

EMBARCATECH – FASE 2

Projeto Final – Etapa 1 (16/07/2025)

Estação Meteorológica para o Agronegócio

Autores: Carlos Martinez Perez
Ricardo Jorge Furlan

1. INTRODUÇÃO

O agronegócio, pilar fundamental da economia global e brasileira, tem vivenciado uma transformação sem precedentes impulsionada pela adoção de novas tecnologias. A "Agricultura 4.0" ou "Agricultura de Precisão" representa a convergência de diversas inovações, como a Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial, big data e automação, para otimizar processos, aumentar a produtividade e promover a sustentabilidade no campo. Nesse cenário, a capacidade de coletar e analisar dados em tempo real sobre as condições climáticas e do solo torna-se um diferencial competitivo importante para os produtores rurais.

1.1 Objetivo do Projeto:

Este projeto visa o desenvolvimento de uma estação meteorológica inteligente e autônoma, projetada especificamente para atender às demandas do agronegócio. O principal objetivo é fornecer aos produtores rurais dados precisos e localizados de temperatura, umidade do ar e do solo, pressão atmosférica, luminosidade (visível e UV), velocidade e direção do vento, em tempo real, dando um panorama abrangente sobre o microclima da área de produção.

1.2 Justificativa:

A tomada de decisões operacionais no planejamento e na gestão do negócio é diretamente influenciada pelas condições climáticas e do solo. A falta de informações detalhadas e específicas para cada microclima da propriedade, muitas vezes, leva a práticas ineficientes e/ou ineficazes, causando desperdício de recursos, aumento de custos operacionais e perdas de produção. Ao disponibilizar dados climáticos e de solo com alta granularidade e de forma contínua, este projeto permitirá:

- **Otimização da Irrigação:** Decisões baseadas na real necessidade hídrica das plantas, evitando desperdício e estresse hídrico.

- **Manejo Inteligente de Culturas:** Melhor planejamento de atividades agrícolas, como plantio, colheita, irrigação, aplicação de defensivos e identificação proativa de condições favoráveis ao desenvolvimento de doenças ou pragas.
- **Redução de Custos e Impacto Ambiental:** Uso mais eficiente da água, dos fertilizantes, defensivos e outros insumos, minimizando a pegada ambiental.
- **Aumento da Produtividade e Resiliência:** Tomada de decisões ágil e informada para maximizar o rendimento das safras e aumentar a resiliência da propriedade frente a eventos climáticos extremos.

2. IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

Produtores rurais enfrentam desafios na tomada de decisões precisas sobre o manejo de suas culturas, especialmente devido à carência de dados microclimáticos e de solo localizados e em tempo real. Essa lacuna de informação pode resultar em:

- **Irrigação Ineficiente:** Uso inadequado da água, seja por excesso (desperdício de recursos e lixiviação de nutrientes) ou por escassez (estresse hídrico e perdas de produtividade).
- **Perdas de Safra:** Dificuldade em prever e reagir a condições climáticas adversas específicas da propriedade (geadas, veranicos, chuvas intensas) ou à ocorrência de pragas e doenças favorecidas por certas condições.
- **Falha na otimização de Insumos:** Aplicação subótima de fertilizantes e defensivos, levando a custos desnecessários e impactos ambientais.
- **Planejamento Agrícola Subjetivo:** Tomada de decisão sobre plantio e colheita baseada em estimativas ou dados regionais, que podem não refletir as condições pontuais da propriedade.

3. REQUISITOS

3.1 Requisitos Funcionais:

O sistema deverá ser capaz de executar as seguintes Medições de Parâmetros Ambientais:

- **Temperatura do Ar:** Medição em graus Celsius (°C).
- **Temperatura do solo:** Medição em graus Celsius (°C).
- **Umidade Relativa do Ar:** Medição em porcentagem (%).
- **Pressão Atmosférica:** Medição em hecto-Pascal (hPa).
- **Luminosidade:** Medição em Lux.
- **Intensidade UV:** Medição em UV Index.
- **Velocidade do Vento:** Medição em metros por segundo (m/s) ou quilômetros por hora (km/h).
- **Direção do Vento:** Medição em graus magnéticos.

- Volume de Chuva (Precipitação): Medição em milímetros (mm).
- Umidade do Solo: Medição em porcentagem (%).
- Qualidade do Ar: Medida de parâmetros como: CO₂, CO, O₃, NH₃, NO₂, VOCs.
- Detecção de Descargas Elétricas: número de descargas ocorridas.

Coleta e Armazenamento de Dados:

- Realizar a coleta de dados de todos os sensores em intervalos definidos (ex: a cada 10 segundos para dados brutos, com resumos a cada 10 minutos, 12 horas e 24 horas para armazenamento histórico).
- Armazenar temporariamente os dados no Raspberry Pi Pico em caso de perda de conexão, utilizando um módulo de cartão SD13.

Transmissão de Dados:

- Transmitir os dados coletados para um servidor remoto. A comunicação primária será via Wi-Fi e como opção LoRA, que farão a transmissão até um roteador (Wi-Fi ou LoRa) para envio via internet até um servidor.

Visualização e Análise de Dados:

- Os dados deverão ser acessíveis e visualizáveis através de uma plataforma como o Grafana, com dashboards personalizáveis e específicos para o agronegócio.
- Disponibilizar os dados via API REST e Web Socket para integração com outras plataformas.

Gerenciamento de Erros:

- O sistema deve reportar, ao servidor, erros dos sensores quando forem detectados.

3.2 Requisitos Não Funcionais:

- Modularidade: O design do sistema será modular, permitindo a fácil adição ou substituição de sensores e componentes para satisfazer as necessidades específicas de cada usuário.
- Escalabilidade: O sistema deve ser capaz de suportar a implantação de múltiplas estações em diferentes locais, de forma que possam ser facilmente consolidados.
- Autonomia Energética: Operação autônoma com baixo consumo de energia. Ainda, como opções, se vislumbram:
 - ⊖ Módulo de bateria recarregável com substituição periódica.
 - ⊖ Módulo de bateria recarregável com recarga por energia solar.
 - ⊖ Módulo de bateria recarregável com recarga por célula de combustível movida a etanol.

- **Robustez Física e Resistência à Intempéries:** O encapsulamento eletromecânico será resistente a condições climáticas adversas (chuva, vento, sol, poeira, umidade).
- **Manutenibilidade:** Facilidade de manutenção e atualização de software e hardware em campo.
- **Segurança (Básica):** Proteção básica dos dados transmitidos para o servidor, principalmente relativos à: integridade, disponibilidade e confidencialidade.

4. LISTA INICIAL DE MATERIAIS

A lista seguinte contempla os principais componentes para o MVP (Minimum Viable Product ou Produto Mínimo Viável) da estação, considerando o projeto base e a inclusão do sensor de umidade do solo.

Sensores:

Quantidade	Componente	Utilidade
1	BME680 Nota 1	Pressão Temperatura Umidade Qualidade do Ar
1	BME280 Nota 1	Pressão Temperatura Umidade
1	BMP280 Nota 1	Pressão Temperatura
1	ATH10	Umidade Temperatura
1	Catavento com magneto + HMC5883 (ou sensor hall switch)	Velocidade do Vento
1	Biruta com magneto + HMC5883	Direção do Vento
1	BH1750	Luminosidade
1	GY33	Luminosidade “espectral”
1	GUVA-S12SD	Índice UV
1	UVM-30A	Índice UV
3	DS18B20 A prova d'água	Temperatura do solo
3	SEN0193	Umidade do solo
1	TS-300B + MCP6002	Turbidez da água
1	RS-GYL-*-1-EX ou RS-YL-*-2-EX	Pluviômetro
1	MQ-131	Qualidade do Ar - ozônio
1	MICS-6814	Qualidade do Ar – CO, NH3, NO2

1	NHZ-14A	Qualidade do Ar - CO2
---	---------	-----------------------

Obs.: Nem todos os sensores serão implementados num primeiro momento do desenvolvimento, sendo apenas uma previsão para a estruturação do projeto.

Nota 1: Só será utilizado um dos três sensores, mas o sistema será compatível com todos eles.

Diversos:

Quantidade	Componente	Utilidade
1	BitDogLab V6.3	CPU
1	RTC DS3231 ou RTC DS1302 ou RTC DS1307	RTC – Real Time Clock
1	Cartão de memória	Armazenamento temporário
1	Cartão de expansão I2C com cabos	
1	Módulo Lora	Comunicação
1	Fonte 5V	

A figura abaixo apresenta o diagrama estrutural da estação meteorológica, ilustrando a abordagem modular que fundamenta o projeto. Cada bloco representa um subsistema autônomo, mas interconectado, garantindo flexibilidade, facilidade de manutenção e escalabilidade. Essa arquitetura permite que os dados de diferentes sensores (temperatura, umidade, pressão, vento, chuva, luminosidade e umidade do solo) sejam coletados e processados de forma eficiente pelo Raspberry Pi Pico W, antes de serem transmitidos para um servidor remoto. A separação dos módulos otimiza o desenvolvimento e facilita futuras adaptações, reforçando o objetivo de criar um sistema robusto e versátil para o agronegócio.



