

Desenvolvimento de um Protótipo de Estação Meteorológica

Wanderley A. Teixeira Júnior¹, Eduardo H. M. Cruz¹

¹Instituto Federal do Paraná (IFPR) – Campus Paranavaí
Rua José Felipe Tequinha 14.000 – 87.703-536 – Paranavaí – PR – Brasil

wanderleyjunior284@gmail.com, eduardo.cruz@ifpr.edu.br

Abstract. *Precision agriculture is an approach that allows the optimization of the use of agricultural resources through the use of modern monitoring technologies. In this context, the use of the Internet of Things emerges as a tool for optimizing agricultural processes. In this article, we propose the development of an agrometeorological monitoring prototype using microcontrollers, sensors and LoRa transmission.*

Resumo. *A agricultura de precisão é uma abordagem que permite a otimização do uso de recursos agrícolas através do uso de tecnologias modernas para monitoramento. Nesse contexto, a utilização de Internet das Coisas surge como ferramenta para otimização dos processos agrícolas. Neste artigo, propõe-se o desenvolvimento de um protótipo de monitoramento agrometeorológico utilizando microcontroladores, sensores e transmissão via LoRa.*

1. Introdução

A agricultura é um dos pilares da economia brasileira, desempenhando papel fundamental na geração de empregos, além de produção de alimentos e insumos para exportação e consumo interno. O Brasil desempenha importante papel no cenário global, sendo um dos maiores produtores e exportadores de commodities — mercadorias primárias produzidas em larga escala e destinadas ao mercado externo — como soja, milho, café e carne bovina, o que gera grande retorno para a sua economia.

Nesse setor, o uso da tecnologia é crucial para aumentar a eficiência agrícola e a produtividade do agricultor. A agricultura de precisão é uma abordagem que busca utilizar a tecnologia para monitorar e gerenciar os processos agrícolas, levando a uma maior produtividade e modernizando o agronegócio. Um aspecto fundamental dessa prática é a análise de condições do clima e do solo.

Este artigo apresenta um protótipo de estação meteorológica direcionado ao setor agrícola, que utiliza sensores para realizar a telemetria — coleta, análise e transmissão remota de dados — de condições do clima e do solo, transmitindo esses dados por meio de ondas de rádio, armazenando-os em um servidor, e os disponibilizando para acesso via internet, fazendo uso de microcontroladores.

O artigo está organizado da seguinte forma:

- Na Seção 2, são discutidos trabalhos similares existentes na literatura, estabelecendo uma comparação deste trabalho com o estado da arte;
- Nas Seções 3 e 4, explica-se a fundamentação teórica, essencial para o entendimento desse protótipo;

- Na Seção 5, é explicado o funcionamento do protótipo;
- Na Seção 6, detalha-se os resultados obtidos ao fim da execução do projeto, incluindo uma simulação de uso.
- Na Seção 7, é feita uma conclusão do que é elencado neste artigo, além de apresentar possíveis pontos de partida para trabalhos futuros.

2. Trabalhos relacionados

O trabalho de [Oliveira 2019] se propõe a desenvolver um protótipo de estação meteorológica de baixo custo e fácil montagem, realizando uma comparação entre o mesmo e uma estação meteorológica real, coletando dados sobre a temperatura, umidade e luminosidade. No entanto, em um cenário rural, não apresenta uma forma de enviar esses dados do ponto de coleta para algum lugar remoto.

O artigo de [Sousa et al. 2023] tem por objetivo o desenvolvimento de uma estação meteorológica baseada em ESP32, enviando seus dados via Wi-Fi. Os dados são coletados e visualizados através da plataforma ThingSpeak. No entanto, depende do acesso à internet, o que pode ser inviável em alguns cenários.

O artigo de [da Fonseca and Mendonça 2019] tem como intuito o desenvolvimento de uma estação meteorológica baseada em ESP32, que, assim como a anterior, envia os dados para um servidor via Wi-Fi, se comunicando com a plataforma ThingSpeak.

O trabalho de [Germano 2022] desenvolve um protótipo de estação meteorológica baseada em ESP32, utilizando-se da transmissão via LoRa e armazenando os dados na plataforma ThingSpeak, focando em demonstrar a efetividade dessa tecnologia na transmissão de dados.

Já este artigo se propõe a desenvolver um protótipo de estação meteorológica baseada em ESP32, realizando a telemetria de dados sobre temperatura e umidade do ar e do solo, luminosidade, pressão atmosférica e presença de chuva, enviando os dados via LoRa para um servidor próprio, que os armazena em um banco de dados e permite o acesso via web. Além disso, é feita a criptografia e verificação de integridade dos pacotes transmitidos via LoRa.

3. Circuitos Eletrônicos

Para o entendimento de como certos circuitos eletrônicos funcionam, é importante compreender alguns princípios básicos da eletrônica, como a primeira lei de Ohm e as leis de Kirchhoff.

A primeira lei de Ohm descreve uma relação entre a corrente, que é o fluxo de elétrons que fluem através de um condutor, medido em amperes; a tensão (também conhecida como diferença de potencial elétrico), que é a força com que a corrente elétrica é impulsionada; e a resistência, que é a oposição ao fluxo da corrente elétrica. Essa relação é descrita pela Equação 1:

$$V = I \times R \quad (1)$$

sendo que V representa a tensão, medida em volts, I representa a corrente elétrica, medida em amperes, e R representa a resistência, medida em ohms.

Por sua vez, a primeira lei de Kirchhoff, conhecida também como Lei dos Nós, afirma que a soma de todas as correntes que chegam a um nó do circuito deve ser igual à soma de todas as correntes que deixam esse mesmo nó.

Já a segunda lei de Kirchhoff, também conhecida como Lei das Malhas, constata que a soma dos potenciais elétricos ao longo de uma malha fechada deve ser igual a zero. Tal afirmação decorre do princípio de conservação de energia, sendo que toda a energia fornecida a essa malha deve ser consumida pela mesma. Isso pode ser representado pela Equação 2:

$$V_1 + V_2 + \dots + V_n = 0 \quad (2)$$

que demonstra que o somatório das diferenças de potencial que passam por um circuito é igual a zero.

3.1. Diodos

Os diodos são componentes que permitem que a corrente elétrica flua em somente uma direção, possuindo um ânodo e catodo. Quando a corrente do ânodo é maior que a no catodo, a corrente flui. Quando a corrente no catodo é maior que a do ânodo, a passagem da corrente é bloqueada. As lâmpadas LED são um exemplo de diodo.

3.2. Resistores

Os resistores são componentes responsáveis por oferecer uma resistência à passagem de corrente elétrica em um circuito. Uma das utilidades desses componentes é limitar a quantidade de corrente em um circuito, o que pode ser útil para evitar danificar certos componentes eletrônicos.

Quando dispostos em série, a resistência total pode ser calculada através da Equação 3:

$$R_{\text{total}} = R_1 + R_2 + \dots + R_n \quad (3)$$

Já quando dispostos em paralelo, a resistência total é calculada através da Equação 4:

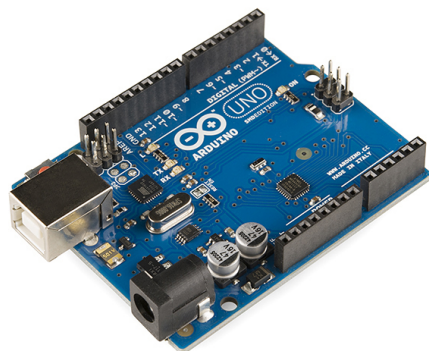
$$\frac{1}{R_{\text{total}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} \quad (4)$$

4. Microcontroladores

Os microcontroladores são pequenos computadores, que possuem um processador, memória, e pinos de entrada e saída, utilizados para o controle de dispositivos eletrônicos. Eles se destacam pelo baixo custo e consumo de energia, e por serem facilmente programáveis, facilitando a prototipação. Um dos contextos em que esses dispositivos são amplamente usados é na Internet das Coisas (IoT), que se refere à conexão entre dispositivos e sistemas através da internet, possibilitando a troca de informação entre eles.

4.1. Arduino

O Arduino é uma plataforma pioneira no desenvolvimento de projetos eletrônicos que visa tornar o desenvolvimento dos mesmos mais prático e acessível, até mesmo para não engenheiros, sendo criada em 2005, por estudantes de Ivrea, na Itália. Possui diversos modelos de microcontroladores, que podem ser programados usando C ou C++, através de ferramentas como o Arduino IDE. Um modelo de Arduino pode ser visto na Figura 1(a).



(a) Placa de desenvolvimento Arduino Uno



(b) Placa de desenvolvimento Wi-Fi LoRa 32(V2), produzido pela Heltec Automation

Figura 1. Placas de desenvolvimento

4.2. ESP32

O ESP32 é uma série de microcontroladores desenvolvidos pela Espressif Systems com Wi-Fi e Bluetooth integrados, se destacando para o desenvolvimento de aplicações focadas em Internet das Coisas. Uma placa de desenvolvimento ESP32 com LoRa integrado pode ser observada na Figura 1(b).

O LoRa, termo abreviado de *Long Range* (Longo Alcance), é uma tecnologia de comunicação via rádio proprietária, desenvolvida pela companhia Cycleo. Se destaca pelo baixo consumo de energia e longo alcance da transmissão, muito superior em relação a tecnologias como Wi-Fi ou Bluetooth.

5. Funcionamento do protótipo de estação meteorológica

O protótipo consiste de três partes: um servidor e dois microcontroladores. Um deles tem a função de realizar medições e enviá-los em pacotes, transmitidos via LoRa, enquanto o outro recebe os pacotes e os envia para o servidor através da internet, via requisição HTTPS (HyperText Transfer Protocol Secure), conforme é ilustrado no fluxograma da Figura 2.

5.1. Estação medidora

A estação medidora consiste de um microcontrolador Wi-Fi LoRa 32 V2, conectado a 6 sensores, que realizam 7 tipos de medidas: temperatura e umidade do ar (sensor DHT-11), temperatura do solo (sensor DS18B20), umidade do solo (sensor HL-69), precipitação (sensor FC-37), luminosidade (sensor HW-072) e pressão atmosférica (sensor HW-611).

Os dados coletados pela estação medidora são, então, transmitidos via LoRa. É importante notar que essa estação não necessita de acesso à internet, e possui um alcance muito superior ao Wi-Fi, se destacando para aplicações agrícolas, onde o local de medição pode estar muito distante do alcance de uma rede Wi-Fi.

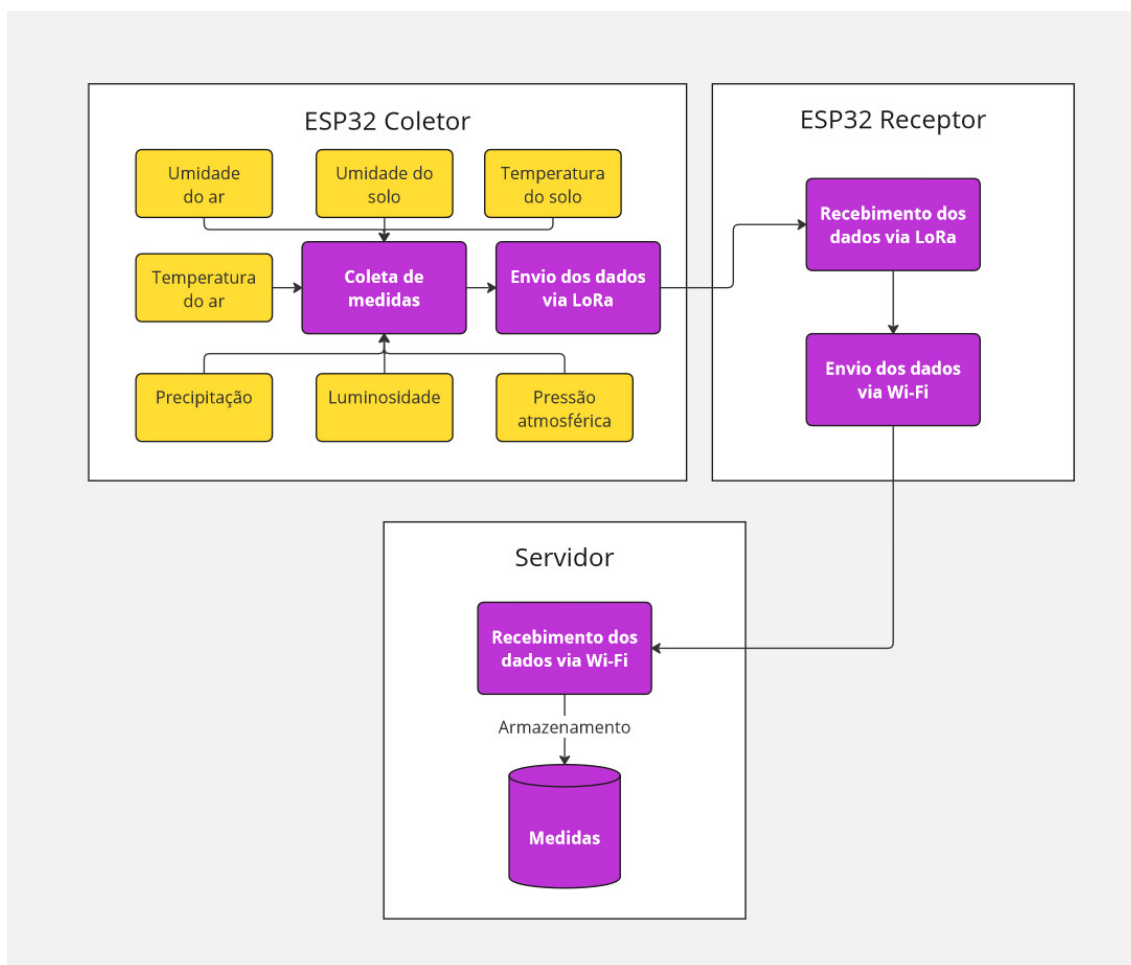


Figura 2. Fluxograma do protótipo

5.2. Estação receptora

A estação receptora consiste de um microcontrolador Wi-Fi LoRa 32 V2. Ela tem a função de receber os pacotes que contém as medidas realizadas pela estação medidora via LoRa, e publicar as medidas para o servidor através de uma requisição HTTPS POST. Note que, para isso, é necessário que a mesma tenha acesso a uma rede Wi-Fi.

5.2.1. Multiprocessamento

A leitura dos pacotes enviados via LoRa e o envio dos mesmos para o servidor são tarefas que podem ser executadas de forma simultânea, o que torna o processamento muito mais rápido. Para isso, utilizamos a capacidade de multiprocessamento do ESP32, que possui 2 núcleos.

Um dos núcleos é responsável por fazer a leitura dos pacotes enviados via LoRa, e os inserir em uma *queue*, estrutura de dados que representa uma fila (o primeiro inserido é o primeiro a ser retirado). O outro núcleo é responsável por remover os pacotes da *queue*, e enviá-los para o servidor. Isso pode ser observado na Listagem 1.

Listagem 1. Multiprocessamento.

```
// Executado repetidamente no nucleo 1
void loop() {
    Packet packet = receivePacket();
    xQueueSend(packetQueue, &packet, portMAX_DELAY);
}

// Executado no nucleo 2
void internetSendTask(void* pvParameters) {
    Packet packet;
    for (;;) {
        xQueueReceive(packetQueue, &packet, portMAX_DELAY);
        // Add 0 terminator to string name
        char sensorName[PACKET_NAME_LENGTH + 1];
        memcpy(sensorName, packet.name, PACKET_NAME_LENGTH);
        sensorName[PACKET_NAME_LENGTH] = 0;

        // Append sensor name & value to JSON
        json["sensor"] = sensorMappings[sensorName];
        json["value"] = packet.value;

        // Connect to Wi-Fi
        checkWi-FiConnection();
        postPacketToServer();
    }
}
```

5.3. Estrutura dos pacotes

Cada pacote enviado de um ESP32 para o outro representa uma medida, sendo que cada um deles é constituído por 5 atributos: um número identificador, o nome da medida, o valor, um número que permite verificar se o pacote é de autoria própria, e um valor CRC32, que permite verificar a integridade do pacote. A Listagem 2 mostra a estrutura do pacote.

Listagem 2. Estrutura do pacote.

```
struct Packet {
    unsigned char id;
    char name[3];
    float value;
    int magic;
    int crc32;
};
```

5.4. Criptografia

A transmissão via LoRa, que ocorre entre a estação medidora e a transmissora, não protege os dados de terceiros, sendo que estes podem ser lidos por qualquer agente presente na área. Por conta disso, é realizada a criptografia dos pacotes enviados pelo protótipo,

como medida de segurança, através do método criptográfico AES128, que utiliza uma chave de 16 bytes (128 bits) para encriptar um bloco de 16 bytes.

Ambas as estações possuem uma chave idêntica. A estação medidora, antes de enviar os dados, realiza a criptografia dos pacotes. Quando a estação transmissora recebe os pacotes, ela os descriptografa, utilizando a mesma chave. Dessa forma, o sigilo desses dados é garantido, dado que a chave não é acessível a terceiros.

Já na transmissão via Wi-Fi, que ocorre entre a estação transmissora e o servidor, foi utilizado o protocolo HTTPS, que já efetua a criptografia dos dados que são enviados. Dessa forma, não é necessário tomar medida adicional de proteção.

5.5. Verificação de integridade

Ao transmitir dados através de ondas de rádio, é normal que haja eventuais diminuições na qualidade da transmissão, podendo levar a perda ou corrupção dos pacotes. Para evitar que dados corrompidos sejam armazenados, é realizada uma verificação de integridade dos pacotes recebidos. Para isso, foi utilizado o método CRC32 (verificação cíclica de redundância).

Na estação medidora, o método CRC32 é utilizado para gerar um *hash* dos dados do pacote, que é enviado junto. Quando esse pacote é recebido pela estação receptora, é gerado outro *hash*. Se os dois *hashes* forem idênticos, tem-se um alto grau de certeza que os dados de ambos os pacotes também são iguais. Dessa forma, pode-se concluir que não houve perda de pacote. Caso essa verificação não tiver sucesso, o pacote é descartado.

5.6. Servidor

É necessário que sejam armazenados os dados coletados pelo protótipo. Dessa forma, foi desenvolvido um sistema web responsável por guardar esses dados em um banco de dados, de forma individual, para cada usuário, e disponibilizá-los para visualização via navegador. A parte *backend*, ou API, do sistema foi implementada com o *framework Laravel*, enquanto a parte *frontend*, visível pelo usuário, foi implementada com o *framework React*.

A API do sistema possui uma rota POST, que serve para a publicação de medidas realizadas pelo ESP32 transmissor, sendo informados o nome do sensor, o valor da medida, e um *token* de autenticação. Também há uma rota GET, que permite a consulta dos dados armazenados no banco de dados, sendo utilizado pela aplicação web para mostrar as medidas para o usuário.

O banco de dados possui 3 tabelas principais: a tabela de usuários, que contém dados como seu nome, e-mail e senha; a tabela de sensores, que representa os tipos de medidas que podem ser realizados; e a tabela de medidas, que armazena todas as medidas realizadas, sendo que cada uma possui um valor e data, e está associada a um usuário e um tipo de sensor específico. A Figura 3 mostra um diagrama entidade relacionamento do banco de dados.

6. Resultados

Para avaliar o funcionamento e o desempenho do protótipo, foi realizada uma simulação de uso real, sendo ele instalado em um local externo. Foram coletados dados do ambiente

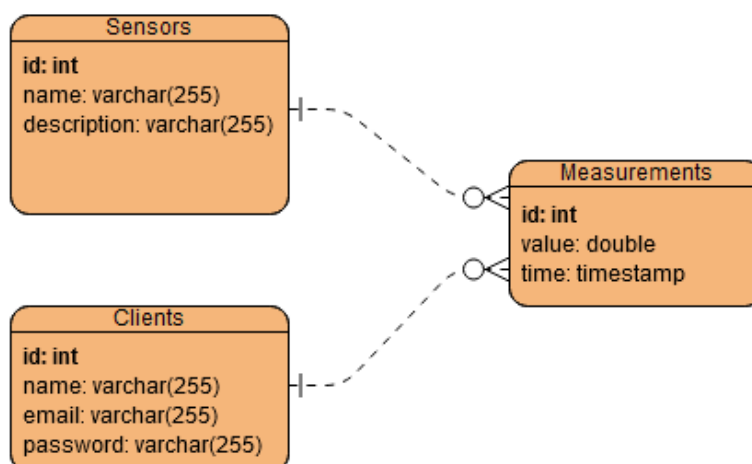


Figura 3. Diagrama do banco de dados

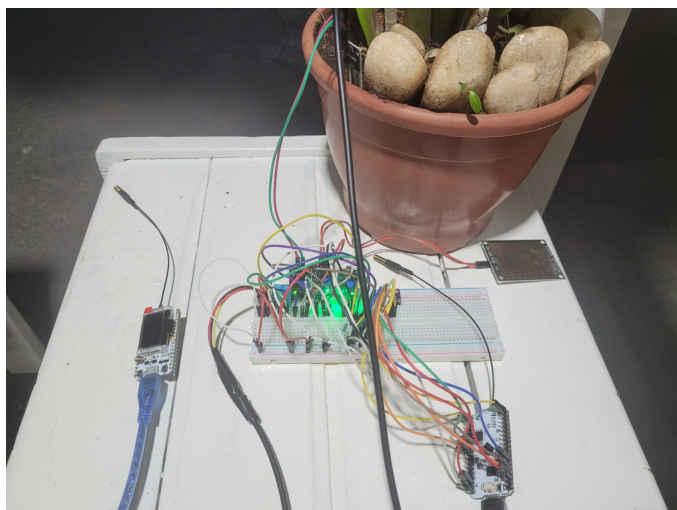


Figura 4. Protótipo durante a simulação de uso

continuamente durante um período de 6 horas, com início às 16 horas. Na Figura 4, observa-se o protótipo em operação.

Os sensores de temperatura e umidade do solo foram inseridos em um vaso de planta, para simular o solo de uma plantação. Como não choveu durante a realização da simulação, foram despejados manualmente gotas de água no sensor de chuva, para verificar seu funcionamento.

Os resultados do teste podem ser observados no *dashboard* do site desenvolvido, que contém gráficos que ilustram as medidas coletadas pela estação meteorológica ao longo do tempo. Os gráficos obtidos ao final da simulação podem ser observados nas Figuras 5, 6, 7 e 8.

Os dados coletados pela estação estão em concordância com os obtidos no site ClimaTempo¹ no momento em que foi feita a análise. Observa-se que no período do dia,

¹Link do site ClimaTempo: <https://www.climatempo.com.br/>

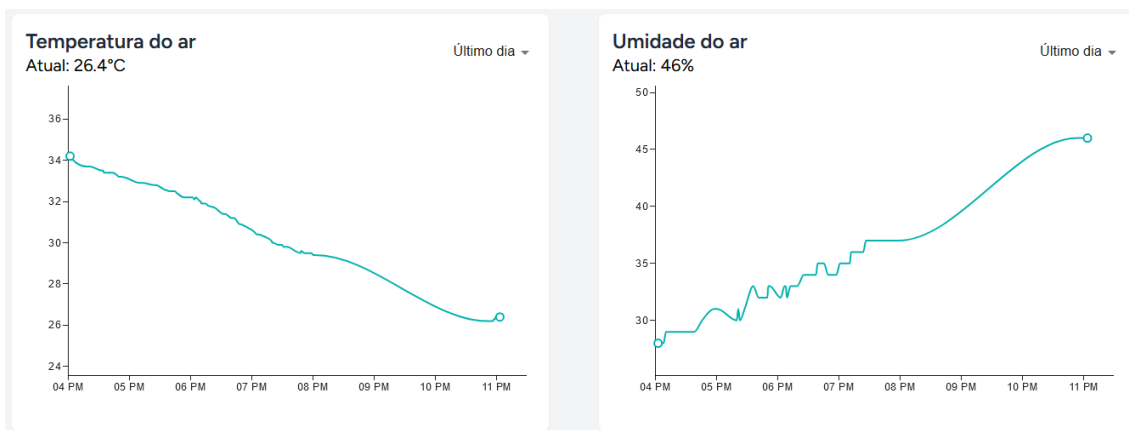


Figura 5. Temperatura e umidade do ar

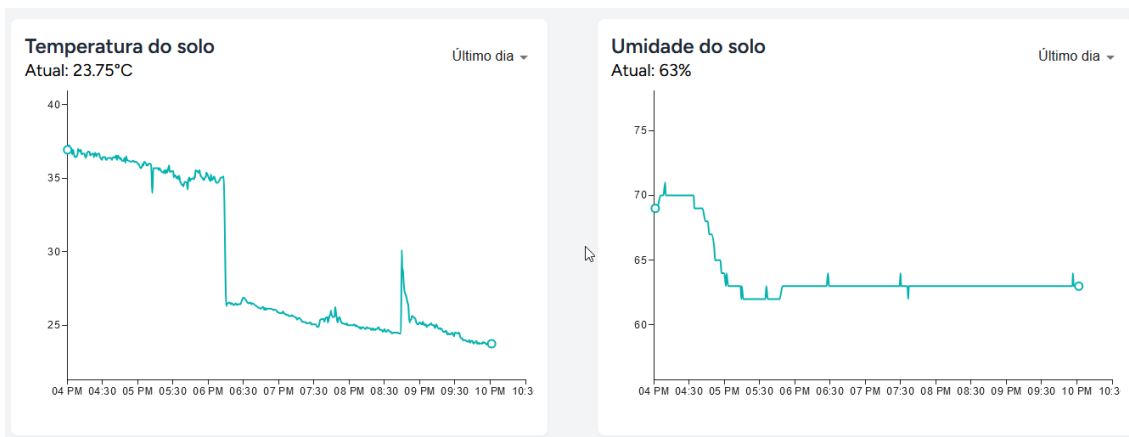


Figura 6. Temperatura e umidade do solo

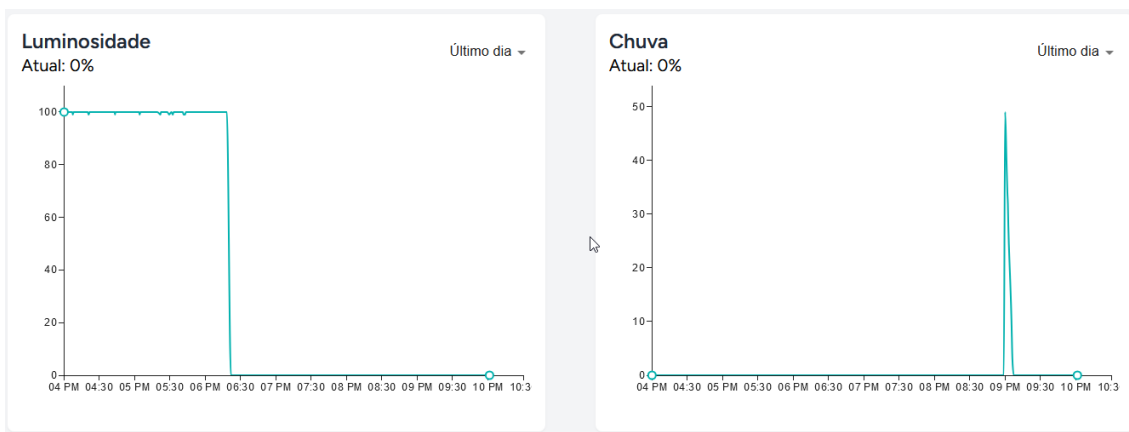


Figura 7. Luminosidade e precipitação

as temperaturas estão mais elevadas, e a umidade mais baixa. Quando o sol se põe (por volta de 18:20, como indica o gráfico de luminosidade), há uma redução nas temperaturas, e aumento da umidade.

O sensor de chuva corretamente indica uma variação quando a água é despejada

sobre o mesmo, e a pressão atmosférica permanece relativamente constante. A queda repentina da luminosidade se dá pelo fato do sensor de luminosidade ser digital, o que significa que só tem dois estados: ligado, quando a luminosidade está acima de um certo nível, e desligado, quando está abaixo.

Dessa forma, observa-se que a estação meteorológica desenvolvida apresenta resultados satisfatórios, por um preço mais acessível do que alternativas encontradas no mercado, que tendem a possuir um preço mais elevado. Na Tabela 1, observa-se uma comparação do preço deste protótipo com o de uma estação meteorológica convencional. Vale destacar que os preços cotados neste artigo foram observados no mês de agosto de 2024, podendo sofrer alterações, e dessa forma não devem ser interpretados como fixos.

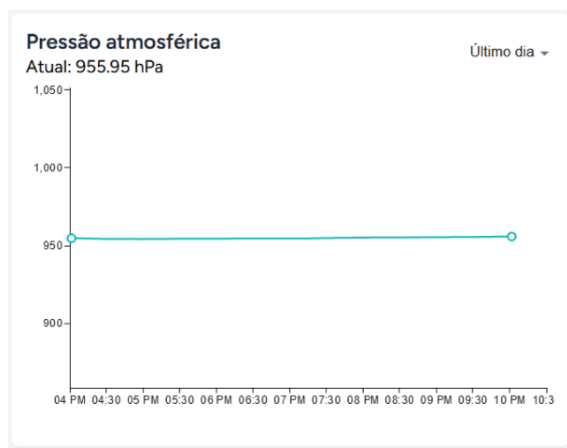


Figura 8. Pressão atmosférica

Tabela 1. Tabela de Preços (30/08/2024)

Item	Preço Unitário (R\$)	Quantidade	Total (R\$)
Protoboard	8,30	2	16,60
Jumpers (30 peças)	17,43	1	17,43
Resistor 5k ohms	0,04	1	0,04
ESP32 WiFi LoRa 32(V2)	169,83	2	339,66
HW-072	6,68	1	6,68
FC37	13,26	1	13,26
BMP280	6,12	1	6,12
DS18B20	11,88	1	11,88
DHT11	7,51	1	7,51
HL69	8,76	1	8,76
Total Geral (R\$)			427,94
Estação metereológica convencional (R\$)			1850,00

Fontes: [Curto Circuito , UsinaInfo b, UsinaInfo d, UsinaInfo e, UsinaInfo f, UsinaInfo g, UsinaInfo h, Magazine Luiza , UsinaInfo a, UsinaInfo c, Baú da Eletrônica]

7. Conclusões e Trabalhos Futuros

Em suma, o protótipo apresentado realiza a telemetria de dados sobre as condições do clima e do solo, instrumental para a agricultura de precisão, transmitindo pacotes via LoRa, que são recebidos e transmitidos novamente, via Wi-Fi, para serem armazenados em um banco de dados. Esses dados podem, então, ser observados pelo usuário final através de um site.

É notável o grau de sofisticação deste protótipo em relação ao que é encontrado na literatura, havendo cuidado com a criptografia dos dados, para garantir o seu sigilo; a verificação de integridade, para lidar com a perda de pacotes; e o uso do LoRa, que permite que a medição seja realizada em locais remotos, sem acesso à redes Wi-Fi.

Com isso em vista, o protótipo surge como uma alternativa viável a uma estação meteorológica real, realizando medidas consonantes com as obtidas de outras fontes, apresentando ótimo desempenho. Tendo em vista o seu preço mais acessível em relação a outras alternativas, o protótipo possui alta aplicabilidade para o pequeno produtor.

Alguns pontos que poderiam ser explorados em trabalhos futuros são: a inclusão de uma bateria para servir como fonte de energia, ao invés de cabo USB; a criação de um aplicativo que permita o gerenciamento da estação meteorológica; suporte a múltiplas estações de coleta, possibilitando que sejam coletados dados de diversos pontos e visualizados no sistema; e a utilização de um sensor de luminosidade analógico, para medidas mais precisas da iluminação do ambiente.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Pró-Reitoria de Extensão, Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação (Proeppi) do Instituto Federal do Paraná (IFPR), que por intermédio da Agência de Inovação (Agif), financiou uma bolsa para estudante de ensino médio pelo Programa Institucional de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (Pradi) para este projeto.

Referências

- [Baú da Eletrônica] Baú da Eletrônica. Resistor 5k1 5 Disponível em: <https://www.baudaeletronica.com.br/produto/resistor-5k1-5-14w.html>. Acesso em 30/08/2024.
- [Curto Circuito] Curto Circuito. Placa wifi lora 32 - esp32 / lora / display oled. Disponível em: <https://curtocircuito.com.br/placa-wifi-lora-32-esp32-lora-display-oled.html>. Acesso em 30/08/2024.
- [da Fonseca and Mendonça 2019] da Fonseca, F. T. P. and Mendonça, H. G. (2019). Projeto e implementação de estação meteorológica em iot. *Revista Interdisciplinar do Pensamento Científico*.
- [Germano 2022] Germano, S. B. (2022). *Protótipo de solução IoT para uma estação meteorológica aplicando tecnologia LoRa no ambiente agro*. PhD thesis, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Campus Itumbiara.
- [Magazine Luiza] Magazine Luiza. Estação meteorológica digital completa sem fio 100m tfa. Disponível em: <https://www.magazineluiza.com.br/estacao-meteorologica-digital-completa-sem-fio-100m-tfa/p/bg8gb6e6a0/fs/fpmp/>. Acesso em 30/08/2024.

- [Oliveira 2019] Oliveira, A. M. A. (2019). *Protótipo de mini-estação meteorológica utilizando plataforma Arduino*. PhD thesis, Universidade Federal Rural do Semiárido – UFRSA, Campus Angicos.
- [Sousa et al. 2023] Sousa, L. O. d., Santos, E. N. d., Andrade, H. D. d., Filho, M. H. d. M., Lima, J. F. d., and Freitas, M. E. d. S. (2023). Desenvolvimento de uma estação meteorológica automática de baixo custo através do uso de tecnologias embarcadas. *Anais do Encontro de Computação do Oeste Potiguar ECOP/UFERSA (ISSN 2526-7574)*, 1(6):58–61.
- [UsinaInfo a] UsinaInfo. Mix de jumpers premium sortidos 20cm - kit com 30 peças. Disponível em: <https://www.usinainfo.com.br/jumper/mix-de-jumpers-premium-sortidos-20cm-kit-com-30-pecas-6065.html>. Acesso em 30/08/2024.
- [UsinaInfo b] UsinaInfo. Módulo sensor de luminosidade ldr hw-072 para arduino e esp32. Disponível em: <https://www.usinainfo.com.br/sensor-de-luminosidade/modulo-sensor-de-luminosidade-ldr-hw-072-para-arduino-e-esp32-2539.html>. Acesso em 30/08/2024.
- [UsinaInfo c] UsinaInfo. Protoboard 400 pontos para montagem de projetos. Disponível em: <https://www.usinainfo.com.br/jumper/mix-de-jumpers-premium-sortidos-20cm-kit-com-30-pecas-6065.html>. Acesso em 30/08/2024.
- [UsinaInfo d] UsinaInfo. Sensor de chuva arduino fc37 + módulo de leitura. Disponível em: <https://www.usinainfo.com.br/outros-sensores-arduino/sensor-de-chuva-arduino-fc37-modulo-de-leitura-2579.html>. Acesso em 30/08/2024.
- [UsinaInfo e] UsinaInfo. Sensor de pressão e temperatura bmp280. Disponível em: <https://www.usinainfo.com.br/sensor-de-pressao-arduino/sensor-de-pressao-e-temperatura-bmp280-4902.html>. Acesso em 30/08/2024.
- [UsinaInfo f] UsinaInfo. Sensor de temperatura ds 18b20 à prova d'Água. Disponível em: <https://www.usinainfo.com.br/sensor-de-temperatura/sensor-de-temperatura-ds-18b20-a-prova-d-agua-2645.html>. Acesso em 30/08/2024.
- [UsinaInfo g] UsinaInfo. Sensor de temperatura ds18b20 à prova d'Água. Disponível em: <https://www.usinainfo.com.br/sensor-de-umidade-arduino/sensor-de-umidade-e-temperatura-dht11-2823.html>. Acesso em 30/08/2024.
- [UsinaInfo h] UsinaInfo. Sensor de umidade de solo hl-69 para arduino. Disponível em: <https://www.usinainfo.com.br/sensor-de-solo/sensor-de-umidade-de-solo-hl-69-para-arduino-2311.html>. Acesso em 30/08/2024.