

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**.

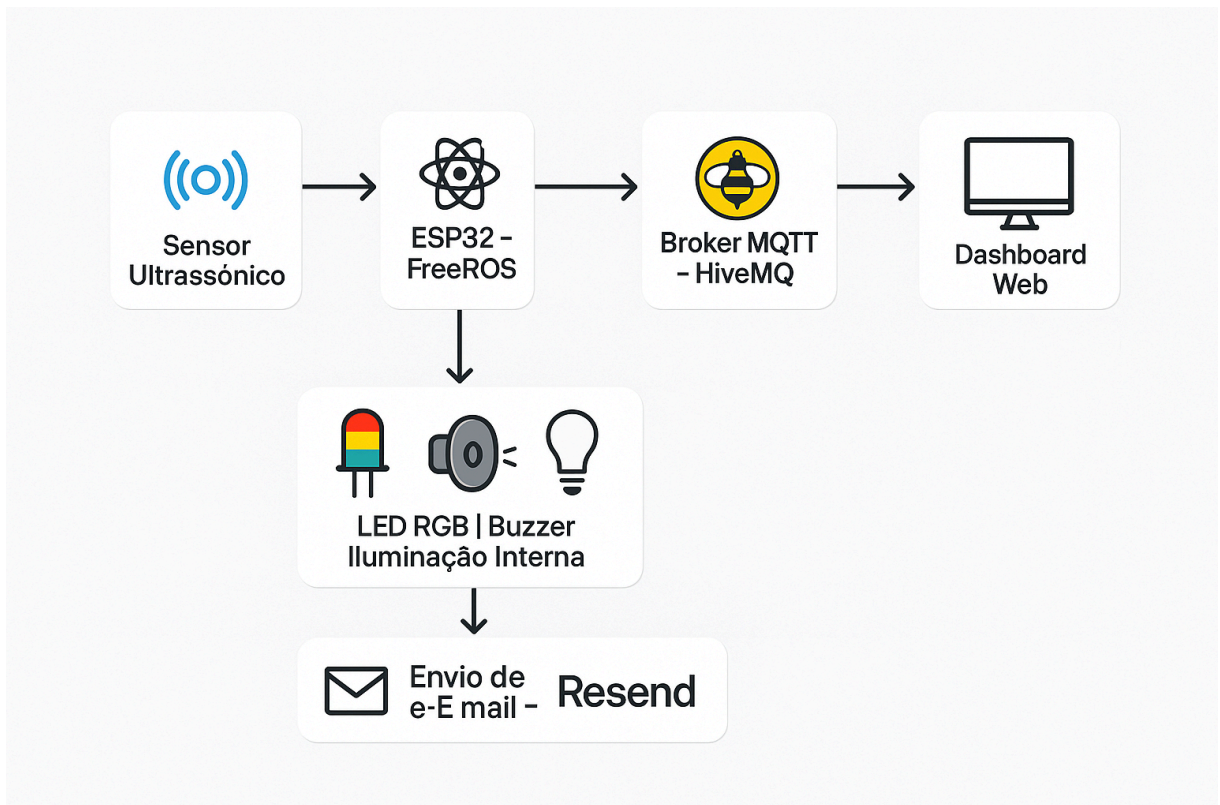
METODOLOGIA

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.

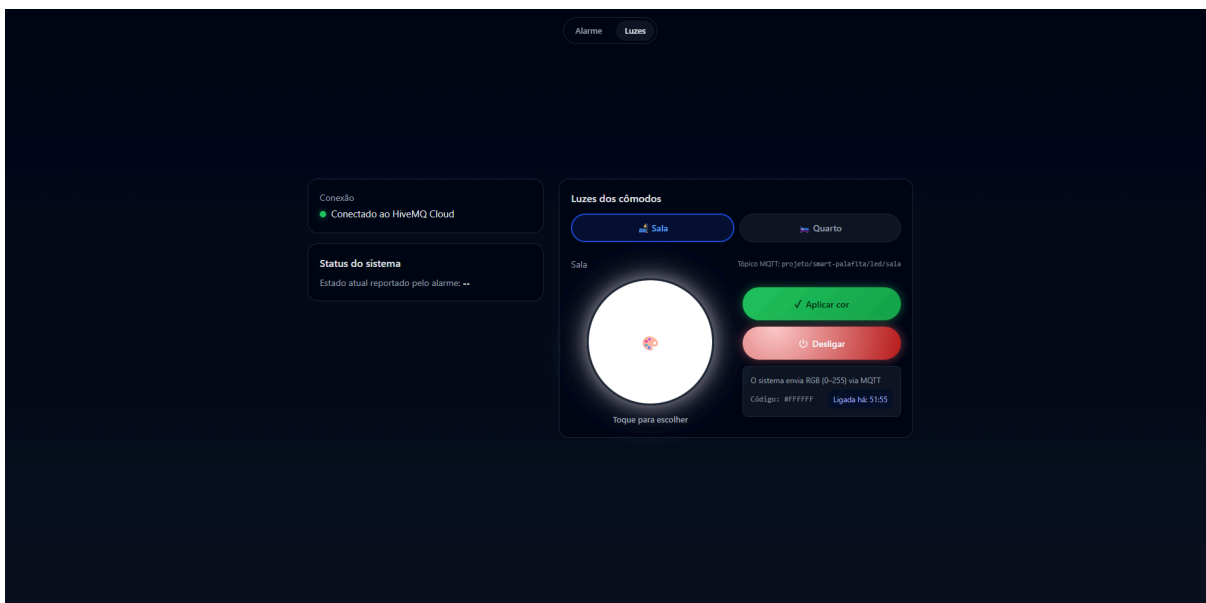
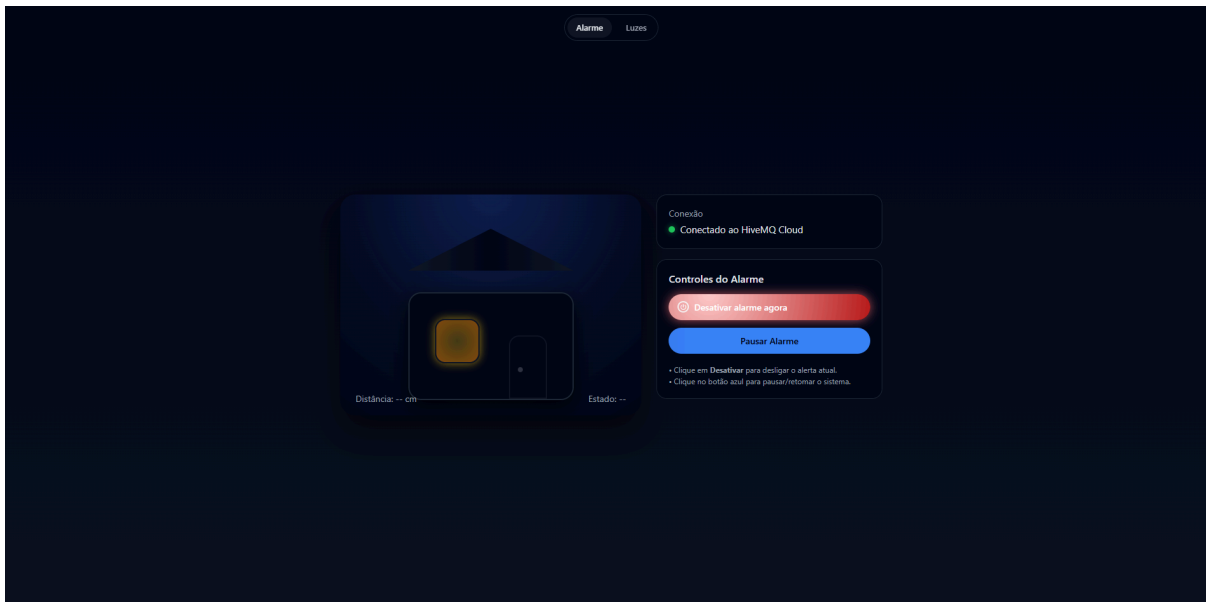
1.5 Fluxo de Comunicação MQTT + Wi-Fi

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



HiveMQ Cloud

Search in documentation

Ctrl K

ORGANIZATIONS

CESAR

CLUSTERS OVERVIEW

+

Free #1

Free #1

OverviewAccess ManagementWeb ClientGetting Started

Connection Settings

Connect to your HiveMQ Cloud Cluster with your credentials. Or, connect instantly with autogenerated credentials.

Username

admin

Password

Disconnect

Topic Subscriptions

1

Unsubscribe from all topics

Subscribe to topics to receive messages from the HiveMQ cluster. You can also set the Quality of Service (QoS) for each topic. The higher the QoS, the more reliable the message delivery is. You can always subscribe to the wildcard to receive all messages. Please note that the messages from internal probe topics are not displayed here.

Topic	QoS	Actions
<div> #</div>	<div>QoS: 0</div>	<div></div>
<div><input type="text" value="#"/></div>	<div>Subscribe</div>	

Send Message

324

If you cannot see any messages, make sure you are subscribed to the correct topics. You can always subscribe to the wildcard to receive all messages.

Message

251

Topic: projeto/smart-palarita/sensor/estado

QoS: 0

ALERTA

252

Topic: projeto/smart-palarita/sensor/estado

QoS: 0

ALERTA

253

Topic: projeto/smart-palarita/sensor/estado

QoS: 0

ALERTA

254

Topic: projeto/smart-palarita/sensor/medida

QoS: 0

41.0

255

Topic: projeto/smart-palarita/sensor/estado

QoS: 0

ALERTA

256

Topic: projeto/smart-palarita/sensor/estado

QoS: 0

OK

257

Topic: projeto/smart-palarita/sensor/estado

QoS: 0

OK

258

Topic: projeto/smart-palarita/sensor/medida

QoS: 0

129.0

259

Topic: projeto/smart-palarita/sensor/medida

QoS: 0

0.1

260

Topic: projeto/smart-palarita/sensor/estado

QoS: 0

PAUSADO

261

Topic: projeto/smart-palarita/sensor/medida

QoS: 0

NA

262

Topic: projeto/smart-palarita/sensor/medida

QoS: 0

...

Evidência de Funcionamento: 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.