

Feira de Iniciação Científica e Extensão

Desenvolvimento de uma Estação Meteorológica de Baixo Custo - Fase II

Categoria: Pesquisa

Trabalho: Trabalho em Andamento

Nível: Graduação

Rafael Luiz C. Santos Pereira¹; Paulo Vinícius Kuss²; Rafael de Moura Speroni³Daniel Fernando Anderle⁴

RESUMO

O trabalho descreve a segunda fase do projeto que tem por finalidade o desenvolvimento de uma estação meteorológica de baixo custo, caracterizada como um dispositivo de internet das coisas (IoT). Tendo como ponto de partida um protótipo desenvolvido com projeto de código aberto, a segunda fase tem por objetivo a otimização das estruturas, visando ao projeto e construção de um equipamento mais compacto, bem como da substituição de circuitos e componentes eletrônicos. Por meio da comparação com uma solução comercial, identificou-se a necessidade de alterações em componentes de hardware, bem como de ajustes nos códigos-fonte responsáveis pela coleta e envio dos dados. Atualmente, encontra-se em fase de construção do segundo protótipo, já incluindo as melhorias.

Palavras-chave: estação meteorológica; internet das coisas; clima.

1. INTRODUÇÃO

Segundo o Atlas Digital de Desastres no Brasil (Brasil, 2023), no ano de 2023, o estado de Santa Catarina registrou 386 ocorrências de eventos climáticos extremos, resultando em graves consequências. Esses eventos afetaram diretamente 1.346.345 pessoas, deixando 98.428 desabrigados e desalojados. Os danos materiais foram avaliados em R\$1.6 Bi, enquanto os prejuízos totais atingiram a cifra de R\$3.48 Bi, além de resultar em 10 óbitos. Esses eventos, classificados como de origem hidrológica (inundações, alagamentos, enchentes, deslizamentos) e meteorológica (raios, ciclones, tornados, vendavais), evidenciam a vulnerabilidade da região frente aos eventos climáticos extremos.

Diante desse cenário torna-se evidente, a importância de uma rede de estações meteorológicas conectadas e inteligentes para a prevenção e o alerta antecipado que potencialmente podem salvar vidas e minimizar os riscos de perdas humanas e materiais. Nos últimos 10 anos, Santa Catarina registrou 32 óbitos decorrentes de eventos climáticos de origem hidrológica, conforme indicado pelo Atlas Digital de Desastres no Brasil (Brasil, 2023).

A Internet das Coisas (IoT) é um conceito que ainda está em evolução, sem uma definição fixa e amplamente aceita. Segundo Mouha (2021), a IoT continua a

¹ Estudante do curso de Bacharelado em Sistemas de Informação, IFC Camboriú, rafaelluizcc@gmail.com - bolsista - Edital 12/2024

² Estudante do curso BSI, Instituto Federal Catarinense - Campus Camboriú, e-mail pviniks@gmail.com

³ Professor orientador, IFC Camboriú, rafael.speroni@ifc.edu.br

⁴ Professor orientador, IFC Camboriú, daniel.andерle@ifc.edu.br

amadurecer, sendo um dos conceitos mais novos e populares no mundo da tecnologia da informação. A essência da IoT está na ideia de "coisas" — qualquer dispositivo equipado com sensores embutidos, capaz de coletar dados e transmiti-los por meio de redes sem a necessidade de intervenção humana. A tecnologia incorporada nesses dispositivos permite que eles interajam tanto com seu estado interno quanto com o ambiente externo, auxiliando no processo de tomada de decisões.

Nesse contexto, a tecnologia IoT tem o potencial de desempenhar um papel vital na prevenção de perdas humanas durante desastres. Ao utilizar estações meteorológicas de baixo custo conectadas, a tecnologia IoT pode ajudar a prever situações de risco analisando a meteorologia e em casos de risco, emitindo alertas antecipados, possibilitando uma resposta rápida e eficaz para minimizar os impactos de eventos climáticos extremos. Assim, a tecnologia pode ser uma aliada poderosa na mitigação de desastres, salvando vidas e reduzindo prejuízos.

A implantação de uma estação meteorológica oferece diversas vantagens, mas um dos obstáculos à sua popularização e uso em larga escala é o custo. As alternativas mais baratas de estações meteorológicas comerciais têm seu preço aproximado iniciando em R\$2.500,00⁵, enquanto que o custo estimado para a fabricação deste protótipo, é de aproximadamente R\$440,00. O desenvolvimento de uma estação meteorológica de baixo custo no campus IFC Camboriú⁶ é benéfico para toda a comunidade do Instituto Federal, pois promove a criação de uma tecnologia acessível com múltiplas aplicações, desde o uso agrícola até a prevenção de desastres naturais.

As tecnologias *open source* foram essenciais no desenvolvimento da estação meteorológica de baixo custo. Essa tecnologia permite que usuários modifiquem e adaptem ferramentas sem custos, oferecendo flexibilidade e acessibilidade no desenvolvimento. Um exemplo é a tecnologia da placa ESP32, de hardware aberto. A natureza *open source* dessas ferramentas acelerou o progresso do projeto, permitindo o uso de diversos recursos sem restrições financeiras.

No trabalho anterior, intitulado "Desenvolvimento de uma Estação Meteorológica de Baixo Custo para Mapeamento de Microclima" (Grandi et al., 2023), foi discutido o desenvolvimento de um protótipo para demonstração da tecnologia e para estudos de viabilidade. Com o avanço desse projeto, na segunda versão, está em desenvolvimento uma estação meteorológica independente com estrutura compacta, capaz de ser instalada em ambientes externos. Este novo modelo visa oferecer um baixo custo, mas com funcionalidades semelhantes às das estações meteorológicas comerciais, proporcionando uma solução prática e acessível para o monitoramento climático.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para o desenvolvimento do trabalho está sendo realizada a pesquisa bibliográfica, segundo a qual se faz a revisão da literatura relacionada à temática. Nesta abordagem, a resolução de um problema é buscada por meio da análise dos referenciais teóricos e suas contribuições (Boccato, 2006).

A pesquisa se caracteriza como Tecnológica (Freitas Júnior et. al, 2014), uma vez que o conhecimento tecnológico é responsável pelo desenvolvimento de teorias de aplicação extremamente restritas, com vistas à solução de problemas pontuais e

⁵ Pesquisa de preço realizada em sites no Brasil.

⁶ Projeto aprovado no Edital 12/2024 – Apoio a Projetos de Pesquisa no Laboratório IFMaker

na maioria das vezes isolados, mais voltados à inovação tecnológica. Para Cupani (2006), o conhecimento tecnológico, estando dirigido a uma tarefa específica, tem como resultado tipos de soluções para determinadas aplicações.

A revisão de literatura ocorre em paralelo com as demais etapas do projeto, em função da necessidade de compreensão de conceitos e da identificação de técnicas específicas a serem utilizadas.

Partiu-se de um primeiro protótipo, desenvolvido na edição anterior do projeto (Grandi *et al.*, 2023), cujas peças estruturais foram impressas em impressoras 3D, a partir de projeto de código aberto (Ward, 2018), e o módulo eletrônico foi baseado em uma placa ESP32, um conjunto de microprocessadores de baixo custo, compatível com diversos tipos de sensores.

A etapa seguinte teve por objetivo integrar o protótipo desenvolvido com um serviço de coleta, armazenamento e visualização de dados⁷. Para tal, utilizou-se o servidor de IoT Thingsboard (2024), disponível na infraestrutura do IFMaker do IFC-Camboriú. Este servidor conta com uma Interface de Programação de Aplicação (API) *Restful*, e os dados são enviados pela estação meteorológica por meio de requisições HTTP.

Visando à identificação das necessidades de melhorias na estação projetada, as medidas coletadas a partir dos sensores do protótipo foram comparadas com as medidas obtidas pela estação meteorológica do Curso Técnico em Defesa Civil do IFC-Camboriú⁸, que trata-se de um modelo comercial. A partir desta comparação, identificou-se uma inconsistência nos cálculos do pluviômetro e do anemômetro, para os quais se buscou a correção.

Visando aos ajustes de medidas, passou-se à alteração de componentes estruturais da estação. Assim, projetou-se uma nova versão para o chassi principal, mais compacta, e que permita uma melhor fixação em uma haste. Além disso, houve necessidade de reprojetar o anemômetro, uma vez que o primeiro modelo estava pouco sensível. Foram feitos os desenhos técnicos auxiliados por computador, com a posterior modelagem 3D e exportação para formato compatível com as impressoras 3D.

Atualmente, ainda está em desenvolvimento a nova versão do anemômetro, bem como busca-se otimizar a solução da alimentação da estação, com o uso de painéis de energia solar e baterias. O objetivo é garantir a autonomia do equipamento, de forma que seja capaz de funcionar de forma ininterrupta.

A próxima seção descreve em mais detalhes os componentes da estação, além de apresentar alguns dos artefatos gerados no processo de desenho técnico e modelagem do novo protótipo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O protótipo resultante da Fase 1 do projeto tem uma estrutura cuja finalidade era possibilitar a demonstração dos componentes, e o circuito eletrônico foi montado de maneira provisória, utilizando-se uma placa de ensaio (*protoboard*), conforme foto apresentada na figura 1.

⁷Painel de visualização das medidas da Estação desenvolvida: <https://abre.ai/estacaoifmaker>

⁸ Painel da Estação Meteorológica do TDC:

<https://ambientweather.net/dashboard/60a4f7e92df2960cb08d2a92a3607a94>

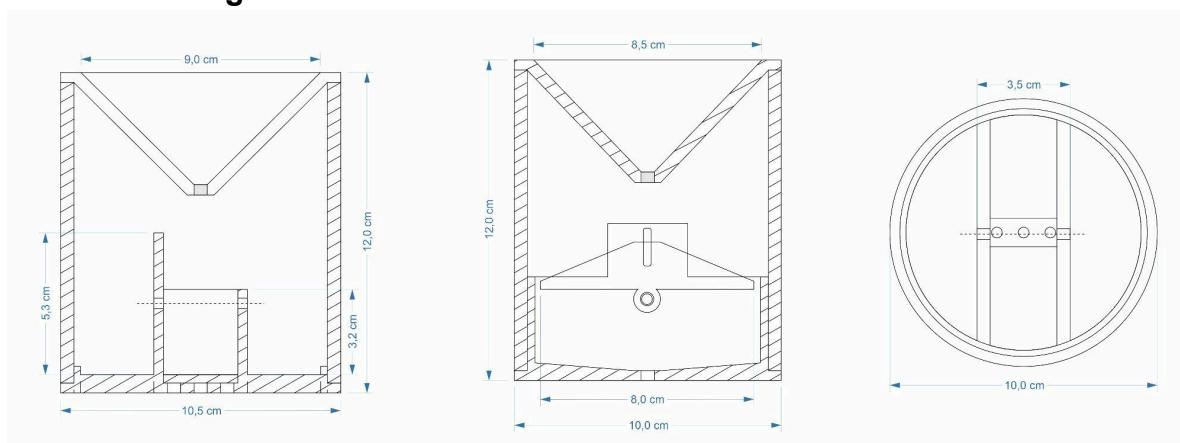
Figura 1 - Estação Meteorológica: Protótipo da Fase 1 do projeto



Fonte: Elaborado pelos autores

O funcionamento do pluviômetro é baseado no princípio de medição de volume coletado. Conforme a água da chuva desce por um funil, ela é direcionada para a báscula, que funciona como uma pequena balança. Quando a báscula atinge um determinado volume de água, seu peso faz com que ela incline, o movimento é detectado por um sensor, (Mansano et al., 2015, p. 19) a precipitação é contabilizada contando o número de interações do sensor, após, os dados dos sensores então são processados pela placa principal, que envia os valores para o servidor.

Figura 2 - Desenho Técnico do Pluviômetro de Básula.



Fonte: Elaborado pelos autores

A Figura 2 apresenta um desenho técnico do pluviômetro, no desenho estão dispostos respectivamente, a vista lateral em corte, a vista frontal em corte, e a vista superior do pluviômetro.

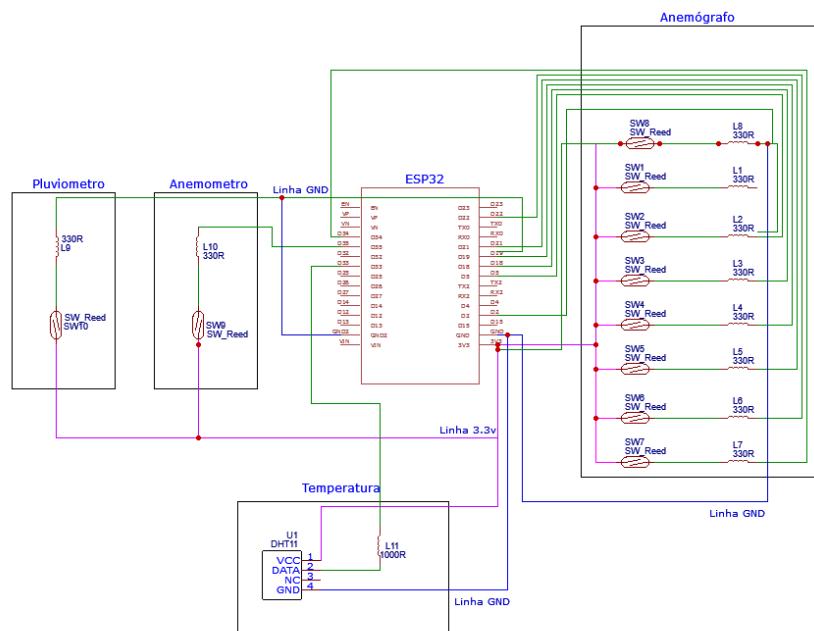
O anemômetro, sensor para medir a velocidade do vento, utiliza uma hélice anemométrica conectada a um eixo metálico, que é suportado por dois rolamentos, fixos a uma base, onde está posicionado um sensor magnético (reed switch). Na estrutura da hélice foi acoplado um ímã de neodímio. Conforme a hélice gira com a força do vento, o ímã passa pelo reed switch, gerando pulsos elétricos. O sistema, então, contabiliza o número de pulsos emitidos em um determinado período, permitindo o cálculo da velocidade do vento.

Já o anemógrafo, que está montado em uma estrutura semelhante à do

anemômetro, conta com uma peça móvel que muda de posição, conforme a direção do vento. A peça possui um ímã de neodímio que, ao girar, passa por 8 sensores magnéticos (*reed switches*), dispostos ao redor do sensor. Cada um destes sensores corresponde a um dos pontos cardinais (Norte, Sul, Leste, Oeste) e colaterais (Nordeste, Noroeste, Sudeste, Sudoeste), são acionados a depender da posição em que o ímã se encontra, gerando um sinal elétrico.

Para a medição de temperatura (termômetro) e umidade (higrômetro), o sensor escolhido foi o DHT11. Trata-se de um sensor amplamente utilizado em projetos de monitoramento ambiental devido à sua confiabilidade, simplicidade de uso, e baixo custo, e cujo princípio de funcionamento baseia-se em um termistor e um sensor capacitivo. As medidas deste sensor podem ser coletadas diretamente, sem a necessidade de cálculo ou transformação.

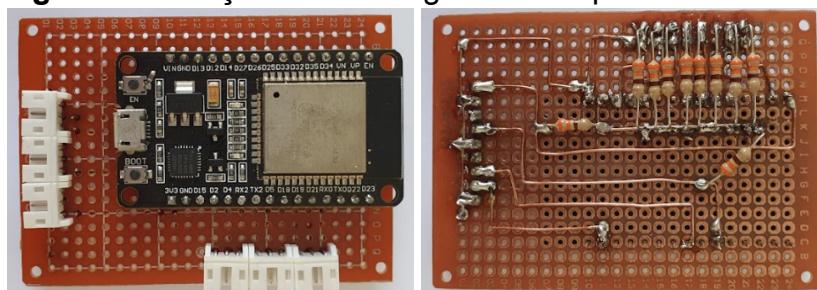
Figura 3 - Esquema eletrônico da Estação Meteorológica



Fonte: Elaborado pelos autores

Na Figura 3 é apresentado o esquema elétrico da estação, a partir do diagrama eletrônico elaborado, foi desenvolvido um novo protótipo de placa eletrônica, visando à diminuição do espaço ocupado, e a utilização de conectores padronizados. Todos os componentes foram soldados em uma placa de prototipagem de 5x7cm.

Figura 4 - Estação Meteorológica: Protótipo da Fase 1 do projeto



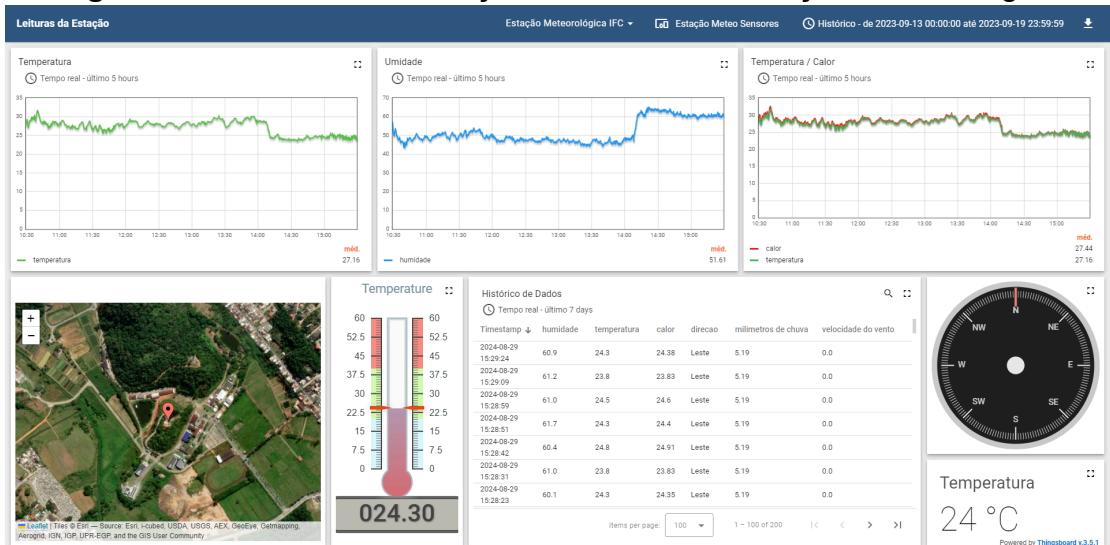
Fonte: Elaborado pelos autores

A Figura 4 apresenta o novo protótipo de placa eletrônica, onde é possível observar, na parte superior, a placa ESP32 e os conectores. Na parte inferior, estão localizados os resistores e fios que servem de trilhas.

A utilização de conectores justifica-se pela modularidade, de forma que cada sensor foi munido de um chicote de fios e conectores, podendo ser facilmente substituído, se necessário.

As medidas coletadas são transformadas em um conjunto de dados em formato JSON, que é enviado em uma requisição HTTP para a API do servidor de IoT. Dessa forma, os dados são agregados em um painel, que conta com diferentes gráficos e tabelas.

Figura 5 - Painel de visualização dos dados da estação meteorológica



Fonte: Elaborado pelos autores

A Figura 5 apresenta uma captura de tela do painel de visualização das informações da estação meteorológica. Cabe salientar que, este painel é facilmente replicável para cada nova unidade de estação meteorológica que venha a ser construída, podendo-se gerar um conjunto de dados relevantes para o estudo do microclima.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Eventos climáticos extremos têm acontecido no mundo todo, e com frequência cada vez maior. O estado de Santa Catarina não é diferente, e vem experienciando importantes impactos sociais e econômicos, decorrentes destes eventos. Por isso, o monitoramento do clima mostra-se uma importante ferramenta na mitigação de impactos e na informação e conscientização da população.

Neste projeto, a proposta de desenvolvimento de uma estação meteorológica de baixo custo não busca competir com modelos comerciais. Antes disso, deseja-se demonstrar a viabilidade do desenvolvimento de um modelo replicável, com potencial educacional. Utilizando tecnologias de código aberto, e com a disponibilização do projeto completo, tanto sua confecção quanto a observação dos dados coletados podem ser objetos de estudo em escolas.

Ainda que o novo protótipo esteja em desenvolvimento, já é possível identificar avanços em relação à primeira fase do projeto. Desde a identificação de necessidades de melhorias em componentes do hardware impresso em 3D,

passando por modificações no esquema eletrônico, até a adoção de um serviço de coleta e visualização de dados, que poderá ser utilizado por outros projetos de IoT do IFMaker.

5. REFERÊNCIAS

ARDUINO. **About Arduino. Arduino**, 2024. Disponível em:
<https://www.arduino.cc/en/about>. Acesso em: 31 ago. 2024.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. Secretaria de Proteção e Defesa Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil. **Atlas Digital de Desastres no Brasil**. Brasília: MIDR, 2023.

BOCCATO, V. R. C. Metodologia da pesquisa bibliográfica na área odontológica e o artigo científico como forma de comunicação. **Revista de Odontologia da Universidade Cidade de São Paulo**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 265-274, 2006. Disponível em
https://arquivos.cruzeirodosuleducacional.edu.br/principal/old/revista_odontologia/pdf/setembro_dezembro_2006/metodologia_pesquisa_bibliografica.pdf Acesso em 25 ago. 2024.

CUPANI, Alberto. La peculiaridad del conocimiento tecnológico. **ScientiaeStudia**, São Paulo, v. 4, n. 3, p. 353-71, 2006. Disponível em:
<http://www.scielo.br/pdf/ss/v4n3/a01v4n3.pdf>. Acesso em: 06 abr. 2012.

FREITAS JUNIOR, Vanderlei., et al. A pesquisa científica e tecnológica. **Revista Espacios**, vol. 35, no 9, 2014. Disponível em:
<https://www.revistaespacios.com/a14v35n09/14350913.html>. Acesso em: 25 ago. 2023.

GRANDI, Arthur; KUSS, Paulo Vinícius; SPERONI, Rafael de Moura; ANDERLE, Daniel Fernando. Desenvolvimento de uma Estação Meteorológica de Baixo Custo para Mapeamento de Microclima. In: FICE 2023, Camboriú. **Anais Eletrônicos** [...] Camboriú: IFC-Camboriú, 2024. Disponível em:
<https://publicacoes.ifc.edu.br/index.php/fice/issue/view/134>. Acesso em 25 ago. 2024.

MANSANO, Matheus Veiga et al. Calibração de Pluviômetros de Báscula: Metodologia para análise e correção de dados de campo - Calibration of Tipping Bucket Rainfall Gauges: A methodology for field data analysis and correction. In: **XV Safety, Health and Environment World Congress**; jul. 2015. p. 19-22.

MOUHA, Radouan Ait Radouan Ait et al. Internet of things (IoT). **Journal of Data Analysis and Information Processing**, v. 9, n. 02, p. 77, 2021.
THINGSBOARD. **ThingsBoard - Open Source IoT Platform**. c2024. Página inicial. Disponível em: <https://thingsboard.io>. Acesso em 27 ago. 2024.

WARD, Rob. **LTB Weather Station. Thinginverse**. 2018. Disponível em:
<https://www.thingiverse.com/thing:2849562>. Acesso em 27 ago. 2024.