



## **Estação Agroclimática Portátil**

Aluno: Rafael Florentino Barbosa.

Brasília-DF

Julho de 2025

## **Introdução**

O monitoramento climático é fundamental na agronomia, pois permite a coleta contínua de dados meteorológicos que impactam diretamente o sucesso e a sustentabilidade das produções agrícolas, especialmente na agricultura familiar. A implementação de estações agroclimáticas portáteis, como o projeto “Estação Agroclimática Portátil”, democratiza o acesso a essas informações, viabilizando decisões mais precisas sobre plantio, irrigação e manejo ao longo das estações.

O clima afeta diretamente fatores como produtividade, incidência de doenças e uso eficiente de recursos na agricultura. O acompanhamento das variáveis meteorológicas, como temperatura, umidade, luminosidade e pressão atmosférica, permite ao produtor adaptar práticas agrícolas de acordo com previsões confiáveis, planejando melhor as épocas de semeadura, colheita e adubação.

As miniestações meteorológicas proporcionam acesso facilitado e em tempo real a dados climáticos essenciais, otimizando o calendário agrícola, a gestão hídrica e o uso racional da água. Elas também auxiliam na redução de riscos por condições climáticas extremas, potencializando a produtividade e promovendo uma agricultura mais sustentável.

Produtores de pequena escala, geralmente mais vulneráveis a variações climáticas, se beneficiam fortemente do monitoramento hiperlocal, que possibilita decisões informadas mesmo em regiões distantes de grandes centros meteorológicos. A partir das informações coletadas, é possível escolher os melhores tipos de cultura e épocas do ano para o plantio, elevando a qualidade e a segurança da produção agrícola.

O sistema é portátil, alimentado por um powerbank de 5V, permitindo operação em campo sem depender de tomadas ou fontes externas. Além disso, a estação exibe alertas na tela OLED em caso de condições críticas, como risco de geada, calor excessivo ou alta umidade, permitindo ao agricultor tomar decisões imediatas.

### **1. Descrição do Problema**

Produtores rurais de pequeno porte geralmente não têm acesso a dados meteorológicos locais precisos e contínuos. Essa limitação compromete o planejamento agrícola, principalmente em relação ao plantio, irrigação e colheita. Uma solução portátil e de baixo custo para coleta e visualização de dados ambientais pode trazer benefícios diretos ao desempenho e sustentabilidade da produção, oferecendo informações em tempo real e alertas críticos para proteção das culturas.

### **2. Objetivo da Solução**

Desenvolver uma mini-estação portátil e inteligente que:

- Monitore temperatura, umidade, luz e pressão em tempo real.
- Exiba na tela OLED os dados coletados dos sensores e mensagens de alerta em caso de condições críticas.
- Armazene no cartão SD todos os dados coletados pelos sensores em intervalos regulares, permitindo análise histórica e tomada de decisão informada.
- Seja alimentada por powerbank, garantindo portabilidade e autonomia para operação em campo.

### 3. Requisitos do Projeto

Os requisitos do sistema são fundamentais para garantir que a Estação Agroclimática Portátil atenda às necessidades específicas de monitoramento climático na agronomia, proporcionando dados precisos e confiáveis para os agricultores familiares.

#### 3.1 Requisitos Funcionais (RF)

Tabela 1 - Requisitos Funcionais (RF)

Código	Requisito Funcional
RF01	Coletar os Dados de Temperatura.
RF02	Coletar os Dados de Pressão.
RF03	Coletar os Dados de Umidade.
RF04	Coletar os Dados de Luminosidade.
RF05	Exibir dados dos sensores em uma tela OLED.
RF06	Armazenar os dados coletados no Cartão SD em intervalos de tempo.
RF07	Mostrar o status de armazenamento, indicando se a gravação ocorreu com sucesso.
RF08	Alternar entre diferentes telas de exibição usando os botões A e B.
RF09	Exibir mensagens de alerta na tela OLED quando condições críticas forem detectadas (ex.: risco de geada, fungos, calor excessivo, tendência de chuva)
RF10	Definir o intervalo de leitura dos sensores e o modo de gravação dos dados no cartão SD (individual ou em lotes).

Neste contexto, os Requisitos Funcionais descrevem as funções essenciais que o sistema deve executar para cumprir seu propósito.

O sistema deve:

- Coletar dados ambientais críticos, como temperatura (RF01), pressão atmosférica (RF02), umidade (RF03) e luminosidade (RF04).
- Exibir essas informações de forma legível e amigável em um display OLED (RF05), permitindo que o usuário acompanhe o estado do microclima em tempo real.
- Armazenar os dados coletados em um cartão SD (RF06), utilizando gravação em lotes ou individual, conforme configuração, para análises futuras.
- Informar ao usuário sobre o status do armazenamento (RF07), garantindo confiabilidade no registro de dados.
- Permitir a alternância entre diferentes telas (RF08) usando os botões A e B, facilitando a visualização de diferentes métricas e informações do sistema.
- Apresentar alertas visuais (RF09) quando condições críticas forem detectadas, como risco de geada, calor excessivo ou alta umidade que favoreça fungos, possibilitando decisões rápidas para proteger a plantação.
- Configurar o intervalo de leitura dos sensores e a forma de gravação no SD (RF10), garantindo flexibilidade de operação e eficiência energética.

Essas funções asseguram monitoramento em tempo real, registro contínuo das condições ambientais e alertas proativos, permitindo que os agricultores familiares tomem decisões informadas e protejam sua produção agrícola de maneira eficiente.

### 3.2 Requisitos Não Funcionais (RNF)

Tabela 2 - Requisitos Não Funcionais (RNF)

Código	Requisito Não Funcional	Detalhamento
RNF01	Interface amigável para o usuário na tela OLED	Layout simples, alternância clara entre status e valores. Texto legível em ambientes externos (fonte $\geq 8 \times 8$ px).
RNF02	Sensores de alta precisão com tempo de resposta rápido	Precisão mínima: $\pm 0,5$ °C (temperatura), $\pm 3\%$ UR (umidade), $\pm 1$ hPa (pressão), $\pm 1$ lux (luminosidade). Tempo de resposta $< 2$ s para leitura estável.
RNF03	Fixação segura dos componentes	Sensores montados em caixa protetora com vedação contra chuva, poeira e umidade (IP54). Conexões firmes e protoboard fixada.
RNF04	Baixo consumo de energia	Consumo total $\leq 200$ mA em operação contínua. Autonomia mínima de 8h com bateria portátil (Powerbank ou Li-ion).

RNF05	Código modular	Separação clara entre camadas (drivers, HAL, aplicação, include). Cada sensor possui módulo independente e reaproveitável.
RNF06	Operação contínua	Sistema deve funcionar por pelo menos 7 dias sem necessidade de reinicialização manual.
RNF07	Sistema deve funcionar por pelo menos 7 dias sem necessidade de reinicialização manual.	Mensagens curtas ( $\leq 20$ caracteres), exibidas por pelo menos 5 segundos, facilmente interpretáveis pelo agricultor.

Os Requisitos Não Funcionais focam nas qualidades do sistema que asseguram sua operacionalidade, usabilidade e eficiência.

Entre eles, destacam-se:

- Interface amigável (RNF01), garantindo que o usuário interprete facilmente os dados no display OLED;
- Sensores precisos e rápidos (RNF02), assegurando leituras confiáveis em tempo real;
- Fixação segura (RNF03), protegendo o sistema contra impactos e condições externas;
- Baixo consumo e portabilidade (RNF04), permitindo operação autônoma com powerbank;
- Código modular (RNF05), facilitando manutenção, testes e futuras melhorias;
- Operação contínua (RNF06), garantindo monitoramento ininterrupto;
- Clareza nos alertas (RNF07), para decisões rápidas em condições críticas do microclima.

Esses requisitos, quando implementados conforme especificado, asseguram que a Estação Agroclimática Portátil seja eficiente, confiável e prática, atendendo às demandas dos pequenos produtores rurais e promovendo um monitoramento ambiental de qualidade para a melhor gestão das culturas agrícolas.

### 3.4 Lista de Materiais

Tabela 3 – Lista de materiais

Item	Quantidade	Descrição
------	------------	-----------

Caixa de plástico ou madeira	1	Recipiente base para proteção dos componentes, resistente a impactos e agentes externos
Placa BitDogLab com Raspberry Pi Pico W	1	Microcontrolador central com periféricos integrados (OLED e botões)
Placa Protoboard	1	Facilita conexões e posicionamento dos sensores, conectada à entrada I2C0
Sensor de Temperatura e Pressão BMP280	1	Monitoramento de temperatura e pressão atmosférica, conectado via protoboard
Sensor de Umidade e Temperatura AHT10	1	Coleta dados de umidade e temperatura, conectado via protoboard
Sensor de Luminosidade BH1750	1	Mede luminosidade ambiente, conectado via protoboard
Placa para SDCARD SPI	1	Armazenamento dos dados coletados, conectada via conector IDC
Cabos customizados XH I2C	1	Para conexão dos sensores externos à BitDogLab
Cabos jumper macho/fêmea	4	Conexão entre protoboard e entrada I2C0 na BitDogLab
Cabos jumper macho/fêmea	12	Para conexão entre sensores e protoboard
Fonte de energia (power bank ou bateria Li-ion)	1	Alimentação portátil para operação autônoma do sistema

A lista de materiais foi selecionada para garantir funcionalidade, portabilidade e precisão do sistema:

- Caixa de proteção: protege os componentes contra impactos e agentes externos.
- Microcontrolador: Placa BitDogLab com Raspberry Pi Pico W, equipada com tela OLED e botões para interface com o usuário.
- Protoboard: facilita a organização e conexão dos sensores à placa principal via I2C0.
- Sensores:
  - BMP280: temperatura e pressão;
  - AHT10: umidade e temperatura;
  - BH1750: luminosidade.
- Placa para SDCARD SPI: garante armazenamento confiável dos dados coletados.

- Cabos de conexão: cabos XH I2C e jumper macho/fêmea asseguram ligações estáveis entre sensores, protoboard e microcontrolador.
- Fonte de energia portátil: Powerbank ou bateria Li-ion garante operação contínua em campo, essencial para monitoramento autônomo.

Essa seleção de materiais proporciona um sistema eficiente, modular e robusto, ideal para monitoramento climático em pequenas propriedades agrícolas.

### 3.5 Alertas do Sistema

A Estação Agroclimática Portátil possui um sistema de **alertas visuais na tela OLED**, que avisa o agricultor sobre condições críticas que podem impactar a produção. As mensagens são curtas, claras e exibidas por pelo menos 5 segundos, permitindo decisões rápidas em campo.

Tabela 4 – Alertas do Sistema

Parâmetro	Condição	Mensagem na Tela OLED	Impacto Agrícola
Temperatura	< 5 °C	Risco de geada	Pode queimar folhas e comprometer mudas
Temperatura	> 35 °C	Calor excessivo	Risco de estresse térmico e perda de produtividade
Umidade Relativa do Ar	< 30%	Umidade baixa	Necessidade de irrigação para evitar estresse hídrico
Umidade Relativa do Ar	> 85%	Risco de fungos	Alta chance de doenças fúngicas (ex.: míldio, ferrugem)
Luminosidade	< 200 lux (em horário de sol)	Luz insuficiente	Risco de estiolamento das plantas
Pressão Atmosférica	Queda rápida (> 2 hPa em 3h)	Tendência de chuva	Permite planejar irrigação e colheita
Pressão Atmosférica	Alta estável (> 1020 hPa)	Tempo estável	Indica boas condições climáticas

#### Descrição dos Alertas

- Temperatura: Avisos de geada e calor excessivo alertam sobre riscos térmicos que podem comprometer a produção.
- Umidade do Ar: Indica necessidade de irrigação ou risco de desenvolvimento de fungos e doenças.
- Luminosidade: Ajuda a identificar condições de luz insuficiente ou sol intenso que afetam o crescimento das plantas.
- Pressão Atmosférica: Alertas sobre tendência de chuva ou tempo estável auxiliam no planejamento de irrigação e colheita.

Essa seção garante que o agricultor receba informações imediatas sobre condições críticas, aumentando a eficiência do monitoramento e promovendo decisões mais seguras para a produção agrícola.

### 3.6 Estratégia de Coleta e Armazenamento

A Estação Agroclimática Portátil realiza coleta contínua e armazenamento eficiente dos dados ambientais, garantindo informações confiáveis para análise e tomada de decisão. O sistema foi projetado para equilibrar frequência de leitura, durabilidade do cartão SD e consumo de energia, mantendo a operação autônoma em campo.

#### Período de Leitura dos Sensores

Todos os sensores (temperatura, umidade, pressão e luminosidade) realizam leituras a cada 5 segundos, permitindo monitoramento em tempo real e detecção de variações rápidas nas condições climáticas do ambiente.

#### Exibição na Tela OLED

A tela OLED é atualizada sincronizadamente a cada 5 segundos com as leituras dos sensores, apresentando dados claros e de fácil interpretação para o usuário.

#### Armazenamento no Cartão SD

- Os dados coletados são agrupados em lotes de 1 minuto (12 leituras consecutivas) e gravados como uma única linha no arquivo CSV, reduzindo o número de gravações e prolongando a vida útil do cartão SD.
- Formato CSV padrão:

Data,Hora,Temperatura(°C),Umidade(%),Pressão(hPa),Luminosidade(lux)

05/09/2025,14:35:00,28.4,65,1012,1250

05/09/2025,14:36:00,28.7,64,1011,1275



### **Justificativa Técnica**

- Leituras frequentes permitem detectar alterações rápidas no microclima, como picos de temperatura, variações de umidade e mudanças de pressão atmosférica.
- Armazenamento em lotes reduz o desgaste do cartão SD e otimiza o consumo de energia do sistema.
- Formato CSV facilita a análise posterior em softwares de planilhas (Excel, LibreOffice) ou ferramentas estatísticas.

Essa estratégia garante registro contínuo, organizado e confiável, permitindo que produtores rurais tomem decisões agrícolas baseadas em dados reais e históricos do microclima local.

### **4. Conclusão**

A conclusão do projeto Estação Agroclimática Portátil reforça a relevância do desenvolvimento de uma solução acessível e eficiente para o monitoramento climático em pequenas propriedades agrícolas. O sistema proposto integra sensores confiáveis para a coleta de dados essenciais, como temperatura, umidade, luminosidade e pressão atmosférica, favorecendo decisões agrícolas baseadas em informações precisas e em tempo real.

A portabilidade, o baixo custo e a autonomia energética tornam o dispositivo uma ferramenta prática e viável para produtores rurais, especialmente da agricultura familiar, que possuem acesso limitado a dados meteorológicos locais.

Com a implementação deste projeto, espera-se contribuir para a melhoria da gestão agrícola, prevenindo perdas e otimizando o uso de recursos naturais, além de promover uma agricultura mais sustentável e resiliente às variações climáticas.

A Estação Agroclimática Portátil representa um avanço tecnológico significativo, democratizando o acesso à tecnologia de monitoramento ambiental e abrindo caminho para futuras inovações, como a integração de conectividade e análises automatizadas, oferecendo suporte ainda mais efetivo ao produtor rural.

### **5. Referências**

SILVA, J.; MENDES, L. S. Monitoramento ambiental usando IoT: aplicações em agricultura de precisão. Agritec Journal, v. 11, n. 1, p. 55-63, 2024.

MACHADO, R. T.; OLIVEIRA, F. S. Desenvolvimento de estações meteorológicas portáteis para agricultura de pequena escala. Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 2023.

MAKERHERO. Estação meteorológica com Raspberry Pi Pico. Tutorial de montagem usando sensores BMP280/AHT10 e interface web para visualização dos dados ambientais coletados. 2025.

EMBRAPA. Monitoramento Ambiental nos Projetos Agrícolas do Prodecer. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 31 ago. 2025.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Agrometeorologia dos Cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola. Brasília, 2025.

CARVALHO, R. Comportamento e tendências meteorológicas e áreas aptas para a produção de soja em cenários de mudanças climáticas. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Rio Verde, 2023.

JACTO. Estação meteorológica na fazenda: por que e como adotar? Blog Jacto, 30 jan. 2023. Disponível em: <https://blog.jacto.com.br/estacao-meteorologica/>. Acesso em: 31 ago. 2025.

SYNGENTA DIGITAL. Agro e clima: por que usar estações meteorológicas? 23 abr. 2022. Disponível em: <https://blog.syngentadigital.ag/estacoes-meteorologicas/>. Acesso em: 31 ago. 2025.

IFCE. Estação meteorológica portátil ajuda agricultura. Limoeiro do Norte, 29 jun. 2016. Disponível em: <https://ifce.edu.br/limoeirodonorte/noticias/estacao-meteorologica-portatil-ajuda-agricultura>. Acesso em: 31 ago. 2025.