

Tema:

#### SISTEMA DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE DA SEIVA EXTRAÍDA DA FLOR DO COQUEIRO PARA PRODUÇÃO DE AÇÚCAR DE COCO

### Introdução e motivação

O açúcar de coco é um produto que tem ganhado cada vez mais espaço no mercado, tendo atualmente a maior parte de sua produção concentrada no sudeste asiático, em países em que as condições locais levam a exportação de um produto com níveis de padronização e controle de qualidade que, em muitos casos, deixam a desejar.

O processo produtivo de tal açúcar se resume basicamente aos processos de coleta e concentração da seiva, sendo essa uma solução de alta concentração de açúcar, com rápida fermentação. Assim, é de extrema importância garantir que este material esteja em condições adequadas para o seu processamento, tomando como métrica principal para isso o seu pH.



Figura 1 - Processo de coleta da seiva

### Objetivo

Sabendo que a fermentação da seiva antes de seu processamento é um problema que acarreta em diversas perdas de eficiência para a produção, este projeto teve como objetivo desenvolver um sistema capaz de coletar e armazenar dados em campo, a fim de entender melhor como as condições do ambiente influenciam na taxa de fermentação de tal material, visando futuramente permitir um planejamento mais assertivo do fluxo de trabalho e aumentar a eficiência da produção, apoiando a estabilização de uma produção em solo nacional.

### Sistema

Tendo como base o entendimento geral do problema e conversas com pessoas mais próximas à produção do açúcar de coco, foi definido que o sistema desenvolvido deveria ser capaz de coletar os seguintes parâmetros: pH da seiva, temperatura ambiente, umidade ambiente e a luminosidade incidente sobre a solução. Partindo dessa definição, o sistema desenvolvido se baseou na seguinte arquitetura:

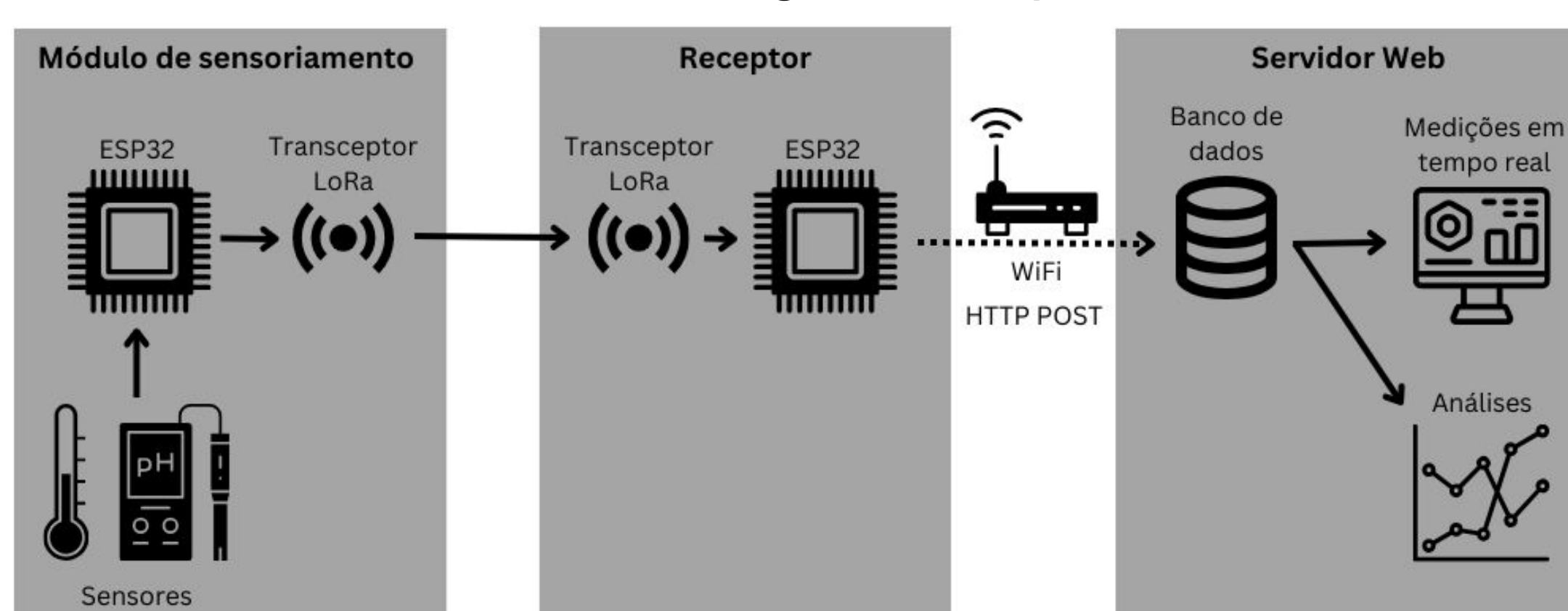


Figura 2 - Arquitetura geral do sistema

Nessa arquitetura, sabendo que o sensoriamento deverá funcionar em áreas remotas, são utilizados microcontroladores da classe **ESP32**, para garantir uma melhor eficiência energética, e a comunicação **LoRa**, para permitir a conexão do equipamento posicionado em áreas remotas. Assim, os dados coletados pelo módulo de sensoriamento são enviados para o receptor, que por sua vez insere as informações em um banco de dados em um servidor web, por meio de um ponto de acesso WiFi. Esses dados podem ser visualizados em tempo real pelos produtores e ser utilizados para análises mais aprofundadas das condições de fermentação da seiva.

### Testes

Com sistema implementado, foram executados diversos testes em ambiente controlado, para validar o funcionamento geral dos equipamentos e obter um volume maior de dados para análise, utilizando seivas congeladas, a fim de garantir condições similares para todos os testes.

Após isso, foi realizado um dia de teste em ambiente real, em uma fazenda de coqueiros, para validar o funcionamento por completo e entender a dinâmica operacional real da aquisição de dados



Figura 3 - Equipamentos em uso na fazenda

### Conclusões

Com base nos testes em ambiente controlado, foi possível notar a clara influência da temperatura na taxa de fermentação, comportamento esperado dado a natureza do fenômeno estudado. Além disso, foi possível verificar que o uso de madeira de jaca como um inibidor natural de fermentação apresentou resultados relevantes. Por fim, também foi possível elaborar um simples modelo com base no ajuste de funções sigmóide, capaz de indicar uma curva aproximada de fermentação no tempo, com base na temperatura.

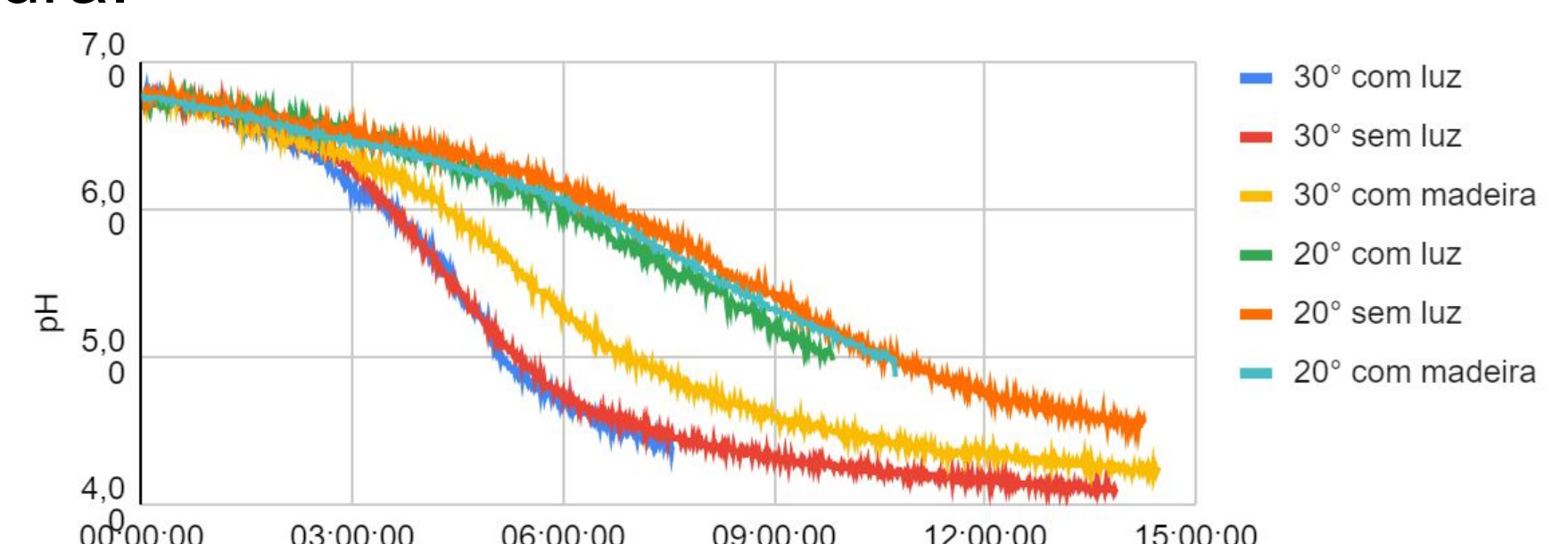


Figura 4 - Resultado geral dos testes em ambiente controlado

Além disso, com a validação do sistema na fazenda, ficam abertas portas para a execução de mais testes, a fim de obter ainda mais dados e realizar análises mais aprofundadas, permitindo ganhos de eficiência relevantes para a produção de açúcar de coco em solo nacional.