



## **Feira de Iniciação Científica e Extensão**

---

### **Desenvolvimento de uma estação meteorológica de baixo custo para mapeamento de microclima**

**Categoria Pesquisa  
Trabalho em Andamento  
Nível Graduação**

**Arthur Grandi<sup>1</sup>; Paulo Vinícius Kuss<sup>2</sup>; Rafael Speroni<sup>3</sup>; Daniel Anderle<sup>4</sup>**

### **RESUMO**

Santa Catarina é uma das regiões do Brasil mais propensas a enfrentar desastres naturais, como enchentes, deslizamentos de terra, ciclones extratropicais e até mesmo ocorrência de furacões. Dada essa vulnerabilidade, a previsão precisa do clima e o monitoramento do microclima tornam-se cada vez mais cruciais para garantir a segurança da população e reduzir os danos causados por esses eventos. O objetivo deste projeto de pesquisa é desenvolver uma estação meteorológica de baixo custo e de código aberto, que seja modular, escalável e capaz de medir indicadores de microclima. A intenção é criar uma ferramenta acessível e versátil para utilização em diversas aplicações, incluindo pesquisa científica, agricultura, monitoramento ambiental e prevenção de desastres naturais em Santa Catarina.

Palavras-chave: Estação Meteorológica; Desastres Naturais; Microclima; Baixo custo; Impressora 3D.

### **1. INTRODUÇÃO**

O relatório conjunto da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil (CEPED) e Banco Mundial sobre danos materiais e prejuízos decorrentes de desastres naturais no Brasil entre 1995 e 2019 aponta que o país sofreu danos e prejuízos totais de 333,35 bilhões de reais nesse período, com uma média anual de 13,33 bilhões de reais. Santa Catarina é destacado como um estado sensível a esses desastres e aparece no topo das pesquisas em várias categorias.

De acordo com o Atlas de Desastres Naturais do Estado de Santa Catarina, entre 1980 e 2007, os dez municípios mais afetados pelo estado registraram diversos

---

<sup>1</sup> Estudante do curso BSI, Instituto Federal Catarinense - Campus Camboriú, e-mail arthurgrandi@gmail.com

<sup>2</sup> Estudante do curso BSI, Instituto Federal Catarinense - Campus Camboriú, e-mail paulov@kuss.com.br

<sup>3</sup> Coordenador adjunto, Instituto Federal Catarinense - Campus Camboriú, e-mail rafael.speroni@ifc.edu.br

<sup>4</sup> Professor orientador, Instituto Federal Catarinense - Campus Camboriú, e-mail daniel.anderle@ifc.edu.br

eventos, como inundações graduais, inundações bruscas, escorregamentos, estiagens, granizos, vendavais, tornados e marés de tempestades. O Furacão Catarina foi um episódio inédito em 2004. Enchentes históricas em Tubarão e Blumenau causaram grandes prejuízos e impactos sociais. As enchentes em Santa Catarina frequentemente causam deslizamentos, como o ocorrido em 2008 no complexo do Morro do Baú, em Ilhota. Em 2011, as chuvas provocaram enchentes em cerca de 83 municípios, resultando em seis mortes e afetando quase 1 milhão de pessoas.

Em 2020, eventos meteorológicos extremos causaram perdas humanas e materiais em Santa Catarina, com o estado batendo recordes em números de eventos desse tipo. O relatório de danos materiais e prejuízos decorrentes de desastres naturais indica que o estado é o terceiro com mais registros de danos em ensino, totalizando um prejuízo de 163,9 milhões de reais. Em dezembro de 2022, fortes chuvas causaram alagamentos, deslizamentos e interditaram rodovias na Grande Florianópolis e outras regiões de SC, causando danos materiais e perda de vidas humanas e animais. A BR-376 foi bloqueada devido a um deslizamento de terra, isolando parcialmente o estado.

Esses desastres naturais têm ocasionado a destruição de edificações, infraestruturas públicas, telecomunicações e danos materiais diversos, representando risco à integridade física das pessoas nas áreas afetadas. O prejuízo acumulado em Santa Catarina já alcança 17,7 bilhões de reais, de acordo com o relatório de danos materiais e prejuízos decorrentes de desastres naturais. Nesse contexto, torna-se crucial estudar os microclimas e ampliar o número de estações meteorológicas como medida de redução de riscos.

O desenvolvimento de um protótipo de estação meteorológica modular de código aberto e baixo custo tem como objetivo coletar dados e medir indicadores do microclima. Os estudantes envolvidos no projeto terão a oportunidade de adquirir conhecimentos técnicos e tecnológicos, incluindo a coleta de dados e redação de artigos científicos. A integração do projeto ao Laboratório LabMaker do Campus Camboriú do IFC busca otimizar recursos e proporcionar novas oportunidades de ensino, pesquisa e extensão à comunidade acadêmica.(SANTA CATARINA e Relatório de danos materiais e prejuízos decorrentes de desastres naturais no Brasil)

## **2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

A abordagem empregada é da pesquisa quantitativa onde a ideia é obter informações objetivas e mensuráveis, permitindo a análise estatística dos resultados para identificar padrões, relações e tendências. A pesquisa se caracteriza por uma pesquisa tecnológica, pois segundo Junior et. al(2014), o conhecimento científico, se propõe a desenvolver teorias de ampla aplicação, enquanto que o conhecimento tecnológico é responsável pelo desenvolvimento de teorias de aplicação

extremamente restritas, com vistas à solução de problemas pontuais e na maioria das vezes isolados, mais voltados à inovação tecnológica.

O desenvolvimento das estações meteorológicas de baixo custo baseia-se na utilização de plataformas de hardware e softwares livres, além da utilização de componentes confeccionados em impressoras 3D. O desenvolvimento da estação meteorológica será alicerçado em uma metodologia colaborativa de projetos. Para tal implica na participação de todos os membros da equipe desde o planejamento até a execução, discutindo em grupo a viabilidade de cada uma das etapas da pesquisa.

Como ponto de partida deste projeto serão estudadas as plataformas de hardware livre Arduino e Raspberry Pi, pois a utilização destas plataformas de forma independente ou interconectadas possibilitam a integração com diversos componentes de hardware, tais como LEDs, mostradores de matriz de pontos, botões, interruptores, motores, sensores de temperatura, pressão, de distância, de luminosidade, receptores GPS, módulos Ethernet ou qualquer outro dispositivo que emita dados ou possa ser controlado.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **1) Climatologia**

A climatologia estuda variáveis como temperatura, precipitação, vento, umidade, pressão atmosférica, radiação solar, entre outros, para compreender as condições climáticas de uma região. Além disso, a climatologia também investiga as causas das mudanças climáticas, incluindo os impactos humanos e naturais sobre o clima. A compreensão do clima é crucial para muitas atividades humanas, incluindo agricultura, gestão de recursos hídricos, prevenção de desastres naturais e planejamento urbano, entre outras.

Segundo Steinke(2016), entender a climatologia requer uma compreensão básica dos controles físicos do clima, essencialmente os fatores astronômicos e fatores terrestres que juntos determinam a natureza dos climas na terra ao longo do tempo. Os fatores são agentes causais que condicionam os elementos climáticos(radiação solar, temperatura do ar, umidade do ar, pressão atmosférica, velocidade e direção do vento, tipo e quantidade de precipitação. A atuação desses diversos fatores faz com que os elementos climáticos, e meteorológicos, variem no espaço e no tempo.

Ainda nesse contexto, podemos reduzir os climas, que ocupam grandes áreas, em partes menores. Na climatologia eles são denominados microclimas.

#### **1.1 Microclima**

O microclima é o clima local de uma área específica, que pode diferir do clima regional ou global. É influenciado por fatores como topografia, presença de corpos d'água, vegetação, material de construção, entre outros. O microclima é importante porque pode afetar a vida selvagem, a agricultura e a saúde humana.

Monteiro e Mendonça (2003) descrevem o microclima como a formação de condições climáticas na escala intra-urbana, derivadas diretamente da heterogeneidade, tanto do sítio, quanto da estruturação, morfologia e funcionalidades urbanas, gerando, paralelamente ao clima da cidade, bolsões climáticos intra-urbanos diferenciados, como ilhas de calor, topoclimas e microclimas.

Por isso, a medição precisa do microclima é importante para compreender as condições locais e como elas podem afetar a vida, a agricultura, as cidades e até mesmo a saúde humana.

## 2) Hardware

Segundo Da Silva et al.(2016), para construir uma estação meteorológica de baixo custo, é necessário selecionar hardware que seja acessível, confiável e capaz de realizar as medições necessárias. Alguns dos componentes comuns que podem ser usados incluem: Sensores: É necessário escolher sensores para medir as variáveis climáticas desejadas, como temperatura, umidade, pressão atmosférica, quantidade de precipitação, entre outros. Microcontrolador: Este componente é responsável por coletar e processar os dados dos sensores. Alguns microcontroladores populares para uso em projetos de baixo custo incluem o Arduino e o Raspberry Pi. Display: É importante ter uma forma de visualizar os dados coletados. Isso pode ser feito através de um display OLED ou um computador conectado à estação meteorológica. Bateria: Se a estação meteorológica for usada em locais remotos sem acesso à energia elétrica, é necessário incluir uma bateria para alimentar o sistema. Conectividade: Para transmitir os dados coletados, é necessário incluir uma forma de conectividade, como Wi-Fi ou rede celular.

## 3) Software

O uso de software livre é uma excelente opção para a construção de uma estação meteorológica de baixo custo, pois oferece vários benefícios, incluindo: Acessibilidade: Como o código-fonte está disponível publicamente, é possível acessá-lo e modificá-lo livremente, o que pode ser útil para personalizar a estação meteorológica para atender às necessidades específicas do projeto. Comunidade: Muitos projetos de software livre têm uma comunidade ativa de desenvolvedores e usuários, o que significa que há muitos recursos e soluções disponíveis para problemas comuns. Economia: Como o software livre é gratuito, pode ser uma ótima opção para projetos de baixo orçamento, onde é necessário minimizar os custos. Flexibilidade: Como o software livre é open-source, é possível modificá-lo para

atender às necessidades específicas do projeto, o que é importante em projetos de estação meteorológica, onde é necessário medir variáveis climáticas específicas. Integração: O software livre pode ser facilmente integrado com outros componentes da estação meteorológica, como sensores, microcontroladores e displays.

Alguns exemplos de software livre que podem ser usados na construção de uma estação meteorológica de baixo custo incluem o OpenWeatherMap, o WeeWX e o PyOWM. A escolha exata do software dependerá das necessidades específicas do projeto e da experiência dos desenvolvedores.

#### 4) Impressora 3D e as Estações Meteorológicas

Customização: As impressoras 3D permitem a impressão de peças personalizadas, o que é importante em projetos de estações meteorológicas, onde é necessário medir variáveis climáticas específicas. Redução de custos: Ao utilizar impressoras 3D, é possível reduzir os custos de fabricação de componentes, como suportes para sensores, caixas de proteção e outros componentes. Prototipagem rápida: As impressoras 3D permitem a produção de protótipos rapidamente, o que é importante no desenvolvimento de projetos de estações meteorológicas, onde é necessário testar e ajustar os componentes antes da construção final. Versatilidade: As impressoras 3D podem ser usadas para imprimir componentes de diferentes materiais, incluindo plásticos, resinas e metais, o que oferece muita flexibilidade na construção de componentes para a estação meteorológica. Acessibilidade: Com a popularidade das impressoras 3D, elas estão ficando cada vez mais acessíveis e fáceis de usar, o que significa que é possível imprimir componentes sem precisar de muita habilidade técnica.(DE JESUS QUEIROZ, MAURICIO e MATRAKAS,2019)

Em suma, as impressoras 3D podem ser uma ferramenta valiosa para a construção de um protótipo de uma estação meteorológica de baixo custo, pois permitem a produção de componentes personalizados, a redução de custos, a prototipagem rápida, a versatilidade e a acessibilidade

#### 5) Resultados Parciais.

Com base no intuito de ser um projeto de baixo custo, os componentes da estação responsáveis pelas medições e análises climáticas foram selecionados de fontes abertas em plataformas de compartilhamento de projetos e produzidas nas impressoras 3D do IF Maker.

Com essa etapa concluída partimos para a seleção de qual microcontrolador será utilizado na estação meteorológica. Estudos foram feitos comparando a praticidade do arduino mega que não possui conexão wifi acoplada ao do esp 32 que conta com módulo wifi. Fica evidente além do custo mais baixo do esp 32 a praticidade que ele fornece ao possibilitar uma conexão direta a rede wifi.

Os testes seguirão para confirmar aspectos de outros componentes do projeto até que após a conclusão dos testes o protótipo seja finalizado, permitindo seguir para as análises comparativas entre custo benefício e eficiência da nossa estação e das estações comerciais.

#### 6) Resultados Esperados

Desenvolver o protótipo de uma estação meteorológica modular de código aberto de baixo custo, para coleta de dados e medição de indicadores do microclima.

- Desenvolver o protótipo de uma estação meteorológica utilizando componentes eletrônicos de baixo custo e partes desenvolvidas em uma impressora 3D do laboratório IFMaker do IFC - Campus Camboriú;
- Desenvolver uma aplicação para medir temperatura, umidade relativa do ar, pressão atmosférica, velocidade do vento e precipitação pluviométrica;
- Desenvolver um sistema para coleta dos dados meteorológicos de forma automatizada;
- Testar a viabilidade técnica da estação meteorológica através de testes e comparações com estações meteorológicas já aferidas;
- Comparar o custo do protótipo desenvolvido com estações meteorológicas comerciais;

### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o projeto intuímos trazer a educação climática para dentro das escolas de forma prática, ensinando os jovens a necessidade de estarem atentos às mudanças climáticas na sua região para a segurança de suas famílias e suas comunidades. Esse acesso também abre oportunidades de educação e integração no mundo da tecnologia por demonstrar a conexão entre a análise de dados, os sistemas de informação e a vida cotidiana.

Unificando os estudos, os testes e toda a pesquisa realizada, identificou-se uma lacuna para o crescimento da cobertura meteorológica no Brasil e principalmente nos estados que são mais vulneráveis a catástrofes climáticas. A pesquisa tecnológica visa a implementação de uma solução para um problema específico. Nosso alvo, o problema das perdas humanas e materiais causados pela devastação de desastres climáticos e ambientais. O aumento no número de estações meteorológicas têm o potencial de preparar o poder público e a população para potenciais desastres, diminuindo os riscos à vida humana. Importante salientar que através do estudo dos microclimas será possível planejar o crescimento seguro da área urbana, impedindo a formação das ilhas de calor, reduzindo a quantidade da população que vive em áreas com risco de enchente, dentre outras formas de prevenção que um planejamento urbano e climático pode proporcionar.

### 5. REFERÊNCIAS

DA SILVA, Angelo Cesar Mendes, et al. ESTAÇÃO METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA DE BAIXO CUSTO-Low Cost Automatic Meteorological Station. *Multiverso: Revista Eletrônica do Campus Juiz de Fora-IF Sudeste MG*, 2016, 1.1: 46-56.

DE JESUS QUEIROZ, Leonardo; MAURICIO, Claudio Roberto Marquette; MATRAKAS, Miguel Diogenes. Construção de uma impressora 3D: Projetos abertos de baixo custo e possibilidades da aplicação na educação. 2019.

EPAGRI -Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina . **Eventos meteorológicos bateram recordes em Santa Catarina em 2020.**

Disponível em:

<<https://www.epagri.sc.gov.br/index.php/2021/01/27/eventos-meteorologicos-batera-m-recordes-em-santa-catarina-em-2020/>>. Acesso em: 12 dez. 2022.

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: 04 de setembro de 2023.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sc.html>>. Acesso em: 12 dez. 2022.

MONTEIRO, C. A. F.; MENDONÇA, F. (org.) *Clima urbano*. 2ª edição, São Paulo: Contexto, 2015. 191p

Relatório de danos materiais e prejuízos decorrentes de desastres naturais no Brasil : 1995 – 2019 / Banco Mundial. Global Facility for Disaster Reduction and Recovery. Fundação de Amparo à Pesquisa e Extensão Universitária. Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil. [Organização Rafael Schadeck] – 2. ed. – Florianópolis: FAPEU, 2020. 156 p. : il. color.; 30 cm.

SANTA CATARINA. Atlas de desastres naturais do estado de santa catarina: período de 1980 a 2010. *IHGSC/Cadernos Geográficos*, 2014, 2.

STEINKE, Ercília Torres. *Climatologia fácil*. Oficina de Textos, 2016.