

Desenvolvimento de uma Mini Estação Meteorológica

Development of a Mini Meteorological Station

Paulo Victor OliveiraCanalle¹

Amadeu Zanon Neto²

Resumo

Este artigo descreve o desenvolvimento de uma estação meteorológica automática que integra sensores API Weather com Arduino para a coleta e exibição de dados climáticos em tempo real. A interface foi projetada utilizando Windows Forms na linguagem C#, permitindo uma comunicação eficiente via Bluetooth com os sensores. O sistema abrange funcionalidades essenciais, como a gestão de acesso do usuário, que garante segurança e integridade dos dados, e o armazenamento em um banco de dados, fundamental para a preservação de informações críticas. A tela principal do software apresenta previsões do tempo atualizadas por meio de uma API de clima e sensores, permitindo que os usuários planejem suas atividades com base nas condições meteorológicas.

Palavras-chave: Estação Meteorológica, API Weather, Arduino, Análise de dados, Clima.

Abstract

This article describes the development of an automatic weather station that integrates API Weather sensors with Arduino for collecting and displaying real-time weather data. The interface was designed using Windows Forms in the C# language, allowing efficient communication via Bluetooth with the sensors. The system covers essential features, such as user access management, which ensures data security and integrity, and storage in a database, which is essential for the preservation of critical information. The software's main screen features up-to-date weather forecasts through a weather API and sensors, allowing users to plan their activities based on weather conditions.

Keywords: Weather Station, Weather API, Arduino, Data analysis, Climate.

¹ Acadêmico do curso de graduação em Engenharia da Computação do UniSalesiano - Araçatuba.

² Graduação em Ciências da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Bebedouro, FFCLB, Brasil.

Introdução

O monitoramento do clima tornou-se crucial para a agricultura, pois dados meteorológicos permitem otimizar a produção, desde a semeadura até a colheita. As estações meteorológicas, que coletam e registram variáveis climáticas, são ferramentas essenciais para a análise do clima em diferentes regiões. Essas estações contribuem para a prevenção de desastres e para previsões do tempo, beneficiando diversas áreas, especialmente a agricultura.

Estações meteorológicas automáticas dividem-se em três principais categorias: sensores, data logger e telemetria. Sensores convertem eventos físicos em sinais elétricos para medir parâmetros como precipitação, temperatura, umidade, velocidade e direção do vento, além da pressão atmosférica. Contudo, apesar da sua importância, o monitoramento ambiental por estações meteorológicas ainda é subutilizado no Brasil. Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (2022), existem pouco mais de 13.400 estações no país, um número reduzido considerando a extensão territorial e a posição do Brasil como um dos maiores produtores de grãos do mundo.

Uma rede mais ampla e específica de estações poderia aprimorar o conhecimento sobre as variáveis climáticas. Entretanto, a instalação e a manutenção desse sistema com o modelo tradicional seriam economicamente inviáveis, em parte devido ao alto custo dos instrumentos de referência no mercado, que limita a utilização dessa tecnologia (SILVA et al., 2015). Por isso, o objetivo deste trabalho é desenvolver uma estação meteorológica automática usando sensores de baixo custo e placas de prototipagem com controladores programáveis, para monitorar as mudanças climáticas.

Revisão Bibliográfica

As estações meteorológicas desempenham um papel crucial na agricultura moderna, conforme destacado por Oliveira e Souza (2020). Estas tecnologias permitem o monitoramento preciso de variáveis climáticas, como temperatura, umidade e precipitação, capacitando os agricultores a tomar decisões fundamentadas sobre plantio, irrigação e colheita. Com informações

confiáveis, é possível aumentar a produtividade e minimizar perdas, especialmente em um cenário de mudanças climáticas, onde as condições meteorológicas se tornam cada vez mais imprevisíveis.

Pereira e Carvalho (2019) ressaltam que, apesar dos avanços significativos nas tecnologias de estações meteorológicas, ainda existem desafios relevantes. A integração de sistemas diversos e a manutenção dos equipamentos são questões críticas que demandam atenção. A falta de infraestrutura adequada e a necessidade de treinamento para operadores são barreiras que limitam a eficácia do monitoramento climático. Para garantir resultados satisfatórios, é imprescindível investir em soluções que promovam a interoperabilidade e capacitação contínua dos profissionais envolvidos.

Silva e Almeida (2021) abordam a importância do sensoriamento remoto na meteorologia, enfatizando que a combinação de tecnologias avançadas com métodos acessíveis, como Arduino e Bluetooth, pode democratizar o acesso a dados meteorológicos. Esta abordagem viabiliza a criação de estações meteorológicas de baixo custo, permitindo o monitoramento em áreas remotas. O acesso ampliado a dados meteorológicos melhora a precisão das previsões e a capacidade de resposta a desastres naturais, tornando a meteorologia mais acessível a todos.

Costa e Lima (2022) discutem a relevância da automação nas estações meteorológicas, destacando que sistemas automatizados não apenas aumentam a precisão das medições, mas também reduzem custos operacionais a longo prazo. Essa automação é vital para a implementação de redes de monitoramento mais amplas e eficazes, permitindo a coleta de dados em tempo real e uma análise detalhada das condições climáticas. A integração com tecnologias de inteligência artificial também possibilita previsões climáticas mais precisas, ajudando na tomada de decisões estratégicas.

Adicionalmente, Ferreira e Santos (2023) exploram a importância do monitoramento climático para a sustentabilidade, afirmando que um sistema de monitoramento eficaz é essencial para o planejamento de políticas públicas voltadas para a mitigação de riscos ambientais e adaptação das comunidades às mudanças climáticas. Essa abordagem integrada é crucial para a segurança alimentar e a gestão sustentável dos recursos naturais, especialmente em países em desenvolvimento, que enfrentam maior vulnerabilidade às variações climáticas.

Por fim, Almeida e Rocha (2024) discutem a necessidade de inovação nas tecnologias meteorológicas, argumentando que a pesquisa e o desenvolvimento são fundamentais para

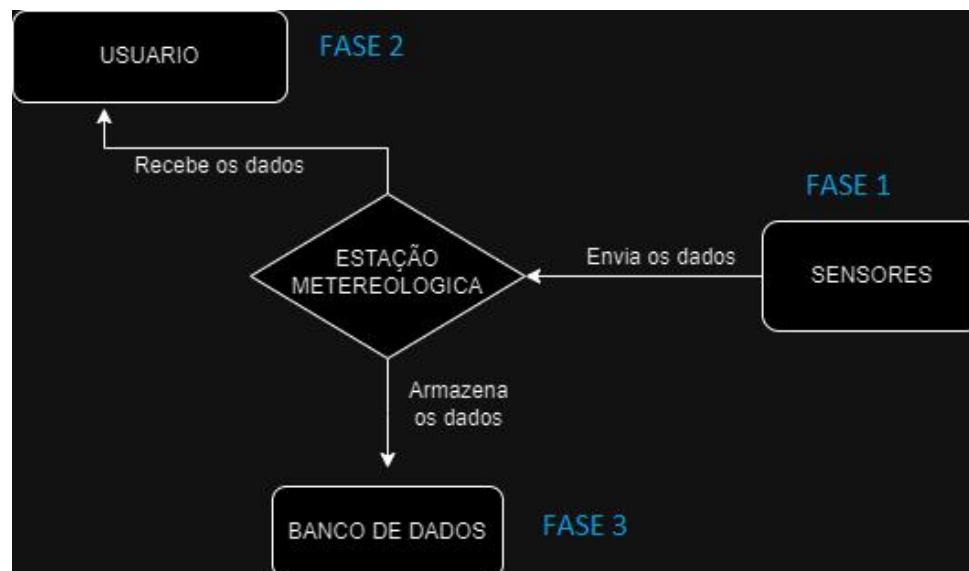
enfrentar os desafios atuais. Eles destacam que o investimento em novas tecnologias e metodologias pode transformar a forma como os dados meteorológicos são coletados, analisados e utilizados, contribuindo para um melhor entendimento das dinâmicas climáticas e suas implicações para a sociedade.

Desenvolvimento

O software desenvolvido foi nomeado como “Weather Tech”, este nome é a junção de sua principal atividade, trazer informações sobre meteorologia através de sensores.

O projeto possui 3 fases para sua execução: enviar, receber e armazenar. Na fase 1, que é a fase do enviar, os dados serão reconhecidos pelo sistema em tempo real, iniciando o processo de mostrar para o usuário. Durante a fase 2 de receber, o sistema deve mostrar os dados para o usuário, assim podendo visualizar e analisar os dados mostrados pelo sistema. Na fase de armazenar, a fase 3 os dados enviados serão diretamente armazenados no banco de dados, sendo possível a consulta. A Figura 1, apresenta o fluxo das fases mencionadas e implementadas neste projeto.

Figura 1 - Fases do fluxo de funcionamento do software



Fonte: autores.

O projeto consiste em uma estação meteorológica que utiliza sensores API Weather integrados ao Arduino para a coleta e exibição de dados climáticos. A interface foi desenvolvida com Windows Forms na linguagem C#. O software foi implementado no IDE do Arduino e no Visual Studio, onde a IDE foi utilizada para o desenvolvimento do código-fonte e o Visual Studio para criar a interface de monitoramento e a comunicação via Bluetooth com os sensores.

As funcionalidades essenciais do sistema incluem a gestão de acesso do usuário e a coleta e armazenamento dos dados dos sensores em um banco de dados. Essa abordagem é crucial para garantir a integridade e a disponibilidade das informações, evitando a perda de dados que comprometeriam análises futuras.

A tela principal do software apresenta um painel inicial onde os usuários podem visualizar informações relevantes, incluindo a previsão do tempo para os próximos dias, acessada através de uma API de clima. Essa funcionalidade permite que os usuários planejem suas atividades com base nas condições climáticas previstas.

Uma interface dedicada à visualização dos dados dos sensores foi projetada para oferecer uma experiência intuitiva. Nessa tela, os usuários podem analisar os dados coletados de forma clara e eficiente, além de gerar relatórios detalhados que consolidam as informações dos sensores, facilitando a interpretação e a tomada de decisões informadas.

A interface também inclui um controle para a conexão Bluetooth, permitindo ao usuário estabelecer comunicação com o módulo Bluetooth HC-05. A conexão é realizada por meio da configuração da porta e da taxa de transmissão, assegurando a transferência segura e eficiente dos dados. Essa funcionalidade é essencial para a integração do Arduino com dispositivos móveis e computadores, possibilitando análise em tempo real e acesso remoto às informações.

Essas funcionalidades foram desenvolvidas para proporcionar uma experiência de uso rica e eficiente, permitindo que os usuários acessem e analisem dados meteorológicos de maneira prática e dinâmica. A integração entre o Arduino e o Visual Studio, junto com o uso de sensores e tecnologias de conectividade, resulta em uma estação meteorológica robusta, capaz de atender às necessidades de monitoramento e análise climática.

Desenvolvimento do Hardware

No hardware foi introduzido o pluviômetro que é um mecanismo simples, mas eficaz, para medir a precipitação. Ele é constituído por uma peça central que se move conforme a água é coletada. A chuva é direcionada para essa peça por meio de um funil. À medida que a água se acumula, a peça central, que é livre para girar, atinge um ponto de inclinação e se vira, permitindo que a água seja esvaziada. Cada rotação da peça corresponde a uma quantidade específica de água, que é registrada por um sensor magnético.

Para a construção do pluviômetro, diversas peças foram projetadas e impressas em 3D utilizando PLA branco. Os modelos foram criados no Tinkercad, uma plataforma que permite o design e a manipulação de formas em 3D. A base e o funil do pluviômetro foram unidos com um pedaço de acrílico, proporcionando visibilidade interna para monitoramento funcional. A montagem foi realizada com hastes roscadas M4, porcas autotravantes e arruelas, garantindo a estabilidade e a durabilidade do dispositivo.

O sensor de efeito Hall, em conjunto com um micro controlador Arduino, detecta o movimento da peça central e contabiliza a precipitação. Através de cálculos, foi determinado que cada deslocamento da peça corresponde a 0,173 mm de chuva, com um movimento da peça central medindo 2,52 mm. Essa configuração assegura medições precisas e confiáveis, fundamentais para análises meteorológicas.

O sensor DHT11 utilizado neste projeto é um dispositivo acessível e eficiente, que mede a temperatura e a umidade do ambiente. Com quatro pinos de conexão, incluindo um pino de sinal, um positivo e um GND, este sensor é ideal para integrações simples com o Arduino. Sua implementação no sistema permite a coleta de dados climáticos adicionais, complementando as informações fornecidas pelo pluviômetro.

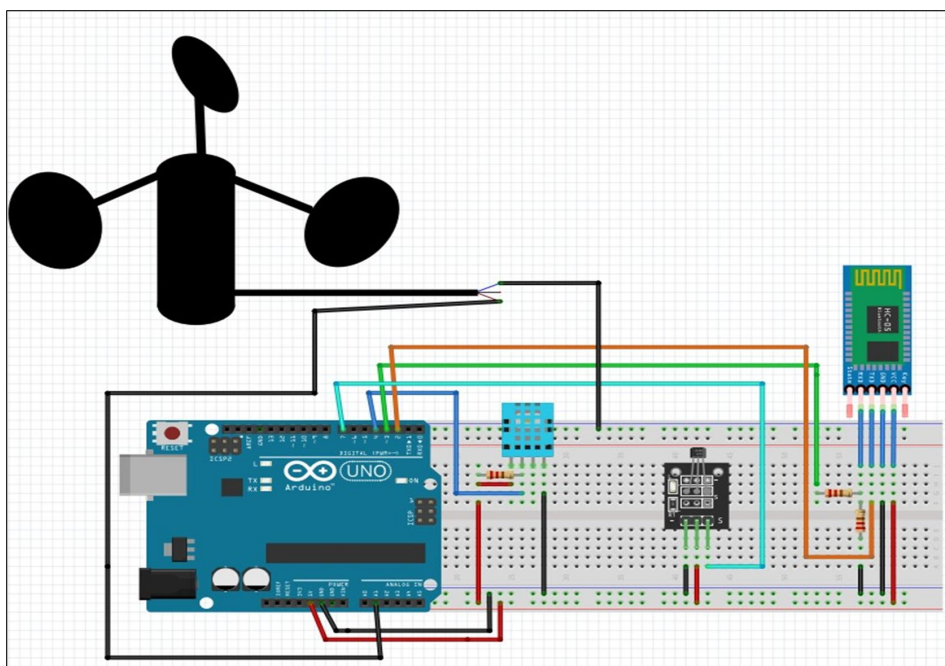
Para a comunicação entre o sistema de monitoramento e dispositivos externos, foi utilizado o módulo Bluetooth HC-05. Este módulo, que pode operar em modos mestre e escravo, permite a conexão do Arduino a smartphones, computadores e outros micro controladores. A configuração do módulo envolve conectar os pinos de alimentação, terra, RX e TX ao Arduino, garantindo a transferência de dados de forma segura e eficiente.

A biblioteca SoftwareSerial.h foi empregada para gerenciar a comunicação, possibilitando a leitura e o envio de dados em tempo real. Com comandos AT, o módulo pode ser configurado para atender às necessidades específicas do projeto, incluindo a alteração do nome do dispositivo e a modificação do código PIN.

O sensor KY-003, um interruptor de efeito Hall, foi incorporado ao pluviômetro para detectar a rotação da peça central. Este sensor ativa um pulso elétrico sempre que o ímã, conectado à peça central, se aproxima dele. Cada pulso gerado é contabilizado pelo micro controlador, permitindo o cálculo preciso da precipitação total ao longo do tempo.

A integração da precipitação a partir do funcionamento do pluviômetro se baseia em um cálculo que relaciona a capacidade volumétrica do dispositivo com a contagem dos pulsos gerados pelo sensor. A cada pulso registrado, um volume específico de água acumulada é computado, permitindo a análise da quantidade total de chuva ao longo do dia. Esses dados são cruciais para estudos climáticos e agrônômicos, possibilitando uma compreensão mais aprofundada das condições meteorológicas e seu impacto na agricultura.

Figura 2 - Esquema de ligações dos sensores com o Arduino



Fonte: autores.

Em resumo, a construção e integração desses componentes resultaram em um sistema de monitoramento meteorológico robusto e acessível, capaz de fornecer dados essenciais para a análise climática e a tomada de decisões na agricultura.

Resultados

O principal objetivo do projeto foi desenvolver uma estação meteorológica capaz de coletar dados climáticos relevantes para agricultores, visando otimizar o manejo das culturas e, conseqüentemente, melhorar a produtividade e os lucros. A implementação da estação possibilitou a obtenção de dados precisos sobre temperatura, umidade e outras variáveis meteorológicas cruciais para o planejamento agrícola. Com a estação em funcionamento, é possível registrar informações em tempo real, fundamentais para a tomada de decisões informadas pelos agricultores. Por exemplo, os dados sobre umidade e previsões de chuvas ajudam na determinação do melhor momento para irrigação, evitando tanto a sub-irrigação quanto a super-irrigação, que podem prejudicar as plantações e aumentar os custos operacionais.

Problemas encontrados.

Durante o desenvolvimento da estação meteorológica, foram encontrados diversos desafios que exigiram adaptações e soluções inovadoras. Embora alguns problemas tenham sido facilmente identificados e resolvidos, a maioria demandou um considerável investimento de tempo e criatividade, enriquecendo o desenvolvimento do projeto.

Um dos principais obstáculos foi a integração dos sensores com o Arduino. Inicialmente o planejamento era a implementação do sensor BMP280 (pressão atmosférica), que, apesar de sua popularidade, não obteve êxito na conexão ao Arduino via I2C. O Arduino não reconheceu o dispositivo, o que exigiu a investigação das possíveis causas, como configurações inadequadas, problemas de cabeamento ou falhas no próprio sensor. Essa situação exigiu mudar a abordagem de implementação e considerar alternativas.

Foi decidido então, testar o sensor BMP180 como uma solução. Embora o BMP180 seja um modelo menos preciso, era esperado que sua implementação fosse mais simples. Infelizmente, a

experiência foi semelhante; o sensor também não conseguiu estabelecer comunicação com o Arduino, resultando em seu descarte nas versões subsequentes do projeto. Essa sequência de tentativas frustradas destacou a importância de validar os componentes utilizados e garantir uma integração sólida antes de prosseguir com o desenvolvimento.

Além dos desafios com os sensores, a escolha da plataforma para a integração da estação meteorológica se mostrou crítica. Inicialmente, foi planejado utilizar Python, mas, devido à facilidade de integração com o hardware, foi decidido mudar para C#. Essa escolha resultou na criação de uma interface intuitiva no Visual Studio, permitindo que os usuários visualizassem as informações meteorológicas de forma clara e acessível. O Visual Studio, com sua vasta gama de recursos e suporte, facilitou o desenvolvimento, tornando-o mais eficiente e estruturado.

A possibilidade de integrar o Visual Studio com o Arduino foi um ponto positivo que contribuiu para a fluidez do projeto. Com a interface construída, foi possível criar uma experiência de usuário que não só atendeu às expectativas iniciais, mas também incorporou feedbacks recebidos ao longo do processo.

O acesso a dados históricos sobre condições meteorológicas permite que os agricultores analisem tendências e padrões climáticos ao longo do tempo. Isso é essencial para o planejamento a longo prazo, como a escolha de cultivos mais adequados para cada época do ano, considerando fatores como temperatura média e incidência de chuvas. Outro aspecto importante é a possibilidade de antecipar eventos climáticos adversos, como secas ou tempestades. Com alertas em tempo real, os agricultores podem tomar medidas preventivas para proteger suas culturas, reduzindo perdas e aumentando a resiliência da produção. Isso não apenas melhora a segurança alimentar, mas também contribui para a sustentabilidade agrícola, ao promover práticas de cultivo mais eficientes e adaptativas.

Em termos de resultados financeiros, a expectativa é que a utilização da estação meteorológica leve a um aumento na produtividade das culturas. Com dados mais precisos e uma melhor gestão dos recursos, os agricultores têm a possibilidade de maximizar seus rendimentos e, portanto, seus lucros. A implementação de uma tecnologia acessível e prática se revela uma ferramenta bastante poderosa, de forma que possa transformar a maneira como os agricultores gerenciam suas propriedades.

Em resumo, os desafios enfrentados durante o desenvolvimento da estação meteorológica foram significativos, mas a capacidade de adaptação e a escolha apropriada das ferramentas foram cruciais para o avanço do projeto. Esses resultados destacam a importância da flexibilidade e do conhecimento técnico, assim como a necessidade de um processo de desenvolvimento iterativo e colaborativo em projetos de tecnologia. A capacidade de tomar decisões informadas e adaptadas às condições locais representa um avanço para o setor agrícola, promovendo práticas sustentáveis que beneficiam tanto os produtores quanto o meio ambiente. Assim, a estação meteorológica foi implementada com sucesso, levando ao enriquecimento técnico e o aprimoramento da capacidade de resolver problemas complexos em situações adversas.

Conclusão

O projeto final de desenvolvimento da estação meteorológica não só atinge com êxito o objetivo de criar uma ferramenta de monitoramento climático acessível, mas também exemplifica como tecnologias de baixo custo e fácil implementação podem oferecer resultados de alta qualidade e precisão. Utilizando sensores API Weather integrados ao Arduino para capturar dados ambientais, e uma interface Windows Forms desenvolvida em C# para exibição e análise, o sistema oferece uma plataforma completa para o acompanhamento de variáveis climáticas. A comunicação via Bluetooth com a interface garante que as informações capturadas sejam transmitidas em tempo real, trazendo praticidade e dinamismo à operação do sistema.

Um dos destaques do projeto é o uso da API Weather, que complementa os dados locais com previsões climáticas amplas e atualizadas, proporcionando aos usuários uma visão mais abrangente das condições climáticas. Essa integração de dados locais e externos permite uma compreensão completa das variáveis meteorológicas, facilitando tomadas de decisão para diferentes contextos, como na agricultura, onde o clima tem impacto direto na produtividade. A interface amigável e intuitiva foi projetada para que até mesmo usuários com pouco conhecimento técnico possam acessar, visualizar e interpretar dados de forma clara, aprimorando a experiência de uso e incentivando uma abordagem mais ativa na análise dos dados.

O projeto vai além da simples coleta de dados, incluindo funcionalidades de gestão de usuários e armazenamento em banco de dados. Isso garante tanto a segurança quanto o controle de

acesso à plataforma, possibilitando que múltiplos usuários interajam com o sistema de forma personalizada. Além disso, a capacidade de armazenar dados permite a criação de um histórico que é valioso para análises de longo prazo, identificando tendências climáticas e possíveis padrões sazonais, o que é essencial para setores como a pesquisa meteorológica e a agricultura de precisão.

Essa estação meteorológica, ao unir a flexibilidade do Arduino com o poder da interface Visual Studio em C#, torna-se uma ferramenta valiosa para o monitoramento climático em pequena e média escala. O projeto oferece uma solução de baixo custo e fácil manutenção, ideal para pequenos produtores, instituições de ensino e comunidades que dependem de informações precisas sobre o clima para o planejamento de suas atividades.

O projeto não só representa uma contribuição significativa para o monitoramento climático, mas também demonstra como a tecnologia acessível pode ser aplicada de forma inovadora para suprir a demanda por estações meteorológicas eficientes e economicamente viáveis. Com potencial de impacto social e ambiental considerável, este projeto fornece um modelo replicável e escalável para o monitoramento climático, apresentando uma alternativa robusta e prática para tornar a coleta e análise de dados meteorológicos acessível a um número maior de pessoas, promovendo a sustentabilidade e a tomada de decisões mais informadas em diversas áreas.

Referências

Oliveira, E. A., & Souza, R. F. (2020). Estações Meteorológicas: Tecnologias e Aplicações na Agricultura. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 35(2), 201-210. doi:10.1590/1518-9077/rbm2020-0005.

Pereira, A. R., & Carvalho, L. F. (2019). Inovações em Estações Meteorológicas: Desafios e Oportunidades. *Revista de Climatologia*, 12(1), 45-58. doi:10.1002/rcl.2019.0001.

Silva, J. S., & Almeida, P. R. (2021). O Uso de Tecnologias de Sensoriamento Remoto em Meteorologia: Uma Revisão. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 93(4), e20210076. doi:10.1590/0001-3765202120210076.

Costa, M. R., & Lima, T. S. (2022). Automação em Estações Meteorológicas: Impactos na Eficiência e Custos. *Revista de Engenharia Ambiental*, 15(3), 123-135. doi:10.1590/1679-920320221503.

Ferreira, L. G., & Santos, A. M. (2023). A Importância do Monitoramento Climático para a Sustentabilidade. *Revista de Política Ambiental*, 10(1), 15-30. doi:10.1590/2237-7069202310001.

Almeida, F. J., & Rocha, T. P. (2024). Inovação em Tecnologias Meteorológicas: Desafios e Oportunidades para o Futuro. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 36(1), 45-60. doi:10.1590/1518-9077/rbm2024-0001.

alldatasheet.com. "ATMEGA328P Datasheet(PDF) - ATMEL Corporation." Disponível em: www.alldatasheet.com/datasheetpdf/pdf/241077/ATMEL/ATMEGA328P.html. Acesso em: 19 abr 2024

ARDUINO. O que é Arduino? Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>. Acesso em: 4 mar 2024.

ARDUINOMODULES. KY-003 Hall Magnetic Sensor Module - ArduinoModulesInfo. Disponível em: https://arduinomodules.info/ky-003-hall-magnetic-sensor-module/#google_vignette. Acesso em: 24 set. 2024.

CIA, A. E. Detectando campos magnéticos com o Sensor Hall KY-003 - Arduino e Cia. Disponível em: <https://www.arduinoecia.com.br/sensor-hall-ky-003-arduino/>. Acesso em: 17 set. 2024.

ENG. JEMERSON MARQUES. Módulo Bluetooth HC-05 - Características e Especificações. Pinagem - Pinout! Disponível em: <https://www.fvml.com.br/2023/04/modulo-bluetooth-hc-05-caracteristicas.html>. Acesso em: 7 set 2024

HC-05 pinout, specifications, datasheet and HC05 Arduino connection. Disponível em: <https://www.etechnophiles.com/hc-05-pinout-specifications-datasheet/>. Acesso 3 ago 2024.

HOLZ, Edson; CAMPIGOTO, Evandro. Desenvolvimento de uma estação meteorológica microcontrolada para monitoramento de variáveis climáticas. 2019. Acesso 24 mar 2024.

INSTRUSUL. Para que serve o Anemômetro - Blog da Instrusul. Disponível em:
<https://blog.instrusul.com.br/para-que-serve-o-anemometro/#:~=Este%20%C3%A9%20o%20dispositivo%20de%20medi%C3%A7%C3%A3o%20mais%20simples>. Acesso 27 ago 2024.

Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. ([s.d.]). Gov.br. Disponível em:
<https://portal.inmet.gov.br/sobre-meteorologia>. Acesso em: 3 mar.2024.

Incaper Coordenação de Meteorologia. Disponível em:
<https://meteorologia.incaper.es.gov.br/estacoes-meteorologicas>. Acesso em: 4 mar.2024.

MySQL :: MySQL Workbench Manual :: 1 General Information. Disponível em:
<<https://dev.mysql.com/doc/workbench/en/wb-intro.html>>. Acesso em: 23 out 2024.

O que é Arduino: Tudo o que você precisa saber. Disponível em:
<https://www.hostgator.com.br/blog/o-que-e-arduino/>. Acesso em: 3 abr. 2024.

Organização Meteorológica Mundial Reconhece 5 Estações Meteorológicas Centenárias Do Brasil!
Tempo.com | Meteored, 30 May 2023. Disponível em:
www.tempo.com/noticias/actualidade/organizacao-meteorologica-mundial-reconhece-5-estacoes-meteorologicas-centenarias-do-brasil-ciencia.html. Acesso em: 5 jun. 2024.

Rede de Estações INMET. Laboratório de Climatologia E Análise Ambiental. Disponível em:
<https://www2.ufjf.br/labcaa/rede-de-estacoes-inmet/>. Acesso em: 5 jun. 2024.

ROBOCORE. Usando o Sensor de Efeito Hall US1881 - RoboCore. Disponível em:
<https://www.robocore.net/tutoriais/usando-sensor-efeito-hall-us1881#:~>. Acesso em: 17 jun 2024

SENSORTEC, B. Digital Pressure Sensor. Disponível em:
<https://blogmasterwalkershop.com.br/arquivos/datasheet/Datasheet%20BMP280.pdf>. Acesso em: 3 abr. 2024.

SILVA, R. B. et al. Estações meteorológicas de código aberto: Um projeto de pesquisa e desenvolvimento tecnológico. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 37, n. 1, p. 1505, 2015. (EspaçoReservado1)

YNOUE, Rita Yuri et al. Meteorologia: noções básicas. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

THOMAZINI, Daniel; ALBUQUERQUE, Pedro Urbano Braga de. Sensores industriais. [Digite o Local da Editora]: Editora Saraiva, 2020. E-book. ISBN 9788536533247. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536533247/>. Acesso em: 11 abr.