# Documentação da Infraestrutura IoT

**Projeto: Mini Estufa Automatizada  
Equipe: Gustavo Burjaili Barcelos  
Data: 16/09/2025  
Versão: 1.0**

## Introdução

Este documento apresenta a arquitetura e os componentes da infraestrutura IoT desenvolvida para uma estufa automatizada de pequeno porte, voltada ao cultivo de microverdes em ambientes internos. O sistema visa proporcionar controle preciso de variáveis ambientais, como temperatura, umidade e iluminação, por meio de sensores e atuadores conectados a uma rede inteligente.

## 2. Hardware

### 2.1 Dispositivos IoT

### Sensor de umidade do solo (capacitivo): Monitoramento contínuo da umidade para controle da irrigação.

### Sensor de temperatura e umidade (DHT22): Coleta de dados ambientais internos.

### Módulo Wi-Fi (ESP32): Microcontrolador com conectividade integrada para processamento local e comunicação.

### Relé de estado sólido: Controle de dispositivos como lâmpadas LED e ventiladores.

### Bomba peristáltica: Irrigação automatizada com precisão milimétrica.

### 2.2 Especificação de Montagem

### Placa base: ESP32 com GPIOs dedicados para cada sensor e atuador.

### Fonte de alimentação: 5V/2A com proteção contra sobrecarga.

### Estrutura modular: Facilita manutenção, expansão e substituição de componentes.

## 3. Software

### **3.1 Linguagens de Programação**

* **C++:** Utilizado no desenvolvimento do firmware embarcado via Arduino Framework.
* **Python:** Aplicado no backend para análise de dados e integração com dashboards.

### **3.2 Plataformas e IDEs**

* **Arduino IDE:** Programação e upload de firmware.
* **VS Code com PlatformIO:** Ambiente avançado para desenvolvimento e testes.
* **Node-RED:** Interface visual para lógica de automação e integração com serviços externos.

### **3.3 Protocolos de Comunicação**

* **MQTT:** Comunicação leve e eficiente entre dispositivos.
* **HTTP/REST:** Integração com APIs e dashboards externos.
* **OTA (Over-the-Air):** Atualização remota do firmware sem necessidade de acesso físico.

## 4. Conectividade

### **4.1 Tipo de Conexão**

* **Wi-Fi 2.4GHz:** Principal meio de comunicação entre os dispositivos e o servidor local.
* **Bluetooth (modo de configuração):** Alternativa para configuração inicial em ambientes sem Wi-Fi.

### **4.2 Configuração da Rede**

* **IP fixo para o ESP32:** Facilita o roteamento e monitoramento.
* **Broker MQTT local (Mosquitto):** Gerencia a troca de mensagens entre sensores e atuadores.
* **Firewall dedicado:** Regras específicas para portas 1883 (MQTT) e 80 (HTTP).

## **5. Armazenamento e Processamento de Dados**

* **Banco de dados local (SQLite):** Armazena dados históricos de sensores.
* **Processamento em tempo real:** Realizado via Raspberry Pi, com lógica de decisão baseada em thresholds.
* **Exportação para nuvem:** Integração com Google Sheets ou Firebase para backup e visualização remota.

## **6. Segurança e Controle de Acesso**

* **Autenticação via token JWT:** Garante acesso seguro ao sistema.
* **Criptografia TLS:** Protege a comunicação entre dispositivos e servidores.
* **Controle de acesso por níveis:** Diferencia permissões entre administradores, usuários e visitantes.

## **7. Considerações Finais**

A infraestrutura IoT proposta oferece uma solução robusta, escalável e de fácil implementação para o cultivo automatizado de microverdes em ambientes urbanos. O sistema pode ser expandido com módulos de inteligência artificial para predição de irrigação, análise de crescimento e integração com assistentes virtuais.