



## **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 — 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 bateria de lítio recarregável e sustentado por painel solar, garantindo autonomia em campo sem depender de fontes externas. Além disso, a estação se conecta via Wi-Fi e envia os dados ao ThingSpeak, onde são gerados gráficos em tempo real. A tela OLED integrada exibe os parâmetros monitorados e alerta o agricultor em caso de condições críticas, como risco de geada, calor excessivo ou alta umidade, permitindo a tomada de 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, especialmente em relação ao plantio, irrigação e colheita. A ausência de informações em tempo real aumenta os riscos de perdas por condições climáticas extremas e reduz a eficiência no uso de recursos como água e insumos.

Uma solução portátil, autônoma e de baixo custo para coleta, armazenamento e transmissão de dados ambientais pode trazer benefícios diretos ao desempenho e à

sustentabilidade da produção, oferecendo não apenas medições confiáveis, mas também alertas críticos para a proteção das culturas.

2. Objetivo da Solução

Desenvolver uma mini-estação portátil e inteligente que:

- Monitore temperatura, umidade, luminosidade e pressão atmosférica em tempo real.
- Exiba na tela OLED os dados coletados e mensagens de alerta em caso de condições críticas.
- Armazene no cartão SD as medições em intervalos regulares, permitindo análise histórica e tomada de decisão informada.
- Envie os dados via Wi-Fi para a plataforma ThingSpeak, possibilitando a geração de gráficos e acompanhamento remoto.
- Seja alimentada por bateria de lítio recarregável com suporte a carregamento por painel solar, garantindo autonomia e portabilidade para operação em campo.

3. Requisitos do Projeto

Os requisitos do sistema são fundamentais para assegurar que a Estação Agroclimática Portátil atenda às necessidades de monitoramento climático na agricultura familiar. O projeto deve garantir dados precisos, confiáveis e acessíveis em tempo real, além de autonomia energética e facilidade de uso pelo agricultor em diferentes contextos de campo.

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, e da rede Wi-Fi em uma tela OLED.
RF06	Armazenar os dados coletados no Cartão SD em intervalos de tempo.

<b>RF07</b>	Mostrar o status de armazenamento, indicando se a gravação ocorreu com sucesso.
<b>RF08</b>	Ao pressionar o botão A, a tela deve avançar para tela seguinte. Ao pressionar o botão B, a tela deve voltar sempre para a Tela 1 (status).
<b>RF09</b>	Exibir mensagens de alerta na tela OLED quando condições críticas forem detectadas (ex.: risco de geada, fungos, calor excessivo, tendência de chuva)
<b>RF10</b>	Enviar os dados por Wi-Fi para o site ThingSpeak
<b>RF11</b>	Recarregar a bateria com energia do painel solar através da BitDogLab.
<b>RF12</b>	Definir o intervalo de leitura dos sensores e o modo de gravação dos dados no cartão SD.

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: temperatura (RF01), pressão atmosférica (RF02), umidade (RF03) e luminosidade (RF04).
- Exibir informações em tempo real na tela OLED, incluindo estado da rede Wi-Fi (RF05), de forma legível e amigável.
- Armazenar os dados em cartão SD (RF06), permitindo análise posterior.
- Informar o status de armazenamento (RF07), garantindo confiabilidade no registro.
- Permitir a navegação entre telas usando os botões A e B (RF08), facilitando a visualização de diferentes métricas.
- Apresentar alertas visuais (RF09) em caso de condições críticas, como risco de geada, calor excessivo ou alta umidade que favoreça fungos.
- Enviar os dados coletados via Wi-Fi para a plataforma ThingSpeak (RF10), possibilitando visualização em gráficos online.
- Recarregar a bateria utilizando energia proveniente do painel solar, através do circuito da BitDogLab (RF11), garantindo autonomia.
- Configurar o intervalo de leitura e gravação dos sensores no cartão SD (RF12), proporcionando flexibilidade e eficiência energética.

Essas funções asseguram monitoramento em tempo real, registro contínuo e alertas proativos, permitindo que 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	O software deve ser implementado usando FreeRTOS, multitarefa.	Cada função crítica (coleta de dados, exibição, gravação em SD) deve rodar como tarefa independente, com prioridade definida. Scheduler deve garantir que leituras não atrasem mais que 1s.
RNF08	Clareza dos alertas exibidos.	Mensagens devem ser curtas ( $\leq 20$ caracteres), exibidas por pelo menos 5 segundos e facilmente interpretáveis pelo agricultor.
RNF09	Sustentabilidade energética.	O sistema deve priorizar uso de energia solar sempre que disponível, reduzindo dependência de fontes externas.

Os Requisitos Não Funcionais definem as qualidades essenciais que asseguram a operacionalidade, usabilidade, eficiência e sustentabilidade da Estação Agroclimática Portátil.

Entre eles, destacam-se:

- Interface amigável (RNF01), garantindo fácil interpretação dos dados no display OLED.
- Sensores precisos e rápidos (RNF02), assegurando leituras confiáveis em tempo real.
- Fixação segura (RNF03), protegendo os componentes contra intempéries e impactos.
- Baixo consumo energético (RNF04), viabilizando autonomia com bateria e powerbank.
- Código modular (RNF05), facilitando manutenção e futuras expansões.
- Operação contínua (RNF06), assegurando funcionamento estável por longos períodos.
- Uso de FreeRTOS (RNF07), permitindo multitarefa eficiente com escalonamento confiável.
- Clareza nos alertas (RNF08), possibilitando decisões rápidas em situações críticas.
- Sustentabilidade energética (RNF09), priorizando a utilização de energia solar para reduzir custos e dependência externa.

Esses requisitos, implementados de forma integrada, garantem que a Estação Agroclimática seja eficiente, confiável, sustentável e prática, atendendo plenamente às necessidades dos agricultores familiares e contribuindo para a gestão inteligente das culturas.

### 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
Bateria lítio 3,7V recarregável, Power Bank(Opcional)	1	Alimentação portátil para o sistema
Mini Pannel solar 6V - 320 mA	1	Para carregar a BitDogLab que carregará a bateria de 3.7v da placa
Regulador de tensão LM7805 (5V / 1A)	1	Para conectar a Pannel Solar a BitDogLab pela protoboard
Botão A	1	Avançar as telas do display OLED
Botão B	1	Voltar a tela de status no display OLED

A lista de materiais foi organizada para assegurar funcionalidade, portabilidade e precisão do sistema:

- Caixa de proteção: protege os componentes contra impactos e agentes externos.
- Placa BitDogLab: núcleo do sistema, com Raspberry Pi Pico W, display OLED integrado e botões de interface.
- Protoboard e cabos de conexão: permitem montagem modular, facilitando ajustes e manutenção.
- Sensores ambientais:
  - *BMP280*: temperatura e pressão atmosférica;
  - *AHT10*: umidade e temperatura;
  - *BH1750*: luminosidade.
- Placa SD Card: garante registro confiável dos dados para análise histórica.
- Energia: bateria recarregável ou powerbank para portabilidade, painel solar para sustentabilidade energética e regulador de tensão para compatibilidade elétrica.
- Botões A e B: permitem navegação simples entre telas e retorno rápido ao status principal.

Essa seleção garante um sistema eficiente, modular e robusto, adequado para o 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, assegurando 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 cada ciclo de leitura (5 segundos), a tela OLED é atualizada com os dados dos sensores, apresentando informações de forma clara, objetiva e facilmente interpretável pelo agricultor.

#### 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)
```

```
05/09/2025,14:35:00,28.9,26.8,890.8,101.7
```

```
05/09/2025,14:36:00,28.9,26.7,890.7,103.3
```

```
05/09/2025,14:37:00,28.9,27.0,887.8,103.8
```

## **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 Estação Agroclimática Portátil demonstra a relevância de soluções acessíveis e eficientes para o monitoramento climático em pequenas propriedades agrícolas. O sistema integra sensores confiáveis para coleta de dados essenciais, como temperatura, umidade, luminosidade e pressão atmosférica, permitindo que decisões agrícolas sejam tomadas com base em informações precisas e em tempo real.

A portabilidade do dispositivo, aliada ao baixo custo e à autonomia energética proporcionada pelo painel solar e bateria recarregável, torna a estação uma ferramenta prática e viável para produtores rurais, especialmente da agricultura familiar, que possuem acesso limitado a dados meteorológicos locais.

Além disso, a conectividade Wi-Fi permite o envio de dados para plataformas como o ThingSpeak, possibilitando geração de gráficos, armazenamento remoto e análise histórica, expandindo o potencial de monitoramento e gestão agrícola.

Com a implementação deste projeto, espera-se otimizar o uso de recursos naturais, prevenir perdas e aumentar a resiliência da produção frente a variações climáticas, promovendo uma agricultura mais sustentável. A Estação Agroclimática Portátil representa, portanto, um avanço tecnológico que democratiza o acesso à tecnologia de monitoramento ambiental e abre caminho para futuras inovações, como análises automatizadas, integração com aplicativos e alertas inteligentes, 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 Prodecet. 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.