, umidade, pressão atmosférica e movimento é feita e, caso excedam os valores predefinidos, alertas visuais/sonoros são emitidos. Caso o botão B seja pressionado, a gravação de dados é interrompida.