



**FACULDADE DE TECNOLOGIA SENAI GASPAR RICARDO JÚNIOR**

## **Monitoramento Ambiental em Tempo Real com ESP32: Uma Abordagem via IoT**

### **Real-Time Environmental Monitoring with ESP32: An IoT-Based Approach**

**Luis Henrique Sampaio <sup>1</sup>,**

**Ricardo Ferreira da Silva <sup>2</sup>,**

**Vinicius Pires de Souza <sup>3</sup>**

#### **RESUMO**

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de uma estação meteorológica inteligente utilizando o microcontrolador ESP32 e a plataforma IoT ThingsBoard. O objetivo é coletar, processar e visualizar dados ambientais em tempo real, promovendo o uso de tecnologias acessíveis no monitoramento climático. A estação conta com sensores para medir temperatura e pressão atmosférica (sensor BMP280), radiação ultravioleta (sensor GUVA-S12S) e detecção de chuva (sensor FC-37). Os dados são enviados diretamente via Wi-Fi para a plataforma ThingsBoard, sendo exibidos em um dashboard interativo.

O sistema possibilita a análise de variações ambientais e pode ser aplicado em contextos urbanos, agrícolas, educacionais ou científicos. Destacam-se a modularidade e a escalabilidade da solução, permitindo a inclusão de novos sensores e funcionalidades. Durante o desenvolvimento, foram aplicadas boas práticas de prototipagem eletrônica e configuração de redes sem fio.

Os resultados mostram a eficiência do sistema na coleta e visualização dos dados, com baixa latência e boa estabilidade. O projeto demonstra o potencial de plataformas

---

<sup>1</sup>SENAI Gaspar Ricardo Júnior luis.sampaio4@senaisp.edu.br.

<sup>2</sup>SENAI Gaspar Ricardo Júnior ricardo.silva114@senaisp.edu.br.

<sup>3</sup>SENAI Gaspar Ricardo Júnior vinicius.souza162@senaisp.edu.br

de baixo custo e código aberto para impulsionar iniciativas voltadas à sustentabilidade, automação e educação tecnológica, apresentando uma solução prática e replicável para o monitoramento ambiental inteligente.

**Palavras-chave:** Internet das Coisas (IoT); ESP32; Monitoramento ambiental.

### **ABSTRACT**

This work presents the development of an intelligent weather station using the ESP32 microcontroller and the IoT platform ThingsBoard. The main goal is to collect, process, and visualize environmental data in real-time, promoting the use of accessible technologies for climate monitoring. The station includes sensors to measure temperature and atmospheric pressure (BMP280), ultraviolet radiation index (GUVA-S12S), and rain detection (FC-37). Data is transmitted directly via Wi-Fi to the ThingsBoard platform and displayed on an interactive dashboard.

The system enables the analysis of environmental variations and can be applied in urban, agricultural, educational, or scientific contexts. Its modularity and scalability stand out, allowing the addition of new sensors and features. Throughout development, best practices in electronic prototyping and wireless communication setup were followed.

The results show the system's efficiency in data collection and visualization, with low latency and stable connectivity. The project highlights the potential of low-cost, open-source platforms to foster sustainability, automation, and technological education, offering a practical and replicable solution for smart environmental monitoring.

**Keywords:** Internet of Things (IoT); ESP32; Environmental monitoring.

# 1 Introdução

O avanço da Internet das Coisas (IoT) tem possibilitado o desenvolvimento de soluções acessíveis e eficientes para diversas aplicações, incluindo o monitoramento ambiental. Diante das mudanças climáticas e da crescente urbanização, torna-se essencial coletar e analisar dados ambientais em tempo real para apoiar decisões em áreas como agricultura, educação e gestão urbana.

Este trabalho foi desenvolvido na disciplina de Integração IoT do curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas, com o objetivo de implementar uma estação meteorológica baseada no microcontrolador ESP32 e na plataforma ThingsBoard. O sistema utiliza sensores para medir variáveis ambientais e enviar os dados via Wi-Fi para visualização em tempo real.

A proposta busca atender à demanda por soluções de monitoramento climático que sejam de baixo custo, customizáveis e educativas, em contraste com estações comerciais geralmente caras e pouco flexíveis. O artigo apresenta a fundamentação teórica, os materiais e métodos utilizados, os resultados obtidos e as conclusões do projeto.

## 2 Revisão de Literatura

A Internet das Coisas (IoT) é uma tecnologia que permite conectar objetos físicos à internet, com o objetivo de coletar e transmitir dados em tempo real. Segundo Ashton (2009), a IoT torna possível que objetos “falem” entre si e compartilhem informações sem a necessidade de intervenção humana.

O ESP32 é um microcontrolador muito utilizado em projetos de IoT por ser de baixo custo, possuir Wi-Fi e Bluetooth integrados, além de permitir a conexão de vários sensores. De acordo com Huang, Li e Zhao (2019), o ESP32 é uma solução prática e eficiente para aplicações que envolvem monitoramento e automação.

Para visualizar os dados enviados pelos sensores, é comum o uso de plataformas como o ThingsBoard. Essa ferramenta permite criar painéis (dashboards) para mostrar as informações de forma organizada. Como explicam Oliveira e Silva (2021), o uso de plataformas de IoT facilita a análise dos dados e a criação de sistemas inteligentes.

Além do ESP32, o projeto utiliza sensores como o BMP280 (para temperatura e pressão), GUVVA-S12SD (radiação UV) e FC-37 (chuva). Esses sensores são indicados para aplicações ambientais por sua boa precisão e fácil integração com microcontroladores (SENSORTEC, 2015).

Com isso, é possível criar soluções simples, acessíveis e úteis para o monitoramento climático em tempo real.

## **3 Metodologia**

Nesta seção, são descritos os métodos, ferramentas e processos utilizados para o desenvolvimento do sistema de monitoramento ambiental em tempo real com ESP32. O projeto foi dividido em quatro etapas principais: definição de requisitos, montagem do hardware, desenvolvimento do software e visualização dos dados em nuvem.

### **3.1 Definição de Requisitos**

Inicialmente, foram definidos os sensores necessários para a coleta de dados climáticos: sensor BMP280 (temperatura e pressão atmosférica), GUVVA-S12SD (radiação UV) e FC-37 (sensor de chuva). Também foi escolhido o microcontrolador ESP32 por sua conectividade Wi-Fi integrada e compatibilidade com os sensores.

### **3.2 Diagrama do Sistema**

Além do esquema de ligação física dos sensores, também foi desenvolvido um diagrama representando a arquitetura geral do sistema. Este diagrama ajuda a visualizar a integração entre os sensores, o microcontrolador ESP32, a rede Wi-Fi e a plataforma ThingsBoard, destacando o fluxo de dados desde a coleta até a visualização na nuvem.

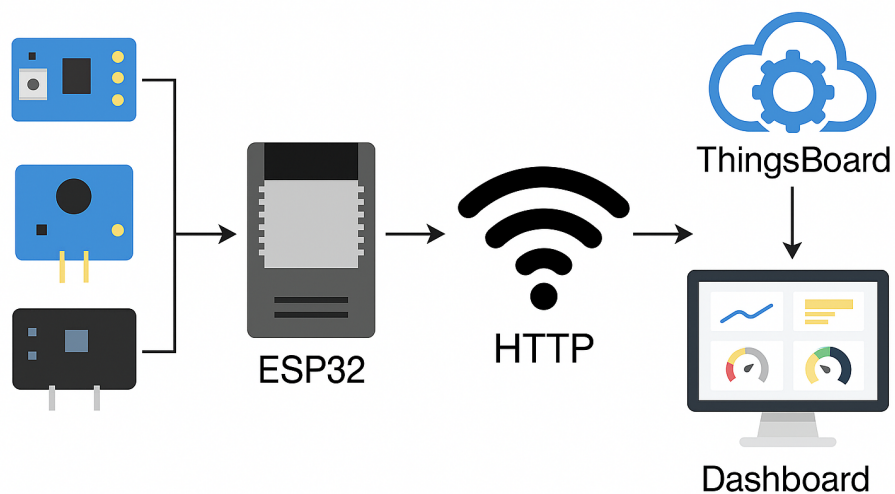


Figura 1: Diagrama da arquitetura do sistema de monitoramento ambiental.

### 3.3 Montagem do Hardware

O circuito foi montado utilizando uma protoboard, conectando os sensores ao ESP32 de acordo com seus respectivos pinos de alimentação e dados. A alimentação foi feita via cabo USB conectado ao computador.

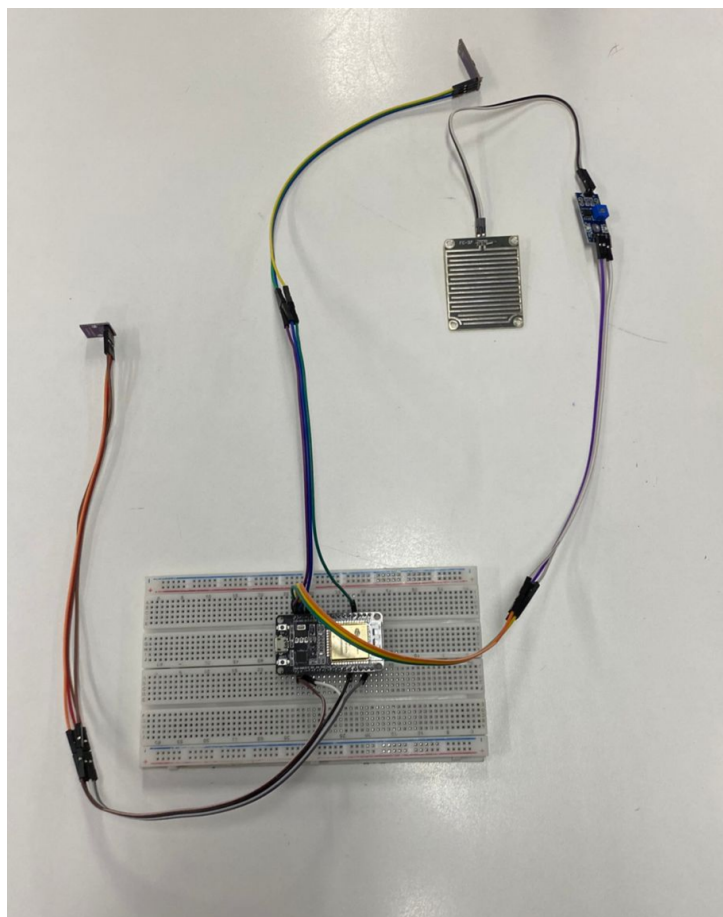


Figura 2: Esquema de ligação dos sensores ao ESP32.

### 3.4 Desenvolvimento do Software

A programação foi realizada na IDE do Arduino, utilizando bibliotecas específicas para cada sensor (como `Adafruit_BMP280.h`) e para a comunicação via Wi-Fi. Os dados coletados foram formatados em JSON e enviados diretamente para o ThingsBoard via conexão HTTP com autenticação por token de dispositivo.

```

estacao.cc
61 void loop() {
62   Serial.println("● Lendo sensores...");
63
64   // Leitura do UV
65   int raw_uv = analogRead(UV_SENSOR_PIN);
66   float voltage_uv = (raw_uv / ADC_RESOLUTION) * V_REF;
67   float uvi = (voltage_uv - 0.99) / -0.09;
68   if (uvi < 0) uvi = 0;
69
70   // Leitura do BMP280
71   float temperatura = bmp.readTemperature();
72   float pressao_abs = bmp.readPressure() / 100.0F;
73
74   // Calcula altitude com base na pressão ao nível do mar de referência
75   float altitude = 44330.0 * (1.0 - pow(pressao_abs / PRESSAO_NIVEL_MAR_REFERENCIA, 1.0 / 5.255));
76
77   // Leitura da chuva
78   int estado_chuva = digitalRead(SENSOR_CHUVA_PIN);
79   String chuva = estado_chuva == LOW ? "Chuva" : "Seco";
80
81   // Monta JSON
82   String payload = "{";
83   payload += "\"uvi\": " + String(uvi, 1) + ",";
84   payload += "\"tensao_uv\": " + String(voltage_uv, 2) + ",";
85   payload += "\"temperatura\": " + String(temperatura, 2) + ",";
86   payload += "\"pressao_abs\": " + String(pressao_abs, 2) + ",";
87   payload += "\"altitude\": " + String(altitude, 2) + ","; // Envia a ALTITUDE
88   payload += "\"chuva\": \"" + chuva + "\"";
89   payload += "}";
90
91   Serial.println("📡 Enviando para ThingsBoard:");
92   Serial.println(payload);
93
94   if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {
95     HTTPClient http;
96     http.begin(tb_host);
97     http.addHeader("Content-Type", "application/json");
98
99     int httpResponseCode = http.POST(payload);
100
101     if (httpResponseCode > 0) {
102       Serial.print("✅ Enviado! Código: ");
103       Serial.println(httpResponseCode);
104     } else {
105       Serial.print("❌ Erro ao enviar. Código: ");
106       Serial.println(httpResponseCode);
107     }
108     http.end();

```

Figura 3: Fluxo geral do funcionamento do software embarcado.

### 3.5 Visualização dos Dados

A plataforma ThingsBoard foi utilizada para criar um painel de controle (dashboard) onde os dados são exibidos em tempo real. A comunicação entre o ESP32 e o ThingsBoard ocorreu via Wi-Fi, utilizando requisições HTTP POST autenticadas.

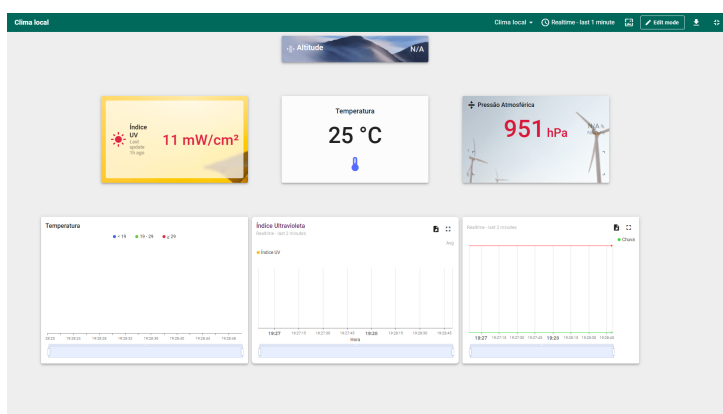


Figura 4: Dashboard com os dados ambientais no ThingsBoard.

## 4 Resultados e Discussões

Durante os testes realizados, foi possível verificar o bom funcionamento do sistema, com a coleta e exibição dos dados em tempo real ocorrendo de forma estável. O dashboard refletiu corretamente as mudanças climáticas simuladas no ambiente de testes, e os sensores demonstraram sensibilidade adequada.

Além disso, o uso de conexão direta via Wi-Fi com a plataforma ThingsBoard reduziu a complexidade do sistema e facilitou a implementação. Isso mostrou-se vantajoso em contextos educacionais ou de prototipagem rápida.

## 5 Conclusão

O desenvolvimento do sistema de monitoramento ambiental com ESP32 e ThingsBoard confirmou a viabilidade de uma solução simples, econômica e funcional para coleta de dados climáticos em tempo real. A comunicação via Wi-Fi foi adotada desde o início do projeto, permitindo a transmissão contínua das leituras dos sensores à plataforma de visualização. A utilização de requisições HTTP, em substituição ao protocolo MQTT, tornou o processo de integração mais direto e estável, atendendo bem aos requisitos do projeto.

Como aprimoramentos futuros, propõe-se a incorporação de novos sensores, o uso de fontes de energia renováveis e a implementação de uma base de dados para armazenar o histórico das medições, possibilitando análises mais aprofundadas ao longo do tempo.

## Agradecimentos

Agradecemos à instituição SENAI Gaspar Ricardo Junior pela infraestrutura disponibilizada durante o desenvolvimento do projeto. Reconhecemos também o apoio do professor e orientador Cainã Antunes que constantemente se fez disponível para compartilhar seus conhecimentos e orientações ao longo do processo. Este trabalho não teria sido possível sem a colaboração de todos os envolvidos.



## Referências

ASHTON, Kevin. That 'Internet of Things' Thing. **RFID Journal**, 2009. Disponível em: <https://www.rfidjournal.com/articles/view?4986>.

HUANG, Yi; LI, Jian; ZHAO, Kun. Design of IoT Node Based on ESP32. In: 2019 IEEE International Conference on Artificial Intelligence and Computer Applications. [S.l.: s.n.], 2019.

OLIVEIRA, Lucas; SILVA, Mariana. Visualização de Dados de Sensores IoT usando ThingsBoard. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada**, v. 10, n. 2, p. 45–53, 2021.

SENSORTEC, Bosch. **BMP280 - Pressure Sensor**. [S.l.: s.n.], 2015. Disponível em: <https://www.bosch-sensortec.com/products/environmental-sensors/pressure-sensors/bmp280/>.