



Universidade Federal de Uberlândia  
Faculdade de Engenharia Elétrica - Campus Patos de Minas  
Engenharia Eletrônica e de Telecomunicações

**DAYANE CRISTINA JESUS MARTINS  
GUSTAVO TEIXEIRA GOMES  
HIAGO HENRIQUE DOS SANTOS**

**MONITORAMENTO DA TEMPERATURA E UMIDADE DO AR DOS  
LABORATÓRIOS DE ELETRÔNICA DA UFU CAMPUS PATOS DE  
MINAS**

Patos de Minas  
2022

**DAYANE CRISTINA JESUS MARTINS  
GUSTAVO TEIXEIRA GOMES  
HIAGO HENRIQUE DOS SANTOS**

**MONITORAMENTO DA TEMPERATURA E UMIDADE DO AR DOS  
LABORATÓRIOS DE ELETRÔNICA DA UFU CAMPUS PATOS DE  
MINAS**

Relatório Parcial apresentado como um dos requisitos de avaliação na disciplina Projeto Interdisciplinar do Curso de Engenharia Eletrônica e Telecomunicações da Universidade Federal de Uberlândia.

Orientador: Júlio César Coelho

---

Assinatura do Orientador

Patos de Minas  
2022

## SUMÁRIO

1 - MONITORAMENTO DA TEMPERATURA E UMIDADE DO AR DOS LABORATÓRIOS DE ELETRÔNICA DA UFU CAMPUS PATOS DE MINAS .....	4
2 - INTRODUÇÃO .....	4
2.1 - OBJETIVOS .....	5
2.1.1 - Objetivos Gerais.....	5
2.1.2 - Objetivos Específicos .....	5
3 - MATERIAIS UTILIZADOS.....	5
3.1 - NodeMcu .....	5
3.2 - SENSORES .....	6
4 - DESENVOLVIMENTO .....	8
4.1 - ESTRUTURA.....	8
4.2 - CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO .....	8
4.3 - COMUNICAÇÃO .....	11
4.4 - ARMAZENAMENTO DOS DADOS.....	11
4.5 - INTERFACE DE USUÁRIO.....	12
5 - RELATO .....	14
6 - CONCLUSÕES.....	15
7 - REFERÊNCIAS .....	15

# 1 - MONITORAMENTO DA TEMPERATURA E UMIDADE DO AR DOS LABORATÓRIOS DE ELETRÔNICA DA UFU CAMPUS PATOS DE MINAS

Monitoramento da temperatura e umidade do ar dos laboratórios de eletrônica da UFU campus Patos de Minas.

## 2 - INTRODUÇÃO

A *Internet of Things* (IoT) ou Internet das Coisas permite a conexão de sensores e atuadores, por meio de uma rede sem fio, com o objetivo de conectar e trocar dados com outros dispositivos e sistemas pela internet. Alguns exemplos de aparelhos que podem ser conectados à IoT são luzes, termostatos, automóveis, televisores, smartphones, geladeiras, câmeras e dentre outros. [3]

No ponto de vista industrial, também conhecido como *Industrial Internet of Things* (IIoT), vários conceitos são reunidos como supervisão, manutenção, sinais de sensores, comunicação *Machine to Machine* (M2M) e automação. Desta forma, em um determinado ambiente industrial, é interessante monitorar a temperatura e umidade do ar dos equipamentos para posteriormente controlar os valores monitorados. Assim, durante o monitoramento é possível alertar de um sobreaquecimento ou de um resfriamento que pode ser devido a algum defeito comum por exemplo em indústrias alimentícias ou de produtos químicos. [4]

Em ambientes de ensino também é interessante monitorar a temperatura e umidade do ar que influencia no conforto dos discentes, docentes, funcionários e demais pessoas no ambiente. O monitoramento do consumo de energia também é interessante por ter muita influência na vida útil dos equipamentos. É interessante ressaltar também que a umidade do ar e a temperatura são as principais fontes para surgimento e proliferação de fungos e bactérias em um ambiente, desta forma é visível a importância do monitoramento de temperatura e umidade para que futuramente possa ser feito o controle da temperatura e da umidade do ar melhorando assim um ambiente de ensino. [1 e 4]

De uma maneira geral, o monitoramento é útil para diversas outras aplicações, como por exemplo o monitoramento dos setores de saúde, alimentação, de computadores, de estufas, de datacenters, de salas de equipamentos, de máquinas elétricas, e para que mantenha o funcionamento da ressonância magnética já que a temperatura e umidade do ar são fatores decisivos. [1] Desta forma o foco deste projeto é a criação de um protótipo que faz o

monitoramento da temperatura e umidade do ar nos laboratórios de Eletrônica da UFU Campus Patos de Minas.

## **2.1 - OBJETIVOS**

### **2.1.1 - Objetivos Gerais**

O objetivo geral deste projeto é de projetar e implementar um protótipo que monitora a temperatura e umidade do ar e enviar as informações para um banco de dados que por sua vez mostrará as informações em um site do Firebase Realtime Database.

### **2.1.2 - Objetivos Específicos**

Para atingir o objetivo geral foi definido alguns objetivos específicos que serviram como metas a serem atingidas que no final resulte no objetivo geral, desta forma eles são listados abaixo:

- Projeto do hardware para a medição de temperatura e umidade do ar;
- Definição dos componentes de hardware do protótipo;
- Medição os dados de temperatura e umidade;
- Criação de códigos para enviar os dados medidos para o banco de dados e para criação da plataforma web;
- Implementação de um banco de dados e uma plataforma web para armazenamento das informações;
- Criação de gráficos para análise da temperatura e umidade do ar.

## **3 - MATERIAIS UTILIZADOS**

Esta seção apresenta quais foram os materiais utilizados para o desenvolvimento do projeto, apresentando uma breve descrição e as especificações dos mesmos.

### **3.1 - NodeMcu**

O NodeMcu trata-se de uma plataforma de desenvolvimento microcontrolada de baixo custo. Ele possui um módulo wifi ESP8266 já integrado que o torna um componente útil para as aplicações relacionadas a IoT. Além disso, ele pode ser programado pela plataforma Arduino.

Figura 3.1: NodeMCU.



As principais características da placa são:

- Processador que pode operar em 80MHz ou 160MHz;
- 4Mb de memória *flash*;
- 64Kb destinado para instruções;
- 96Kb destinado para dados;
- O Wi-Fi da placa é o padrão 802.11b/g/n;
- Opera em modo Access Point, que permite a criação de uma rede própria local para se comunicar com o NodeMcu;
- Possui 11 pinos digitais nomeados de D0 até D8 e SD1 a SD3;
- Possui 1 pino analógico com resolução de 10 bits nomeado de A0;
- Portas de alimentação de 3,3V.

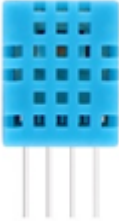

### 3.2 - Sensores

O projeto em questão fará uso de dois tipos de sensores com a finalidade de se monitorar a temperatura e a umidade de laboratórios do quarto andar do prédio. Um dos sensores utilizados é o DHT11, este sensor faz a leitura da temperatura e da umidade em tempo real para obter dados ao passar do tempo de quatro salas diferentes. O outro sensor utilizado é o BME/BMP280, que assim como o anterior, faz a leitura da temperatura, umidade e também da pressão, é o único que coleta este dado já que todas as salas têm condições semelhantes que não resultaria em uma variação na medida.

Em uma comparação entre os sensores, conforme a tabela 3.1, observa-se que o BME/BMP é melhor em termos de parâmetros, porém ele é mais caro, então foi optado por

utilizar quatro DHT11 e um BME, de forma a ter o menor custo e conseguindo fornecer os dados necessários de forma que satisfaz os requisitos do projeto.

Tabela 3.1: Especificações dos sensores

	DHT11	BME/BMP280
Imagem		
Temperatura	0° a 50°C (±2°C)	-40° à 85°C (±1°C)
Umidade relativa	20% a 90% (±5%)	0% à 100% (±3%)
Pressão	---	300 à 1100hPa
Alimentação	3,3V a 5V	1,71V à 3,6V
Tempo de resposta	<5s	~1s

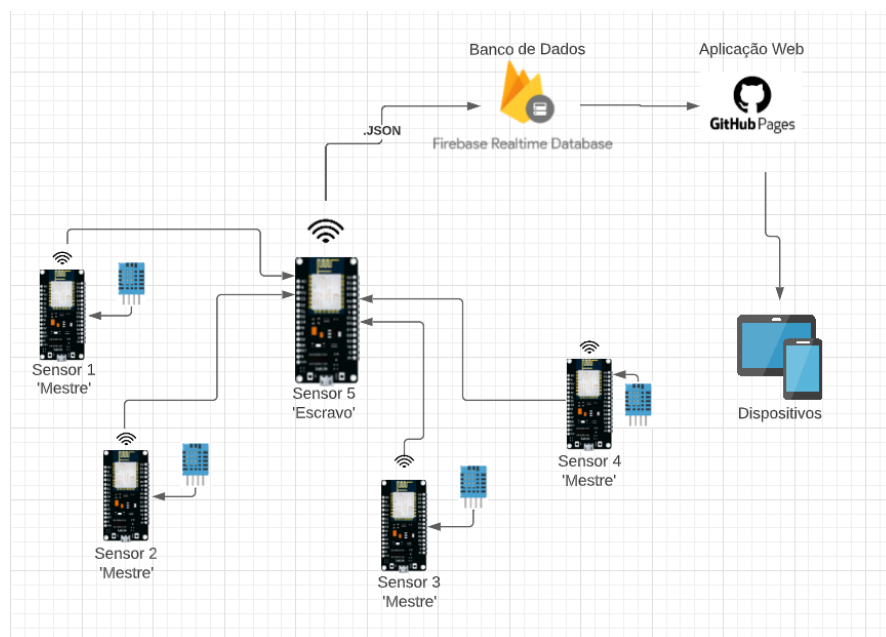
## 4 - DESENVOLVIMENTO

### 4.1 - Estrutura

A estrutura dos sensores para o projeto é composta por 6 placas NodeMCU em conjunto com sensores de umidade, temperatura e pressão. Cada um desses nós do sistema pode ser dividido em nós escravos, que receberão os dados de outros sensores para agrupamento, e nós mestres, que enviarão dados aos outros sensores.

O objetivo com esse tipo de estrutura é a busca por uma maior simplicidade no envio e armazenamento de todos os dados. A estrutura básica é mostrada na Figura 4.1 onde é possível notar a presença de 4 nós nas extremidades fazendo o papel de mestres e um nó central fazendo o papel de escravo. Esse modelo faz com que todos os nós denominados ‘mestres’ enviem os dados de temperatura e umidade para o nó denominado ‘escravo’.

Figura 4.1 - Hierarquia do sistema.



### 4.2 - Construção do protótipo

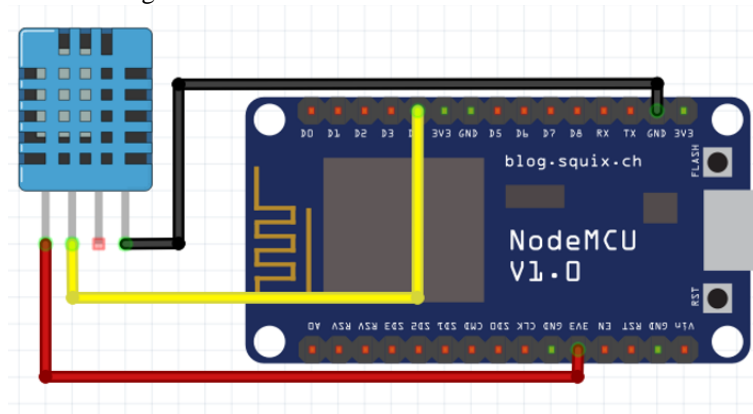
O hardware mínimo proposto para cada um dos nós do sistema é bem simples, trata-se apenas de um sensor de umidade e temperatura DHT11 em conjunto com uma placa para IoT NodeMCU v3 e um sensor BME280 em conjunto com outro NodeMCU para os nós ‘mestres’ e outro NodeMCU para o nó ‘escravo’. O projeto em questão possuirá dois tipos de circuitos, um para cada tipo de sensor utilizado.

O primeiro tipo de circuito utiliza o DHT11, que é um componente que possui quatro entradas mas apenas três são úteis, sendo elas Vcc, GND e Data, o esquema de montagem é



feito conforme a figura 4.2, utilizando o microcontrolador nos pinos D4, 3V, e GND. Para esta etapa serão necessários quatro sensores DHT11 e quatro NodesMcu, de forma a obter quatro protótipos que medem a temperatura e umidade. Estes circuitos estarão posicionados em quatro cômodos diferentes para o monitoramento.

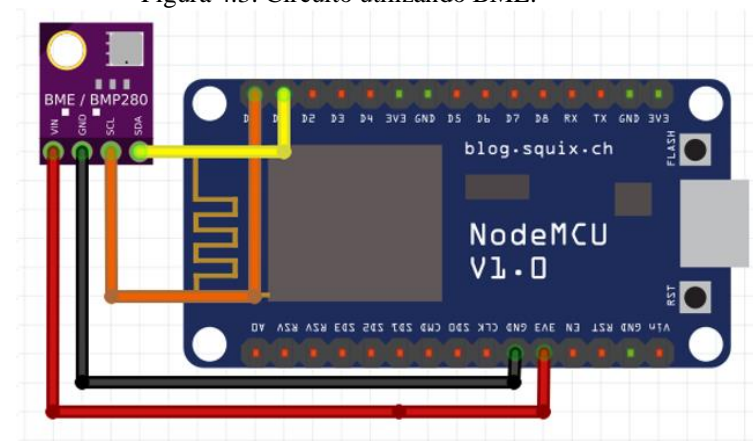
Figura 4.2: Circuito utilizando o DHT11.



O segundo tipo de circuito já é feito com o BME/BMP280, o componente possui também quatro entradas, Vcc, GND, SCL e SDA, as quais estão dispostas no controlador conforme a figura 4.3, utilizando duas entradas digitais, D1 e D2, Vcc e GND. A etapa é formada por um sensor do tipo e um NodeMcu. Para esta etapa será necessário um sensor BME e um NodeMcu, de forma a obter mais um protótipo que mede a temperatura e umidade.

Além disso, temos um nó central que só possui um NodeMcu que vai receber os dados dos outros circuitos e por sua vez enviará para um banco de dados que posteriormente será enviado para uma interface web.

Figura 4.3: Circuito utilizando BME.



Com a montagem dos componentes, viu-se a necessidade de uma proteção adicional dos contatos metálicos e dos próprios sensores. Para isso foi desenvolvido uma caixa para proteção e montagem das placas. A Figura 4.4 e Figura 4.5 mostram um modelo 3D dessas caixas e a Figura 4.6 mostra um modelo impresso e finalizado.

Figura 4.4 - Modelo 3D da case para o sensor DHT11.



Figura 4.5 - Modelo 3D da case para o sensor BME-280.

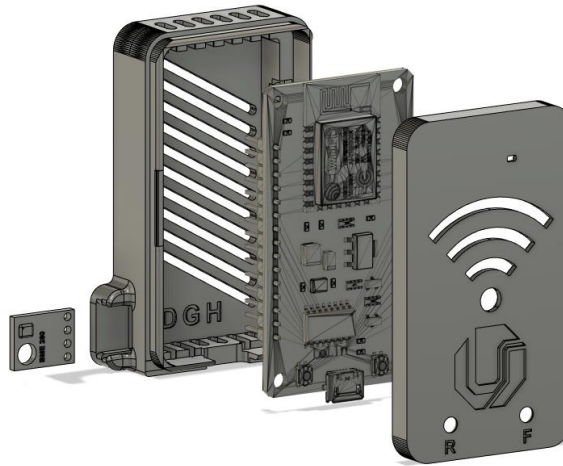
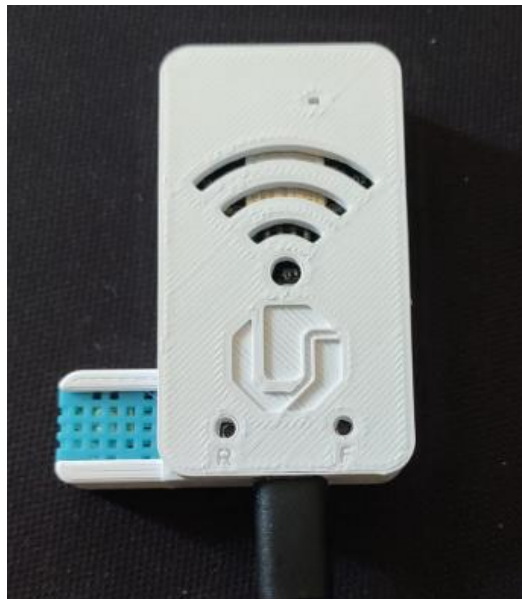


Figura 4.6 - Case para o sensor DHT11 impresso em 3D.



### 4.3 - Comunicação

Para simplificar a comunicação entre cada um dos sensores foi escolhido como protocolo de comunicação a ESP NOW, disponibilizada pela própria Espressif, desenvolvedora dos microcontroladores ESP8266. Esse protocolo facilita muito a comunicação entre diferentes dispositivos ESPs, fazendo uma conexão entre os dispositivos ESPs diretamente, ou seja, sem que seja necessária a conexão dos módulos na rede wifi convencional usando SSID e senha. Isso torna o sistema muito mais simples para o envio e recebimento dos dados, além disso, o protocolo possui um tempo de resposta menor que o protocolo Wi-Fi, sendo então ideal para esses tipos de aplicações.

O tipo de conexão utilizada para a ESP-NOW foi a One-Way, ou seja, os nós mestres enviam dados e os nós escravos recebem os dados, não existindo nenhuma outra direção de comunicação. Uma ilustração desse modelo de comunicação é mostrado na Figura 4.7

Figura 4.7 - Diagrama esquemático da comunicação One-way.



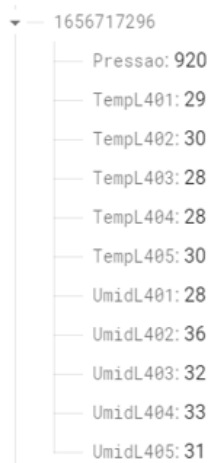
### 4.4 - Armazenamento dos dados

Como um dos objetivos do projeto é mostrar os dados coletados com algum histórico em uma interface, é necessário um armazenamento de dados para um futuro processamento. Para isso foi escolhido um banco de dados na nuvem, mais especificamente o Firebase Realtime Database, um banco de dados que possui um plano grátis para testes de pequenos projetos.

O Firebase Realtime Database é um banco de dados online onde dados são armazenados em formato JSON(JavaScript Object Notation) e sincronizados em tempo real com todos os clientes conectados independente da plataforma (Android, iOS, Web). No caso do presente projeto, o NodeMCU central (nó escravo) formata todos os dados recebidos dos outros sensores pelo protocolo ESP-NOW em um arquivo JSON e o envia pela internet para o Firebase. A medida que novos valores são enviados ao Firebase, uma lista é formada. A estrutura do JSON

conta com os valores de umidade, temperatura, pressão e um carimbo de tempo (timestamp) que é responsável por marcar quando aqueles dados foram armazenados. A Figura 4.8 mostra a estrutura do JSON enviado.

Figura 4.8 - Exemplo da estrutura de armazenamento.



O nó central do sistema, responsável pela conexão com a internet, recebimento dos dados dos outros sensores e envio dos dados agrupados, foi configurado para fazer novos envios a cada 10 minutos, portanto isso resulta em 144 amostras por dia.

## 4.5 - Interface de usuário

Como parte dos objetivos do projeto, foi necessário o desenvolvimento de uma interface para mostrar todos os dados coletados e armazenados no banco de dados. Pela maior simplicidade e facilidade de acesso a qualquer pessoa, foi escolhida a montagem de um website, cuja principal função é mostrar os dados de temperatura e umidade em tempo real e um histórico dos dados anteriormente armazenados.

Para cumprir esse objetivo foi necessário o uso de algumas linguagens, de programação ou não. A parte do front-end (parte visível ao usuário) foi totalmente desenvolvida com a utilização de HTML (HyperText Markup Language) e CSS (Cascading Style Sheets) que é uma linguagem de estilização para o HTML. Já a parte do back-end, responsável por todo o processamento de dados e conexão de plataformas, foi desenvolvida em JavaScript.

Com o uso dessas ferramentas foi criado um Website simples, dividido principalmente em duas partes, uma delas é a parte superior, que mostra os últimos dados recebidos para cada um dos laboratórios. Na parte inferior do site é exibido dois gráficos separados, um deles responsável por mostrar o histórico de temperaturas e o outro pelo histórico de umidades em cada um dos laboratórios. As Figuras 4.9 a 4.12 demonstram o resultado final.

Figura 4.9 - Parte superior do Website.

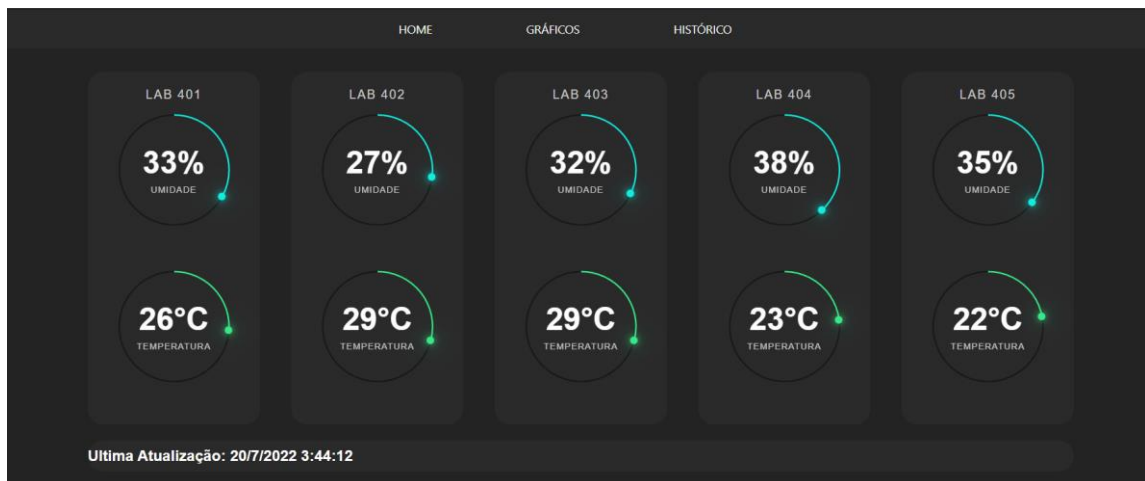


Figura 4.10 - Parte inferior 1 do Website (Gráfico de umidade).

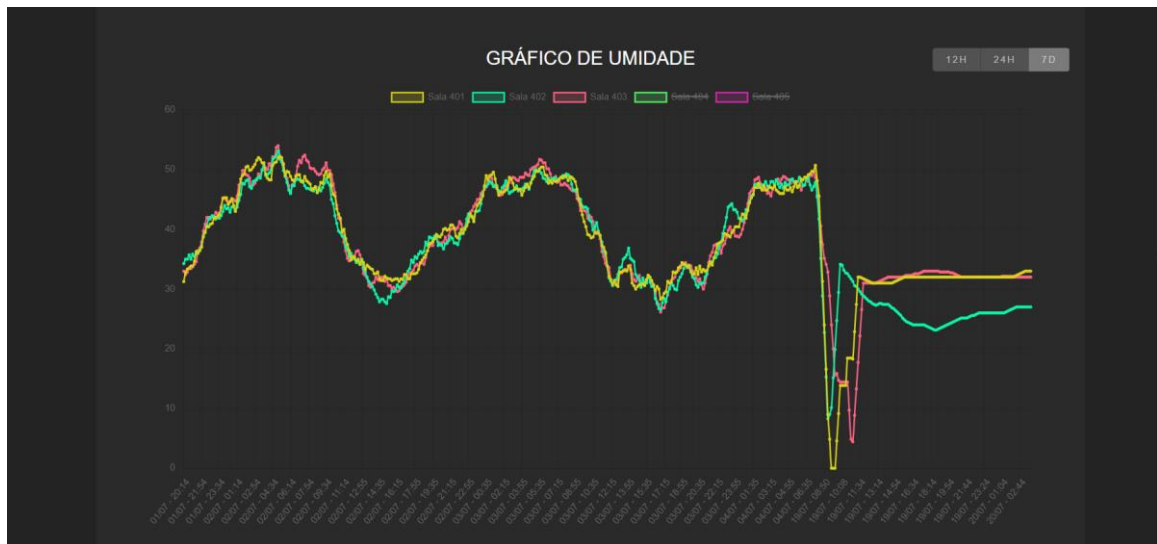


Figura 4.11 - Parte inferior 2 do Website (Gráfico de temperatura).

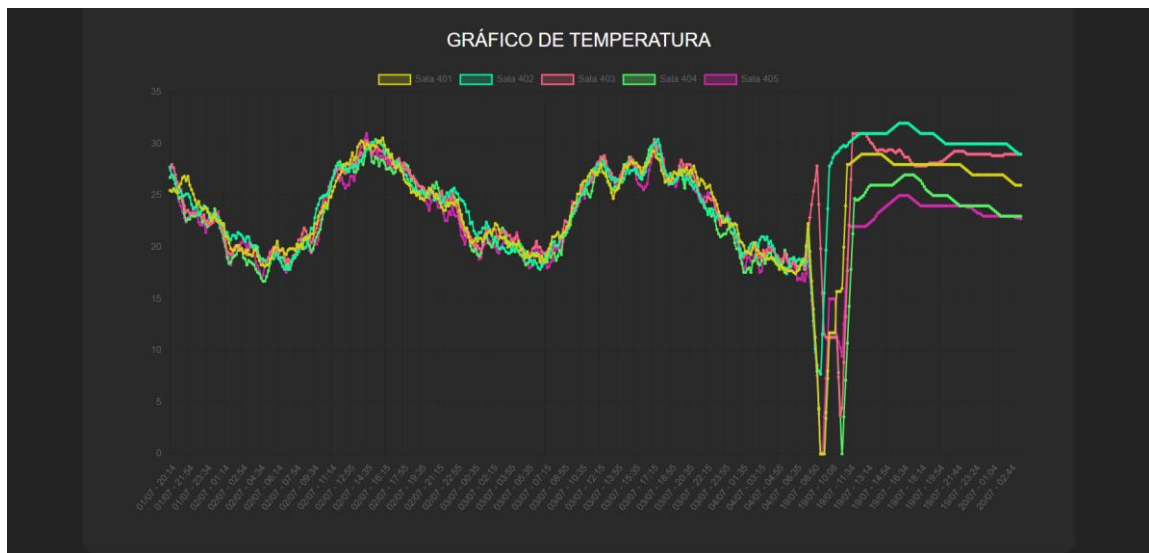
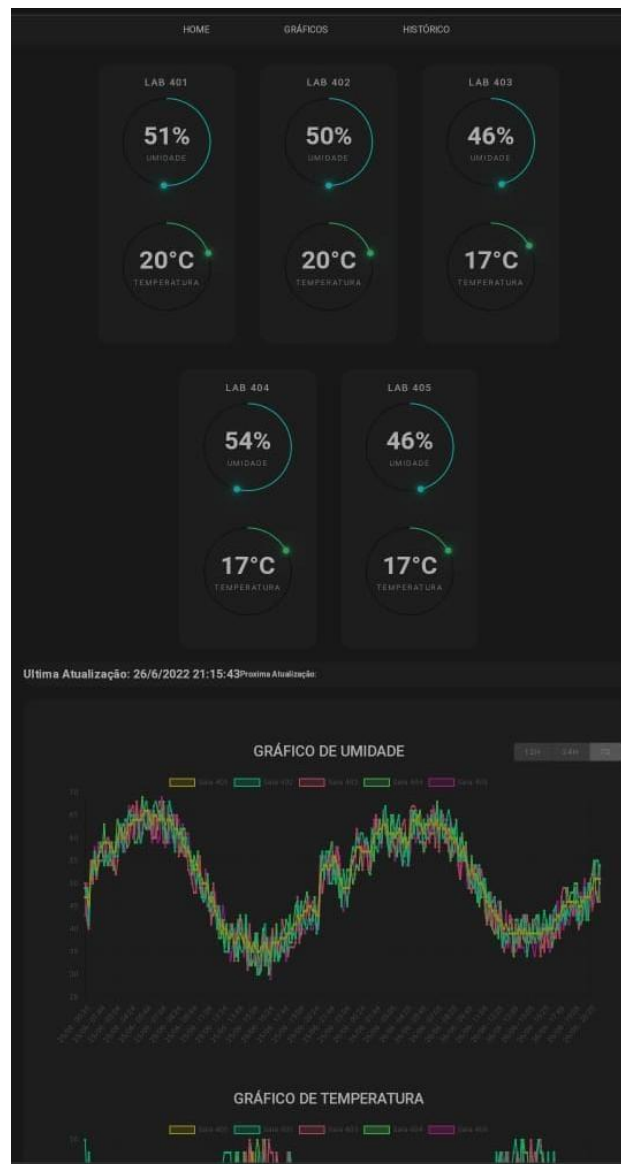


Figura 4.12 - Website em um dispositivo móvel.



## 5 - RELATO

Durante a execução do projeto foram enfrentadas muitas dificuldades, principalmente relacionadas ao tratamento e envio de dados, como fazer os ESPs enviarem corretamente os dados coletados. O problema foi solucionado com o uso de uma biblioteca especial, a EspNow que fez com que cinco ESPs mestres enviassem para um outro ESP escravo, e este por sua vez enviasse os dados para o banco de dados.

Além disso, detectamos problemas em alguns Nodes que não enviavam todos os dados com constância, sempre um ou outro apresentava algum problema. Demandou bastante tempo para identificar que o problema era um conflito de redes no Node central. Isso ocorreu porque o roteador wifi gerou uma rede no canal 3 e dessa forma o Node escravo tentou comunicar com a rede wifi pelo canal 3, porém a biblioteca especial EspNow por padrão usa o canal 1 para

comunicação. Dessa forma, como solução deste problema, foi configurado todos os mestres para trabalhar com o canal 3 de comunicação, solucionando o conflito de redes entre os Nodes.

A página web, onde os dados são visualizados, foi feita de forma a deixar bem intuitivo o seu uso, então criou-se botões que levam diretamente à seção desejada. Os gráficos foram feitos de forma a deixar fácil a comparação da variação das medidas, podendo selecionar um ponto específico o qual mostra os detalhes da medida como data, hora, local e a medida.

A case foi projetada para proteção dos componentes, para um melhor manuseamento dos componentes, para melhorar o aspecto visual e para colocar o medidor em diferentes lugares facilmente. Uma característica interessante da case é que ela possui uma arquitetura de forma a possibilitar um melhor refrigeração nos componentes e para melhores resultados da temperatura e umidade sem que prejudique as amostras de dados. Ademais foi feito uma economia de material com esta arquitetura projetada, minimizando os custos e melhorando a qualidade dos protótipos.

Uma parte que não foi possível de ser concluída foi o histórico da interface. Porém os dados podem ser interpretados instantaneamente e pelos gráficos disponibilizados na interface web.

## 6 - CONCLUSÕES

Durante a realização do projeto ampliou-se bastante os nossos conhecimentos a respeito do tema do trabalho e também aprendemos várias curiosidades que achamos interessantes. O protótipo possibilitou um amadurecimento de ideias sobre o assunto e com elas foi possível realizar este trabalho.

Desta forma, podemos concluir que o projeto funcionou como esperado, medindo a temperatura e umidade do ar das salas do laboratório de eletrônica da UFU campus Patos de Minas e enviando estes dados para um banco de dados que em seguida, é mostrado os valores instantâneos além dos gráficos da temperatura e umidade do ar com o passar do tempo. Desta forma podemos concluir que os objetivos específicos bem como o objetivo geral do projeto foram atingidos.

## 7 - REFERÊNCIAS

[1] MOTA, Ana Roberta. **Levantamento bibliográfico, primeiro passo para a pesquisa.** Disponível em: <http://www.ccen.ufpb.br/bsccen/contents/noticias/levantamento-bibliograficoprimeiropasso-para-a-pesquisa>. Acesso em: 05 maio 2022.

[2] KOYANAGI, Fernando. **ESP8266: como monitorar temperatura e umidade. 2021**. Disponível em: <https://www.fernandok.com/2017/10/blog-post.html>. Acesso em: 10 maio 2022.

[3] O que é IoT?. **Oracle Brasil | Aplicações e Plataforma em Nuvem**, c2022. Disponível em: <https://www.oracle.com/br/internet-of-things/what-is-iot/>. Acesso em: 28 jul. 2022.

[4] KOGOS, Thaisa. **Protótipo para Monitorar e Analisar Temperatura e Umidade** 2021. 88 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2021.

[5] Sensor de Umidade e Temperatura DHT11. **FILIFELOP Componentes Eletrônicos**, c2021. Disponível em: <https://www.filieflop.com/produto/sensor-de-umidade-e-temperatura-dht11/>. Acesso em: 28 jul. 2022

[6] Sensor de Pressão / Temperatura / Umidade - BME280. **Curto Circuito | Componentes Eletrônicos e Arduino**, c2021. Disponível em: <https://www.curtocircuito.com.br/sensor-de-pressao-temperatura-umidade-bme280.html>. Acesso em: 28 jul. 2022

[7] ROGER, Maxwell. **O Que É O NodeMCU?. Blog Max Dicas**, [S.I], c2021. Disponível em: <https://maxdicas.com.br/o-que-e-o-nodemcu/>. Acesso em: 28 jul. 2022.

[8] **O que é NodeMCU?. Hu Infinito Componentes Eletrônicos**, 2019. Disponível em: <https://www.huinfinito.com.br/blog/artigos/o-que-e-nodemcu>. Acesso em: 28 jul. 2022.

[9] ESPRESSIF SYSTEMS. ESP8266 Technical Reference. ALLDATASHEET.COM - **Electronic Parts Datasheet Search**, 2017. Disponível em: <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/1132995/ESPRESSIF/ESP8266.html>. Acesso em: 28 jul. 2022.