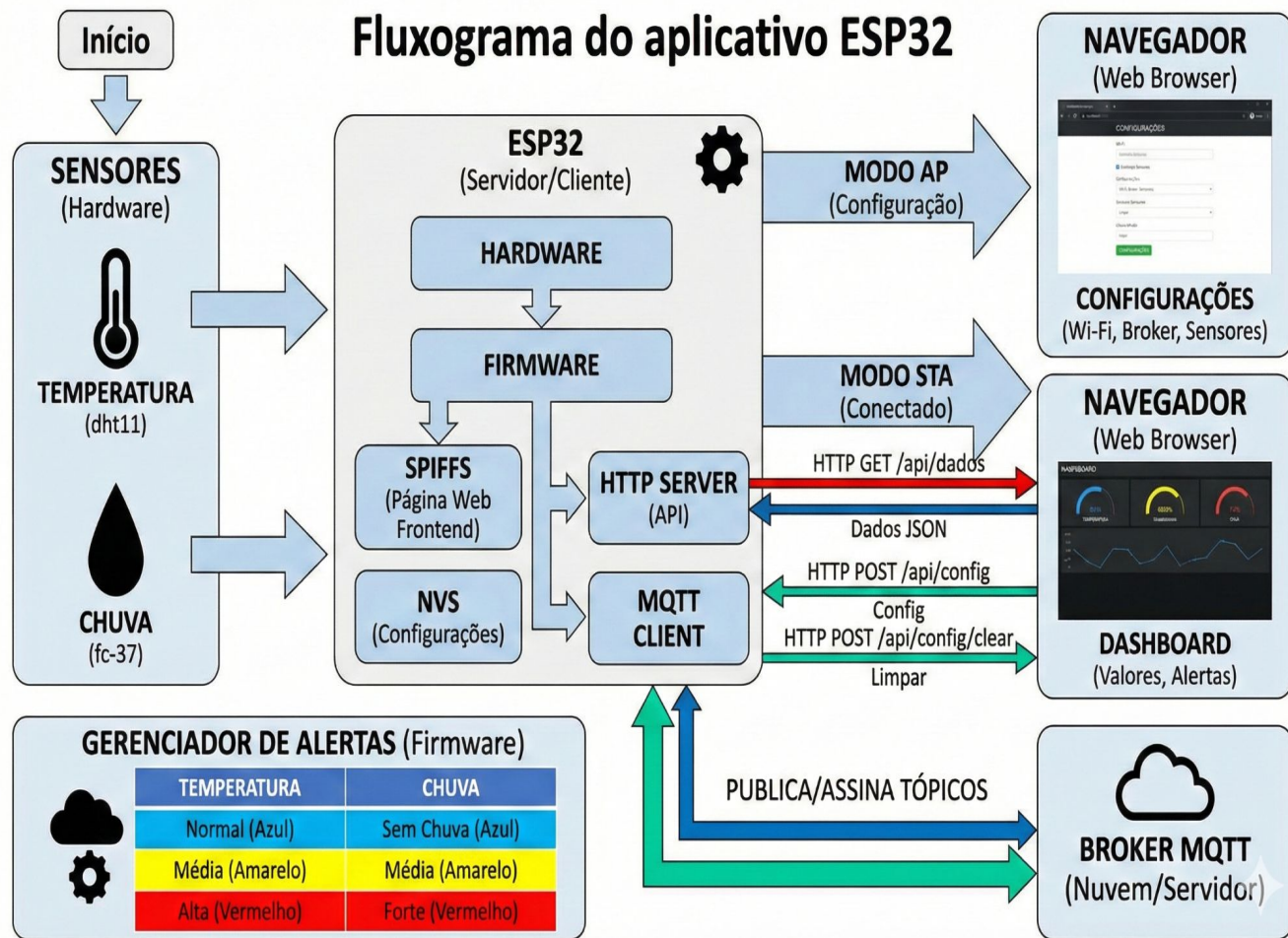


Estação Meteorológica Inteligente com Alerta Remoto baseada em ESP32 e MQTT

- Instituição: UFSC–Araranguá
- Disciplina: Redes Sem Fio
- Professor: Jayor Nesi Teixeira
- Autores: Abraão, João e Marcolino.
- Localização: Araranguá
- Data: 05/12/2025.

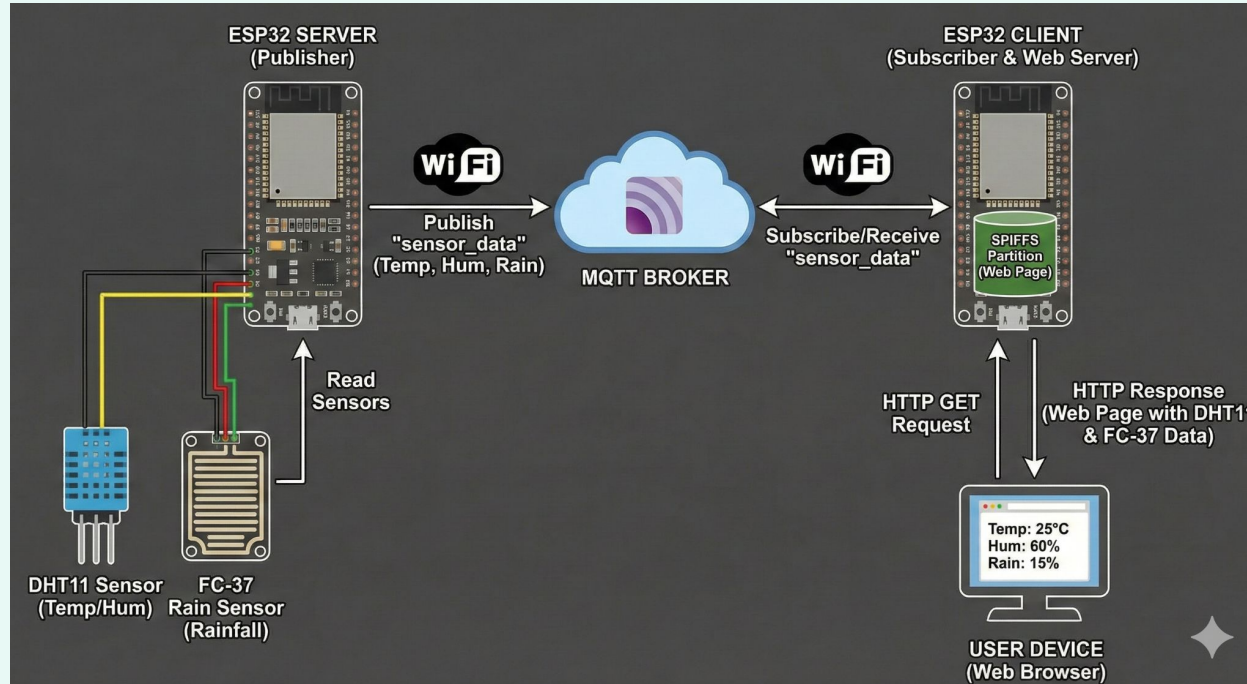


Introdução



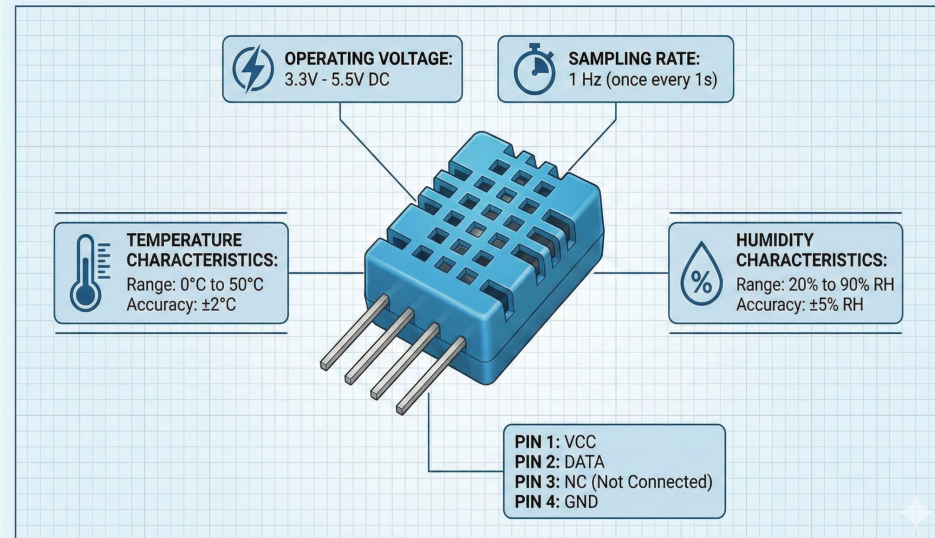
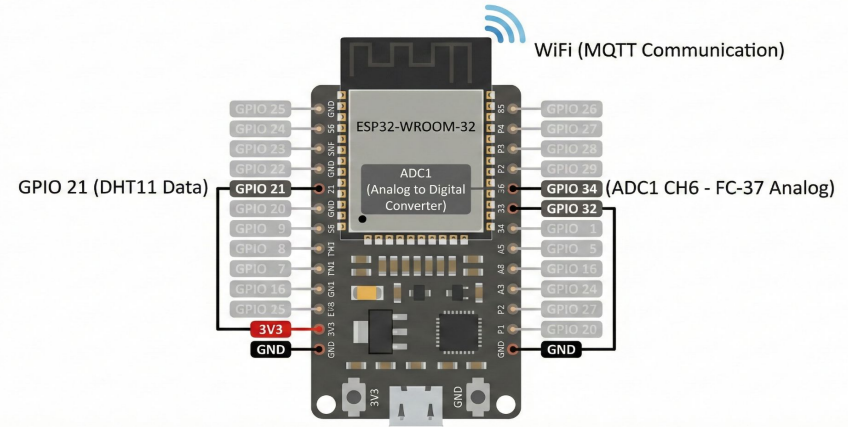
- Este projeto atende à necessidade de monitoramento ambiental inteligente e de baixo custo.
- Utiliza microcontroladores ESP32 e protocolo MQTT para transmissão eficiente de dados.
- Motivação: Dados meteorológicos acessíveis e em tempo real para várias aplicações (agricultura, pesquisa, educação).
- Contexto: Integração dos princípios da IoT e das tecnologias de comunicação sem fio em um projeto prático e prático.

Funcionamento e componentes

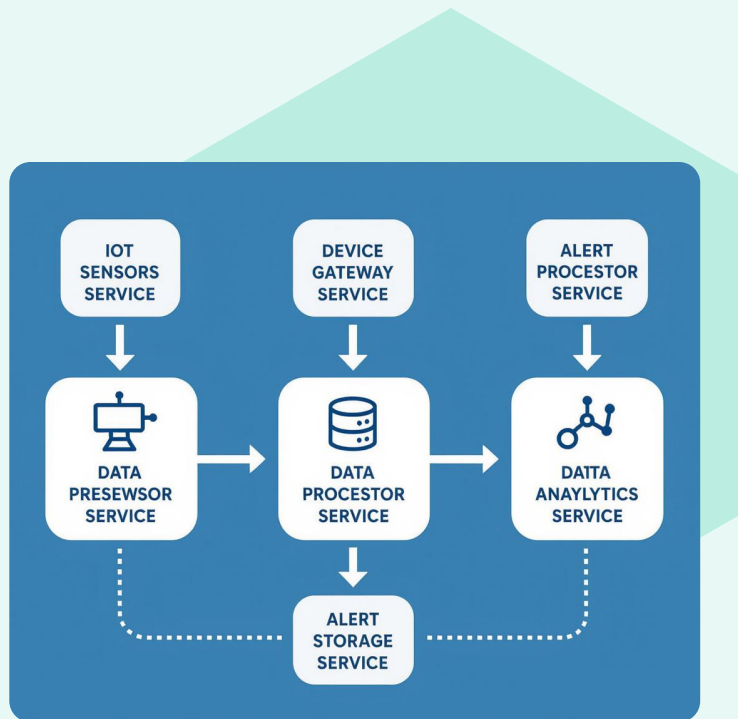


- Um sistema distribuído de monitoramento climático que utiliza microcontroladores ESP32 como nós sensores.
- Nós sensores coletam dados ambientais e os transmitem sem fio para um nó receptor.
- Arquitetura de Comunicação: Utiliza Wi-Fi para conectividade de rede e MQTT para troca de dados.
- Corretor MQTT: O corretor centralizado de mensagens facilita a comunicação entre nós (modelo publicar-assinar).
- Os dados do sensor são codificados em formato JSON para transmissão eficiente e estruturada.

ESP32 Project Pinout & Features (DHT11 + FC-37 + MQTT)

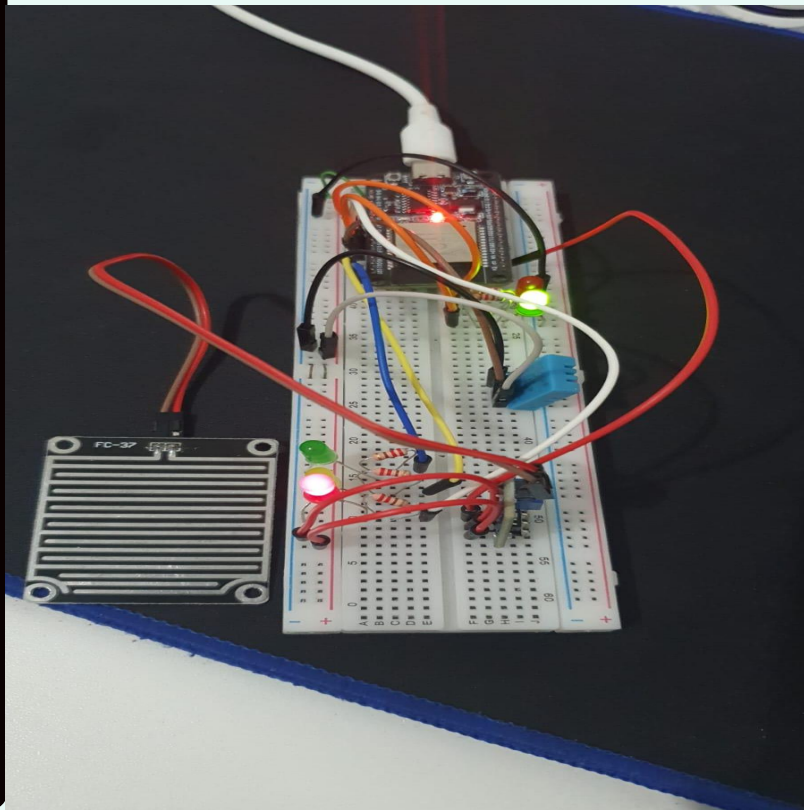


Software e Desenvolvimento



- Ambiente de Desenvolvimento: IDE Arduino com o add-on ESP32 ou ESP-IDF.
- Linguagem de Programação: C++, JavaScript..
- Bibliotecas-chave:
 - WiFi.h: Para conectividade Wi-Fi.
 - PubSubClient.h: Para comunicação MQTT.
 - DHT.h/Adafruit_BMP280.h: Para interface de sensores.
 - ArduinoJson.h: Para análise sintática e geração JSON.
- Organização do Código: Projeto modular com funções separadas para leitura de sensores, formatação de dados, comunicação MQTT e atuação.

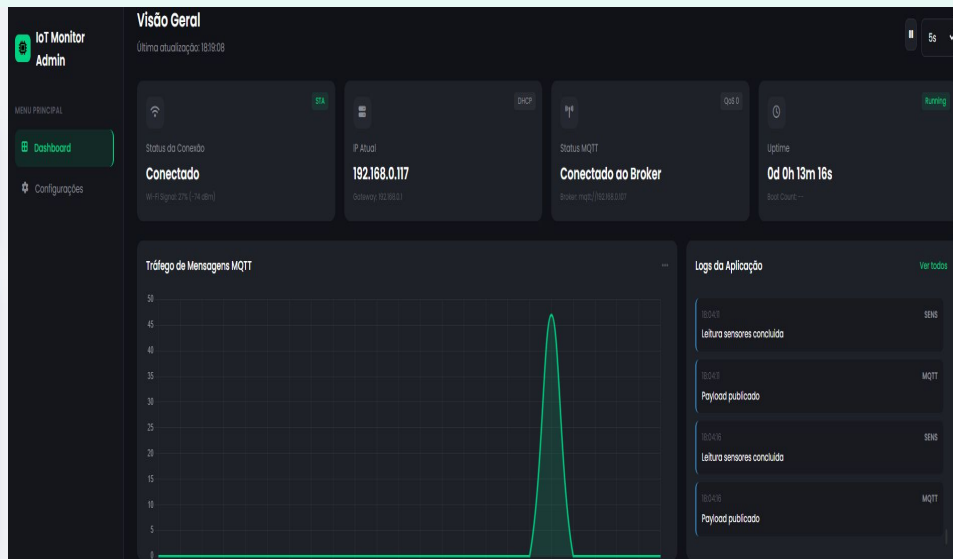
Montagem e Configuração Física



- Montagem em Protoboard: Os componentes são montados em uma protoboard para facilitar a prototipagem e os testes.
- Conexões de Sensores: Sensores são conectados ao ESP32 usando pinos digitais ou analógicos apropriados.
- Conexões dos Atuadores: LEDs e/ou buzzer estão conectados aos pinos GPIO do ESP32.
- Configuração de Rede: O ESP32 está configurado para se conectar a uma rede Wi-Fi com SSID e senha válidos.
- Upload de firmware: O firmware é enviado para o ESP32 usando o IDE Arduino ou ESP-IDF.

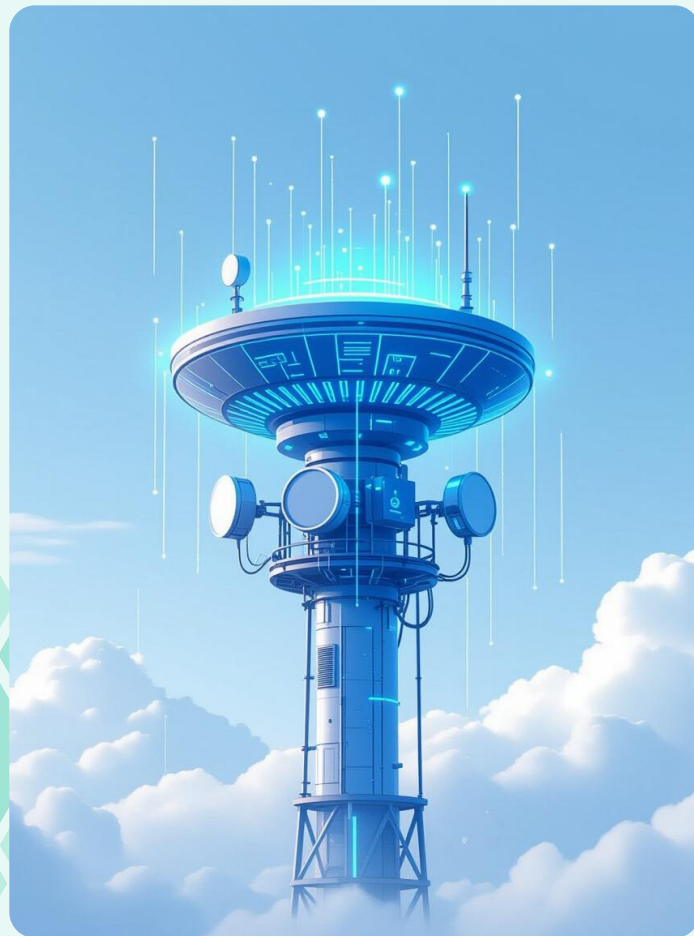
Testes realizados

- Testes de Comunicação: Verificou o sucesso da comunicação MQTT entre os nós do sensor e do receptor.
- Precisão da leitura do sensor: Comparou leituras do sensor com instrumentos calibrados para avaliar a precisão.
- Funcionalidade de Alerta: Testado a ativação de LEDs e campainha sob várias condições de limite.
- Reconexão de rede: Avaliou a capacidade do sistema de se reconectar automaticamente ao corretor MQTT após interrupções na rede.
- Medição de Latência: Medisse o atraso de tempo entre a leitura do sensor e a recepção de dados no nó receptor.
- Consumo de Energia: Mediu o consumo médio de energia dos modos inativo e de suspensão do nó sensor.



Melhorias Futuras

- Armazenamento de Dados no Lado do Servidor: Implemente um banco de dados para armazenar dados históricos dos sensores.
- Painel baseado na web: Desenvolva uma interface web para visualizar dados de sensores e configurar alertas.
- MQTT sobre TLS: Implementar Segurança da Camada de Transporte (TLS) para comunicação segura com MQTT.
- Análise Avançada: Implemente análises de dados para identificar tendências e anomalias nos padrões climáticos.
- Limiares Adaptativos: Implemente ajuste dinâmico de limiares com base em dados históricos e condições ambientais.
- Melhora na carcaça dos sensores: Desenvolva um invólucro resistente às intempéries para proteger os sensores de fatores ambientais.



Conclusão

- O projeto demonstrou com sucesso a viabilidade de uma estação meteorológica inteligente e de baixo custo usando ESP32 e MQTT.
- Todos os objetivos do projeto foram alcançados, incluindo comunicação confiável, integração de sensores, configuração de alertas e robustez da rede.
- O projeto oferece experiência prática valiosa em IoT, redes sem fio e desenvolvimento de sistemas embarcados.
- Oferece uma aplicação prática dos conceitos teóricos aprendidos nos currículos de engenharia da computação.
- Os resultados destacam o potencial do uso de tecnologias IoT para monitoramento ambiental e tomada de decisões baseadas em dados.





Nga ku sakidila