

# Documentação da Infraestrutura IoT

**Projeto:** Sistema IoT para Monitoramento e Otimização de Uso de Defensivos Agrícolas

**Aluno:** Caio Luiz Oliveira

**Curso:** Big Data no Agronegócio

**Data:** 05/11/2025

**Versão:** 1.0

## 1. Introdução

Este documento descreve a infraestrutura tecnológica proposta para o desenvolvimento de um **sistema IoT voltado ao uso eficiente de defensivos agrícolas**.

A solução busca integrar sensores instalados nos bicos dos pulverizadores e sensores climáticos com uma **plataforma em nuvem** para monitoramento, análise e otimização do uso dos insumos.

O objetivo é reduzir desperdícios, melhorar a precisão da aplicação e minimizar impactos ambientais, promovendo sustentabilidade e rastreabilidade no campo.

## 2. Hardware

### 2.1 Dispositivos IoT

Componente	Função
ESP32	Microcontrolador responsável pela leitura e envio de dados via Wi-Fi/LoRa.
Sensor de Fluxo/Pressão	Mede a taxa de aplicação de defensivo por bico e detecta entupimentos.
Sensor de Temperatura e Umidade (DHT22)	Monitora as condições ambientais para pulverização segura.
Sensor de Velocidade e Direção do Vento (Anemômetro)	Detecta vento forte e ajusta a pulverização.
Módulo GPS (u-blox)	Fornece localização georreferenciada da aplicação.

## Painel Solar + Bateria Li-ion

Fornecimento de energia autônoma para operação em campo.

## 2.2 Especificação de Montagem

- Protótipo inicial será montado em bancada para testes de conectividade e sensores.
- Cada módulo IoT representará um pulverizador (ou área do talhão).
- Utilização de **protoboard** para testes e posteriormente encapsulamento em **caixa IP65**.
- Sensores conectados às portas analógicas e digitais do **ESP32**.
- Os dados serão transmitidos via **Wi-Fi** (ou LoRa em áreas rurais).
- Fonte de energia independente (painel solar + bateria).

## 3. Software

### 3.1 Linguagens de Programação

Linguagem	Finalidade
<b>C++ (Arduino)</b>	Programação embarcada do ESP32 e integração dos sensores.
<b>Python</b>	Processamento de dados e API para o backend (em versões futuras).
<b>JavaScript (React.js)</b>	Desenvolvimento do dashboard web.
<b>HTML + CSS</b>	Estrutura e estilização da interface web.

### 3.2 Plataformas e IDEs

- **Arduino IDE:** Programação e upload do código no ESP32.
- **Visual Studio Code:** Desenvolvimento do dashboard web.
- **Node-RED (opcional):** Testes de comunicação MQTT e integração inicial.
- **Firebase:** Armazenamento de dados e autenticação de usuários.
- **Grafana / Power BI:** Visualização avançada dos dados e relatórios.

### 3.3 Protocolos de Comunicação

Protocolo	Uso Previsto
MQTT	Comunicação leve e em tempo real entre os sensores e o servidor.
HTTP/HTTPS	Envio alternativo de dados para a nuvem (quando MQTT não disponível).
WebSockets	Atualização dinâmica no dashboard em tempo real.

## 4. Conectividade

### 4.1 Tipo de Conexão

- **Wi-Fi:** Conexão principal entre os módulos ESP32 e o servidor em nuvem.
- **LoRa (futuro):** Alternativa de longo alcance em áreas rurais sem cobertura Wi-Fi.
- **LTE-M (opcional):** Para conectividade via chip de dados móvel.

### 4.2 Configuração da Rede

- Rede local criada por roteador rural ou ponto de acesso móvel.
- Atribuição de IP automático via DHCP.
- Cada módulo IoT será identificado por um **ID único (ID do pulverizador ou talhão)**.
- O servidor MQTT fará o gerenciamento e autenticação das conexões.

## 5. Armazenamento e Processamento de Dados

- No **protótipo (MVP)**: dados processados localmente e enviados diretamente ao dashboard.
- Na **versão completa**:
  - Armazenamento em banco de dados **Firebase / MySQL / Firestore**.
  - Armazenamento histórico para análises futuras e relatórios de rastreabilidade.

- Processamento e limpeza dos dados via **Python (API)** e **Node.js (backend)**.
- Visualização em painéis de **Grafana / Power BI**.

## 6. Segurança e Controle de Acesso

- No protótipo: sistema sem autenticação (uso acadêmico).
- Na versão final:
  - **Autenticação por token JWT** para acesso ao dashboard.
  - **Criptografia SSL/TLS** para comunicação segura.
  - **Controle de permissões** por tipo de usuário (técnico, operador, gestor).
  - **Logs de acesso e auditoria** para rastreabilidade.

## 7. Considerações Finais

A infraestrutura proposta atende à necessidade de um **sistema inteligente e sustentável para o uso de defensivos agrícolas**, com foco em precisão e redução de impactos ambientais.

A modularidade dos componentes facilita a expansão do projeto para **campo real**, integrando novos sensores e tecnologias de comunicação.

O sistema IoT proposto contribui diretamente para a **sustentabilidade, segurança e eficiência** no agronegócio brasileiro, alinhando-se às demandas modernas de rastreabilidade e ESG.