

CESAR SCHOOL

ARTHUR FREIRE, GABRIEL RODRIGUES, JOÃO MARCELO

SMART PALAFITA:

Sistema de Monitoramento, Automação e Eficiência Energética com ESP32, MQTT e Web  
Dashboard

Recife

2025

## INTRODUÇÃO

O presente relatório apresenta o desenvolvimento do **Smart Palafita**, um sistema de automação residencial acessível, voltado para residências simples, especialmente em comunidades de baixa renda e áreas com infraestrutura limitada. O projeto integra tecnologias de IoT, comunicação em nuvem, detecção de presença e alertas remotos, com o objetivo de **aumentar a segurança domiciliar e reduzir o desperdício de energia elétrica**.

A motivação do projeto surgiu da necessidade de oferecer soluções inteligentes a um público que, tradicionalmente, não tem acesso aos altos custos de dispositivos comerciais de smart home. Dessa forma, buscou-se implementar um sistema de baixo custo, fácil replicação e alto impacto social, utilizando microcontroladores, sensores, protocolos de comunicação e um dashboard web responsivo.

Os principais objetivos deste trabalho são:

- Desenvolver um sistema de detecção de presença com acionamento automático de alarme sonoro e visual;
- Disponibilizar um painel web para monitoramento remoto em tempo real;
- Realizar comunicação em nuvem usando broker MQTT;
- Permitir controle de iluminação interna (sala e quarto) via interface gráfica;
- Implementar alertas por e-mail em caso de intrusão;
- Criar mecanismo de monitoramento de tempo das luzes acesas, contribuindo para **eficiência energética**.

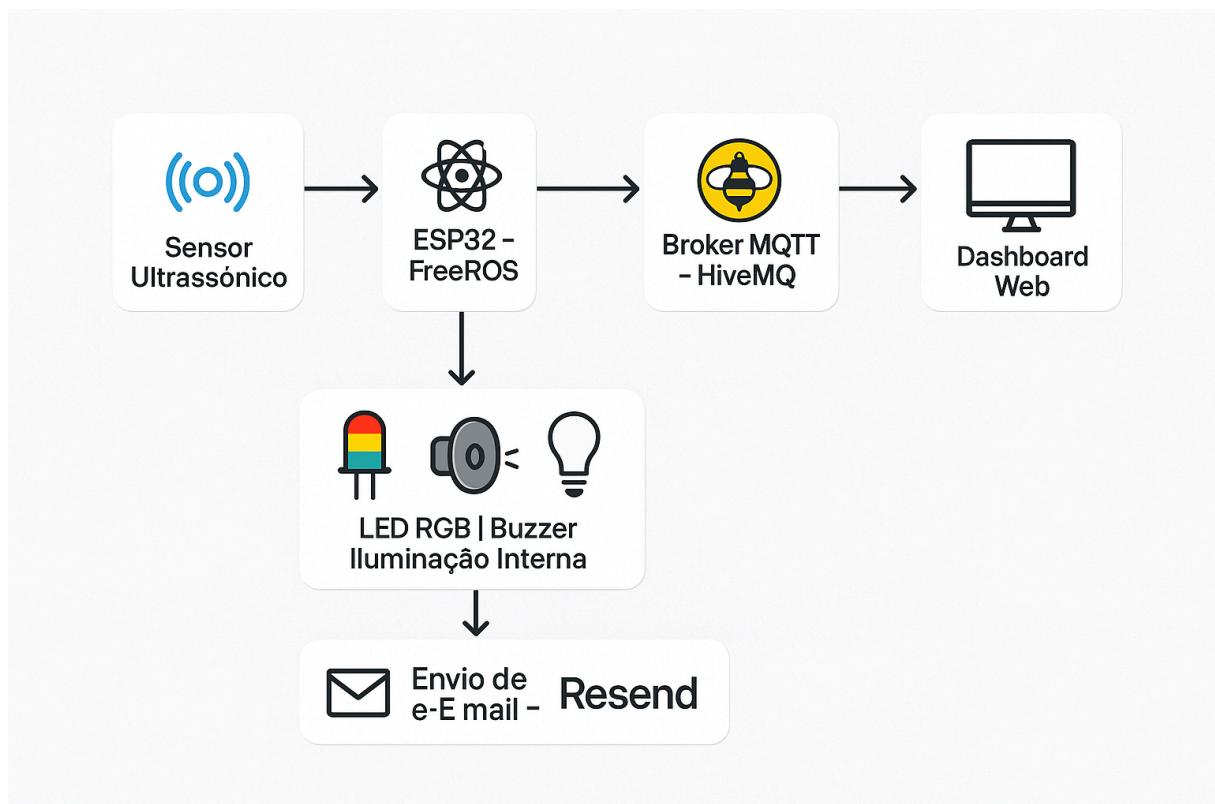
## METODOLOGIA

### 1.1 Arquitetura Geral do Sistema

O Smart Palafita segue uma arquitetura IoT distribuída, formada pelos seguintes elementos:

- **ESP32** como controlador principal (firmware executado com FreeRTOS);
- **Sensor ultrassônico** para detecção de objetos ou pessoas próximas da residência;
- **LED RGB e buzzer** para sinalização local do estado do alarme;
- **Lâmpadas inteligentes (representadas por LEDs RGB)** nos ambientes interno (sala e quarto);
- **Comunicação via Wi-Fi**, integrando o dispositivo ao broker MQTT (HiveMQ Cloud);
- **Dashboard Web** desenvolvido em Next.js para monitoramento e comandos;
- **Serviço de e-mail** (Resend) para envio de alertas e notificações ao usuário.

### 1.2 Diagrama do Sistema



## 1.3 Lista de Hardware

- **ESP32** (modelo ESP-WROOM-32);
- Sensor Ultrassônico **HC-SR04**;
- LED RGB principal (estado do alarme);
- Buzzer PWM;
- Botão físico para acionamento manual;
- LEDs RGB adicionais (representando cômodos);
- Protoboard, jumpers e fonte de alimentação 5V.

## 1.4 Lista de Software

- Firmware em C++/Arduino com FreeRTOS;
- Biblioteca PubSubClient para MQTT;
- Plataforma HiveMQ Cloud como broker;
- Dashboard em Next.js + TailwindCSS;
- API de alertas usando Resend;
- Pacotes adicionais: WiFi.h, WiFiClientSecure.h, ledc PWM driver.

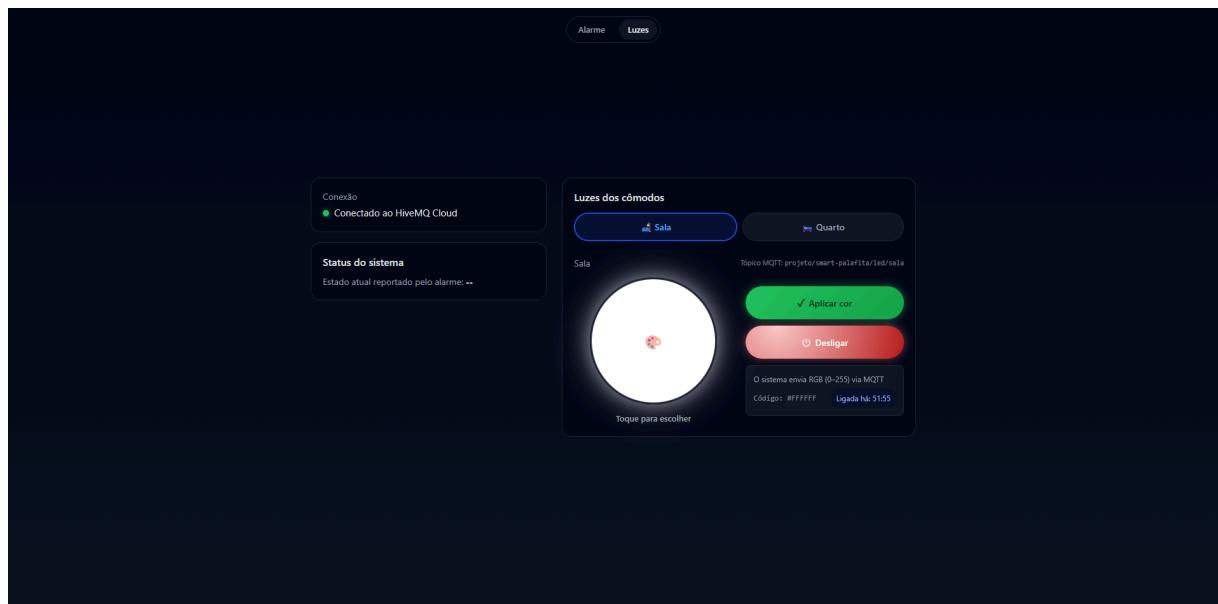
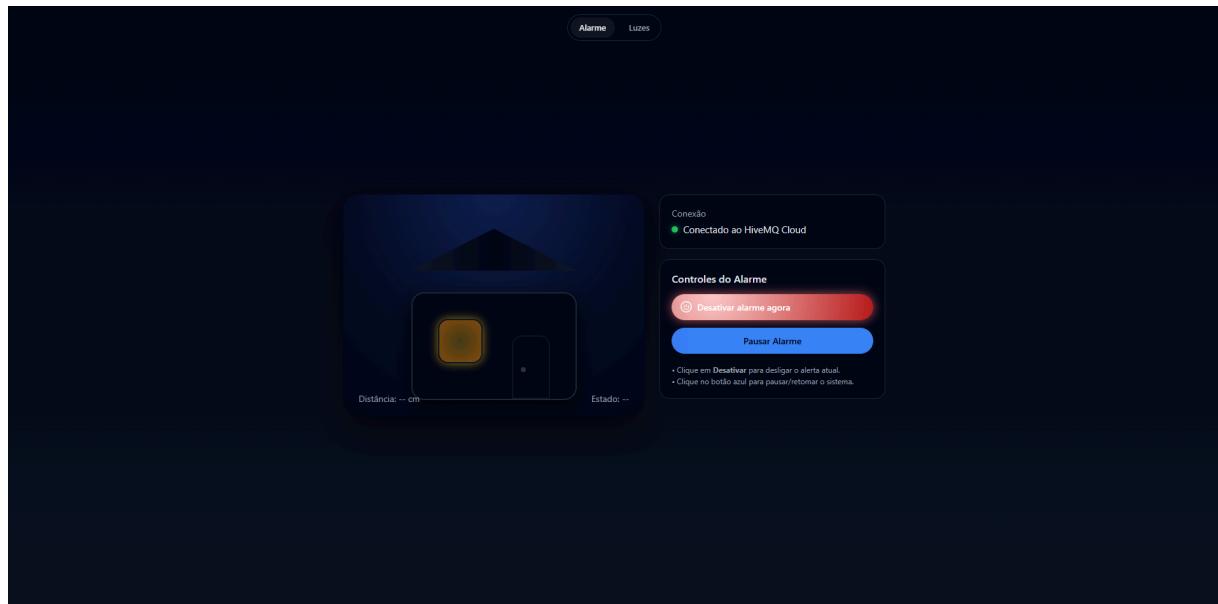
## 1.5 Fluxo de Comunicação MQTT + Wi-Fi

O fluxo de dados segue os seguintes passos:

1. O **ESP32** conecta-se à rede Wi-Fi e estabelece sessão segura com o **broker MQTT**;
2. O sensor ultrassônico realiza leituras periódicas e publica no tópico:
  - projeto/smart-palafita/sensor/medida;
3. O estado atual do sistema é publicado em:
  - projeto/smart-palafita/sensor/estado;
4. O dashboard envia comandos através dos tópicos:
  - projeto/smart-palafita/comandos;
  - projeto/smart-palafita/led/sala;
  - projeto/smart-palafita/led/quarto;
5. Caso o **alarme seja disparado**, o ESP32 envia atualização imediata ao broker e aciona envio de e-mail pelo servidor web;
6. A interface web recebe os dados publicados e atualiza o painel instantaneamente.

## RESULTADOS

### 1.1 Prints do Dashboard



The screenshot shows the HiveMQ Cloud Web Client interface. On the left, there's a sidebar with 'ORGANIZATIONS' (CESAR), 'CLUSTERS OVERVIEW' (+), and a selected cluster named 'Free #1'. The main content area has tabs for 'Overview', 'Access Management', 'Web Client' (which is active), and 'Getting Started'. The 'Web Client' tab contains sections for 'Connection Settings' (with fields for Username: admin and Password: .....), 'Topic Subscriptions' (with a table for adding topics like 'projeto/smart-palafita/sensor/estado' with QoS 0), and 'Send Message' (with a note about being subscribed to correct topics). To the right, a large panel displays a log of messages from topic 'projeto/smart-palafita/sensor/estado':

Message ID	Topic	QoS	Content
251	Topic: projeto/smart-palafita/sensor/estado	QoS: 0	ALERTA
252	Topic: projeto/smart-palafita/sensor/estado	QoS: 0	ALERTA
253	Topic: projeto/smart-palafita/sensor/estado	QoS: 0	ALERTA
254	Topic: projeto/smart-palafita/sensor/medida	QoS: 0	41.0
255	Topic: projeto/smart-palafita/sensor/estado	QoS: 0	ALERTA
256	Topic: projeto/smart-palafita/sensor/estado	QoS: 0	OK
257	Topic: projeto/smart-palafita/sensor/estado	QoS: 0	OK
258	Topic: projeto/smart-palafita/sensor/medida	QoS: 0	129.0
259	Topic: projeto/smart-palafita/sensor/medida	QoS: 0	0.1
260	Topic: projeto/smart-palafita/sensor/estado	QoS: 0	PAUSADO
261	Topic: projeto/smart-palafita/sensor/medida	QoS: 0	NA
262	Topic: projeto/smart-palafita/sensor/medida	QoS: 0	...

**Evidência de Funcionamento:** [https://youtube.com/shorts/B\\_cLTMwnSl8?feature=share](https://youtube.com/shorts/B_cLTMwnSl8?feature=share)

## **CONCLUSÃO**

A implementação do **Smart Palafita** permitiu validar a proposta de um sistema de automação residencial acessível, combinando tecnologia, segurança e eficiência energética. Entre os principais desafios enfrentados, destacam-se:

Ajustes de sincronização entre tarefas utilizando **FreeRTOS**;

Estabilidade da comunicação **MQTT** em ambiente real;

Criação de um **dashboard intuitivo e responsivo**;

Integração entre **firmware, backend e serviço de e-mail**.

Domínio de multitarefas em microcontroladores;

Integração com serviços externos (**MQTT, Resend**);

Aplicação de conceitos de IoT e arquitetura distribuída;

Desenvolvimento de sistemas com impacto social real.

Monitoramento automático do tempo em que luzes permanecem acesas;

Inclusão de sensores adicionais (**futuro**, ex: fumaça, gás, inundação, temperatura);

Dessa forma, conclui-se que o Smart Palafita **alcança seus objetivos**, oferecendo segurança acessível e economia de energia, podendo ser replicado em diferentes comunidades e contextos sociais.