

15º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP - 2024

CONECTANDO UM PLUVIÔMETRO DIDÁTICO NA INTERNET

JOÃO V. PIOVEZAN¹, RICARDO ARAI²

¹ Estudante do curso Técnico Integrado ao Ensino Médio de Informática para a Internet, Bolsista CNPq, IFSP, Campus São Carlos, piovezan.vitor@ifsp.edu.br

² Professor Orientador, IFSP, Campus São Carlos, rarai@ifsp.edu.br

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 1.07.03.00-4 Meteorologia

RESUMO: O projeto visa desenvolver um sistema de monitoramento de precipitação em tempo real utilizando um pluviômetro didático conectado à internet. O foco está em criar uma ferramenta educacional acessível e de fácil montagem, empregando tecnologias como ESP32, protocolo MQTT e impressão 3D. A iniciativa busca facilitar o aprendizado de conceitos meteorológicos e tecnológicos, além de contribuir para a conscientização ambiental e o monitoramento de eventos climáticos adversos, como enchentes. O dispositivo, ao ser conectado à internet, permite o acesso remoto aos dados em tempo real, destacando-se pelo baixo custo e pela viabilidade para uso educacional.

PALAVRAS-CHAVE: previsão, enchente, catástrofe, educação, prevenção.

CONNECTING A DIDACTIC RAIN GAUGE TO THE INTERNET

ABSTRACT: The project aims to develop a real-time precipitation monitoring system using an educational rain gauge connected to the internet. The focus is on creating an affordable and easy-to-assemble educational tool, employing technologies such as ESP32, MQTT protocol, and 3D printing. The initiative seeks to enhance the learning of meteorological and technological concepts while contributing to environmental awareness and the monitoring of adverse weather events, such as floods. By connecting the device to the internet, remote access to real-time data is enabled, emphasizing its low cost and feasibility for educational use.

KEYWORDS: foreshadowing, flood, catastrophe, education, prevention.

INTRODUÇÃO

A meteorologia é a ciência que estuda os fenômenos que ocorrem na atmosfera e suas interações com a superfície terrestre (INMET, 2023). A previsão do tempo se baseia em dados atmosféricos observados em estações meteorológicas, em modelos numéricos de previsão, imagens de satélite e em radares. No Brasil, o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) administra mais de 750 estações meteorológicas.

A previsão e o monitoramento de eventos climáticos, como enchentes, têm se tornado cada vez mais urgentes devido ao impacto das mudanças climáticas e à urbanização desordenada (INPE, 2022). No ambiente educacional, o uso de dispositivos interativos e acessíveis é essencial para facilitar o aprendizado de conceitos complexos, como a meteorologia. Pesquisas apontam que a introdução de

tecnologias práticas no ensino aumenta significativamente o engajamento e a compreensão dos alunos (Schunk, 2012).

Portanto, este trabalho tem como objetivo desenvolver um pluviômetro didático de baixo custo, integrado à internet, utilizando o ESP32 e o chip ATTiny25. A hipótese é que o uso de componentes acessíveis e tecnologias como a impressão 3D permitirá medições climáticas precisas e de fácil integração no ambiente escolar (Smith et al., 2021). A transmissão de dados foi feita via protocolo MQTT (do inglês, *Message Queuing Telemetry Transport*), facilitando o acesso remoto e a análise em tempo real (Martin, 2017). A combinação de ensino prático com monitoramento climático busca, além de enriquecer o aprendizado, contribuir para a conscientização sobre desastres naturais e o papel da tecnologia no enfrentamento desses desafios.

MATERIAL E MÉTODOS

O desenvolvimento do pluviômetro didático conectado à internet envolveu o uso de componentes eletrônicos e tecnologias de comunicação, bem como a aplicação de métodos de fabricação digital. O principal componente utilizado foi o microcontrolador ESP32 (Figura 1), responsável pelo processamento e envio dos dados de precipitação à internet via Wi-Fi. Além disso, o microcontrolador ATTiny45 (Figura 2) desempenha um papel fundamental ao monitorar as interrupções elétricas geradas pelo sensor de efeito Hall. Cada interrupção é detectada pelo ATTiny45 e resulta em um incremento de uma variável no microcontrolador, que armazena a quantidade de precipitação detectada. Essa informação é então servida ao ESP32 por meio do protocolo de comunicação I2C (Inter-Integrated Circuit), que é um barramento de comunicação serial de dois fios, projetado para conectar dispositivos de baixa velocidade, como microcontroladores e sensores, em um sistema. Utilizando a biblioteca Wire.h, o I2C permite a transmissão de dados entre o ATTiny45 e o ESP32 de maneira eficiente, com um fio para os dados (SDA) e outro para o clock (SCL). Vale ressaltar que, ao ler essa informação, a variável é automaticamente reiniciada para zero, garantindo que os novos valores reflitam apenas as novas medições. O uso do ATTiny45 também contribui para a otimização do consumo de energia, especialmente durante o modo de deepsleep do ESP32, evitando problemas de aquecimento e melhorando a eficiência do sistema.

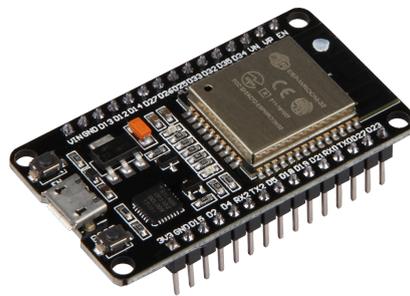


Figura 1 - ESP32



Figura 2 - Placa de prototipagem com chip ATTiny25.

O sensor de efeito Hall foi empregado para medir a quantidade de chuva, com base no movimento de uma báscula impressa em 3D (Figura 3). A impressão do corpo do pluviômetro foi realizada com filamento PLA, utilizando um design aberto de fácil reproduo, disponível no site Thingiverse, conforme o modelo disponibilizado por Samshad (2022). A estrutura foi escolhida pela simplicidade e precisão na medio.

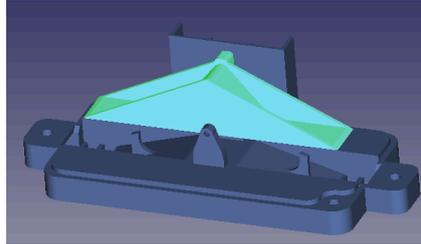


Figura 3 - Detalhe do sistema de báscula (gangorra).

A programação do ESP32 foi feita em Micropython, permitindo a leitura do sensor e a transmissão dos dados por meio do protocolo MQTT (Message Queuing Telemetry Transport). O MQTT  um protocolo leve de comunicao projetado para dispositivos com baixa largura de banda e recursos limitados, sendo amplamente utilizado em aplicaoes de Internet das Coisas (IoT) por sua eficiência na transmissão de dados em redes instáveis ou de baixa potência. Um backend foi desenvolvido em Python para receber, armazenar e disponibilizar os dados coletados, garantindo que as informaçoes pudessem ser acessadas remotamente. Vale ressaltar que o domínio 'servidor-exemplo.com', presente no código exibido na Figura 4, não pertence ao autor, sendo utilizado apenas como exemplo, pois no momento não se tinha um domínio disponível. Os testes reais foram conduzidos utilizando um serviço de túnel chamado NGROK, que permitiu o redirecionamento dos dados durante o desenvolvimento. Após a montagem do sistema, o dispositivo foi submetido a testes de calibrao, comparando os dados obtidos com medioes de pluviômetros tradicionais para validar sua precisão e realizar ajustes necessários.

```

# Importando as bibliotecas necessárias
import network
from time import sleep
import urequests
from machine import Pin, SoftI2C

# Configurando os pinos para o protocolo I2C
i2c = SoftI2C(scl=Pin(22), sda=Pin(21), freq=100000)

# Escaneando e imprimindo os dispositivos conectados via I2C
print("Dispositivos conectados no protocolo I2C:", i2c.scan())

# Habilitando a coleta de lixo automática
gc.enable()

# Configurando a interface de rede sem fio
sta_if = network.WLAN(network.STA_IF)
sta_if.active(True) # Ativando a interface de rede
sta_if.scan() # Escaneando redes disponíveis
sta_if.disconnect() # Desconectando de qualquer rede previamente conectada
sta_if.connect('nome_do_wifi', 'senha_do_wifi') # Conectando à rede especificada

# Imprimindo status enquanto espera conexão
print("Esperando por conexão WIFI...")

# Aguardando até a conexão ser estabelecida
while not sta_if.isconnected():
    sleep(1)
print("Conectado!")

# Tentativa de ler dados do pluviômetro via I2C
try:
    raw_plu = i2c.readfrom(33, 1) # Lendo dados do dispositivo no endereço I2C 33
    pluviometro = (ord(raw_plu)) / 4 # Convertendo o dado bruto para milímetros
    print("Pluviômetro: " + str(pluviometro) + "mm")

    try:
        # Enviando o valor do pluviômetro para um servidor via HTTP GET request
        url = f"http://servidor-exemplo.com/easymqtt?session=pluv&topic=Pluv&value={str(pluviometro)}"
        ures = urequests.get(url)
        ures.close() # Fechando a conexão HTTP
        gc.collect() # Coletando lixo para liberar memória
    except:
        # Tratando erros de conexão com a internet
        print("Erro: Problema com a internet.")

except:
    # Tratando erros de leitura do pluviômetro
    print("Erro: Pluviômetro não identificado.")

```

Figura 4 - Código simplificado executado no ESP32

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O principal resultado obtido foi a validação do pluviômetro automático com conexão com a internet para a visualização de dados para monitoramento de chuvas. Com o dispositivo montado e conectado na internet, foi possível monitorar a chuva ao longo de um período.

Como visto, houve uma precipitação que foi gravada pelo dispositivo pluviômetro disponibilizado na internet. A Figura 5 mostra a detecção de chuva do dia 25 de agosto de 2024. A Figura 6 mostra a precipitação que ocorreu no mesmo dia, porém, de um pluviômetro automático monitorado pelo CEMADEN (Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais), essas informações podem ser obtidas no próprio website do órgão.

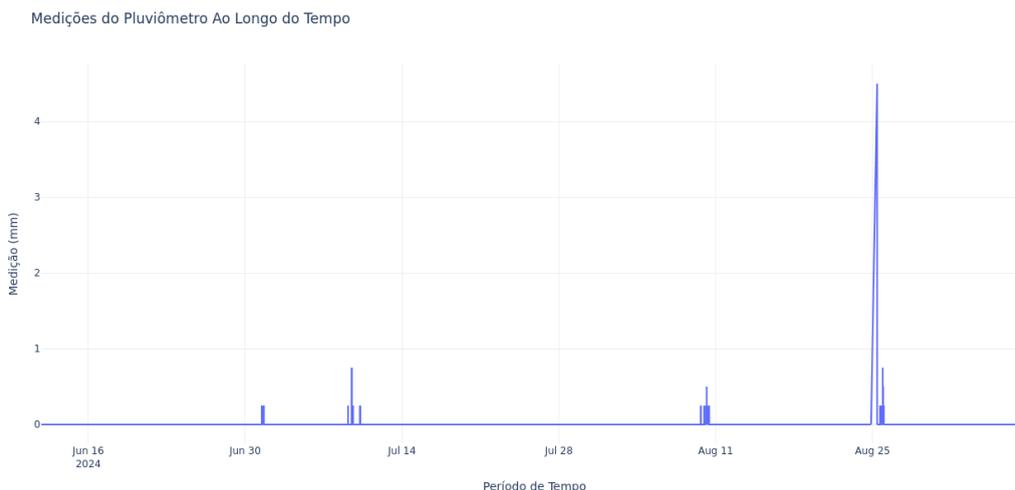


Figura 5 - Gráfico obtido pelo pluviômetro.

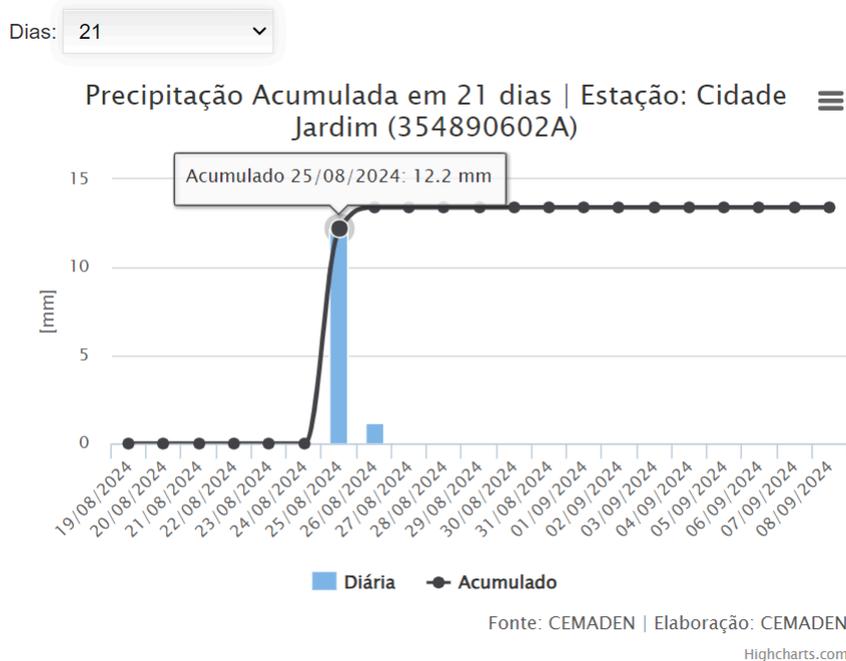


Figura 6 - Gráfico obtido do Pluviômetro CEMADEN.

CONCLUSÕES

O desenvolvimento do pluviômetro didático conectado à internet demonstrou ser uma ferramenta útil e acessível para o monitoramento de dados meteorológicos em tempo real. Diante de eventos climáticos recentes, como as enchentes no Rio Grande do Sul em 2024, torna-se ainda mais claro o valor de sistemas de monitoramento e alerta precoce. Embora este projeto tenha como foco principal a educação, ele destaca como soluções simples e acessíveis podem também ter aplicações práticas na prevenção de desastres naturais.

Os dados coletados pelo dispositivo são enviados automaticamente para a internet, podendo ser utilizados de diversas maneiras, conforme a necessidade dos usuários. O gráfico apresentado na Figura 5 é apenas um exemplo básico para ilustrar a funcionalidade do sistema, mas é importante ressaltar que é possível criar qualquer tipo de visualização de dados, incluindo gráficos mais avançados, como aqueles que mostram a acumulação de precipitação mensal ou até mesmo análises comparativas ao longo do tempo. O dispositivo, embora não seja a solução definitiva para situações como as enchentes,

mostra que tecnologias de baixo custo podem ser incorporadas a projetos comunitários de monitoramento, ajudando a melhorar a compreensão e a resposta a condições climáticas extremas.

Para o aprimoramento deste projeto, algumas direções podem ser exploradas. Uma delas seria a integração de novos sensores, como de temperatura e umidade, para proporcionar uma análise climática mais completa. Além disso, a implementação de alertas automáticos em caso de índices críticos de precipitação, por meio de notificações em tempo real via SMS ou aplicativos, pode aumentar a eficiência do sistema em situações de emergência. Outra ideia seria o uso de tecnologias de machine learning para a análise preditiva dos dados coletados, o que poderia ajudar na identificação de padrões e tendências climáticas, melhorando a resposta preventiva a desastres naturais. Também se sugere a criação de uma interface mais amigável para o usuário final, permitindo que a visualização dos dados seja ainda mais acessível e customizável. Por fim, a ampliação do projeto para redes de sensores interconectados em diferentes regiões poderia fornecer uma visão mais ampla e detalhada das condições meteorológicas em áreas urbanas e rurais.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

J. V. P. contribuiu com a concepção do protótipo, programação, conexão com internet e experimentos. R. A. atuou como orientador do andamento do projeto.

Todos os autores contribuíram com a revisão do trabalho e aprovaram a versão submetida.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, pelo incentivo e fomento.

Ao IFSP - Campus São Carlos.

Ao Senhor Glauber Franco, engenheiro da PETE, pelo auxílio durante o desenvolvimento do projeto.

REFERÊNCIAS

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA DO BRASIL. Normais Climatológicas (1961/1990). Brasília - DF, 1992. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/sobre-meteorologia>>. Acesso em 10 ago. 2024.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Mudanças Climáticas no Brasil: Impactos e Adaptações. São José dos Campos, 2022. Disponível em: https://www.inpe.br/mudancas_climaticas/relatorio_2022.pdf. Acesso em 10 ago. 2024.

MARTIN, G. MQTT Protocol for IoT Applications: A Review. International Journal of Computer Applications, Philadelphia, v. 24, n. 4, p. 34-42, 2017.

NACHTIGALL, L. F. CHUVA QUE ATINGIU LITORAL PAULISTA É A MAIOR DA HISTÓRIA NO BRASIL? 20/02/2023. Disponível em: <<https://metsul.com/chuva-que-atingiu-litoral-paulista-e-a-maior-da-historia-no-brasil/>>. Acesso em 10 mai. 2024.

SAMSHAD, Mohamed. Rain Gauge - Pluviômetro. Thingiverse, 2022. Disponível em: <<https://www.thingiverse.com/thing:5360087>>. Acesso em 16 out. 2024.

SCHUNK, D. H. Learning Theories: An Educational Perspective. 6. ed. Boston: Pearson, 2012.

SMITH, R.; ALLEN, T.; WATSON, M. Low-Cost Environmental Monitoring with Open-Source Tools. Journal of Educational Technology, Amsterdam, v. 18, n. 3, p. 101-115, 2021.