

# **Sistema IoT para Agricultura Precisão: Monitoramento do Solo e Consumo de Recursos**

**Aluno: Daniel Lima Neto**

## **Introdução**

A Agricultura de Precisão (AP) é um sistema de gestão agrícola que utiliza tecnologias e técnicas avançadas para coletar, analisar e interpretar dados sobre a variabilidade espacial e temporal das lavouras (Molin, J. P., & Estrabau, C. (2016). Agricultura de precisão. Oficina de Textos). Esse método favorece a otimização dos recursos utilizados, aplicando técnicas de manejo adequadas a cada área, aumentando a produtividade, reduzindo o impacto ambiental e as despesas geradas.

Dado esse contexto, o objetivo deste projeto é monitorar, em tempo real, as condições do solo durante o cultivo, buscando verificar fatores importantes para o crescimento das plantações, como a umidade, a temperatura e os nutrientes do solo. O sistema, ao obter essas informações, irá analisar se é necessário aplicar alguma correção nutricional ou irrigar o solo, visando as necessidades da planta e, conseqüentemente, proporcionando a otimização dos recursos utilizados, gerando cultivos de maior qualidade e redução dos custos de produção.

## **Arquitetura Proposta e Componentes**

A arquitetura desse sistema é formada por unidades de sensores distribuídas em posições estratégicas da lavoura. Cada unidade possui sensores que coletam informações do bloco de solo no qual se encontram. Esses dados são processados localmente utilizando um ESP32 com suporte a LoRa (Long Range), uma tecnologia de comunicação sem fio de baixo consumo energético e longo alcance, para que possam ser enviados para um gateway central.

O gateway será responsável por receber e encaminhar as informações coletadas para uma plataforma em nuvem, onde serão analisadas e exibidas em um dashboard interativo. O sistema, então, irá analisar os dados e, com base nos resultados, decidir se deve acionar um dos atuadores, como válvulas para irrigação ou um dispositivo para regular os sais e minerais do solo, otimizando a produção e o consumo de recursos. A plataforma poderá ser acessada remotamente para visualização dos dados coletados e para que, caso o usuário deseje, possa desativar ou acionar manualmente os sistemas via aplicação mobile ou web.

O componente utilizados neste projeto serão:

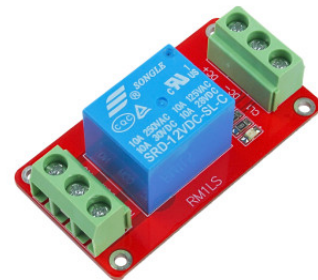
- ESP32S3 + SX1262 LoRa Node: microcontrolador que será utilizado para o processamento das informações e envio dos dados para o gateway. No próprio site da [Heltec Automation](https://heltec.io/), o produto está custando entre US\$ 17,90 e US\$ 19,90, o que equivale a uma faixa de valores entre R\$ 100 e R\$ 250. O gateway também será composto por esse microcontrolador.



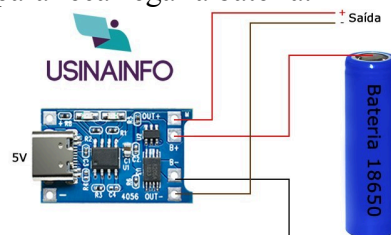
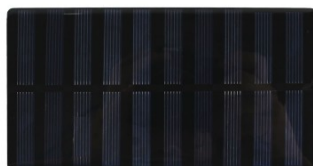
- Sensores de Temperatura, Umidade e NPK: esses sensores serão os principais responsáveis por verificar se o solo apresenta valores adequados de temperatura, umidade e níveis de NPK (nitrogênio, fósforo e potássio). O valor desses produtos varia bastante, sendo possível encontrá-los a partir de R\$ 100 no AliExpress ou por R\$ 800 na [Usinainfo](https://www.usinainfo.com.br/).



- Atuadores para irrigação e nutrição: Para a automação do sistema seria preciso de uma válvula solenoide 12V ([R\\$ 60](#)) para que possa controlar o fluxo da água, um módulo relé 5V ([R\\$20](#)).

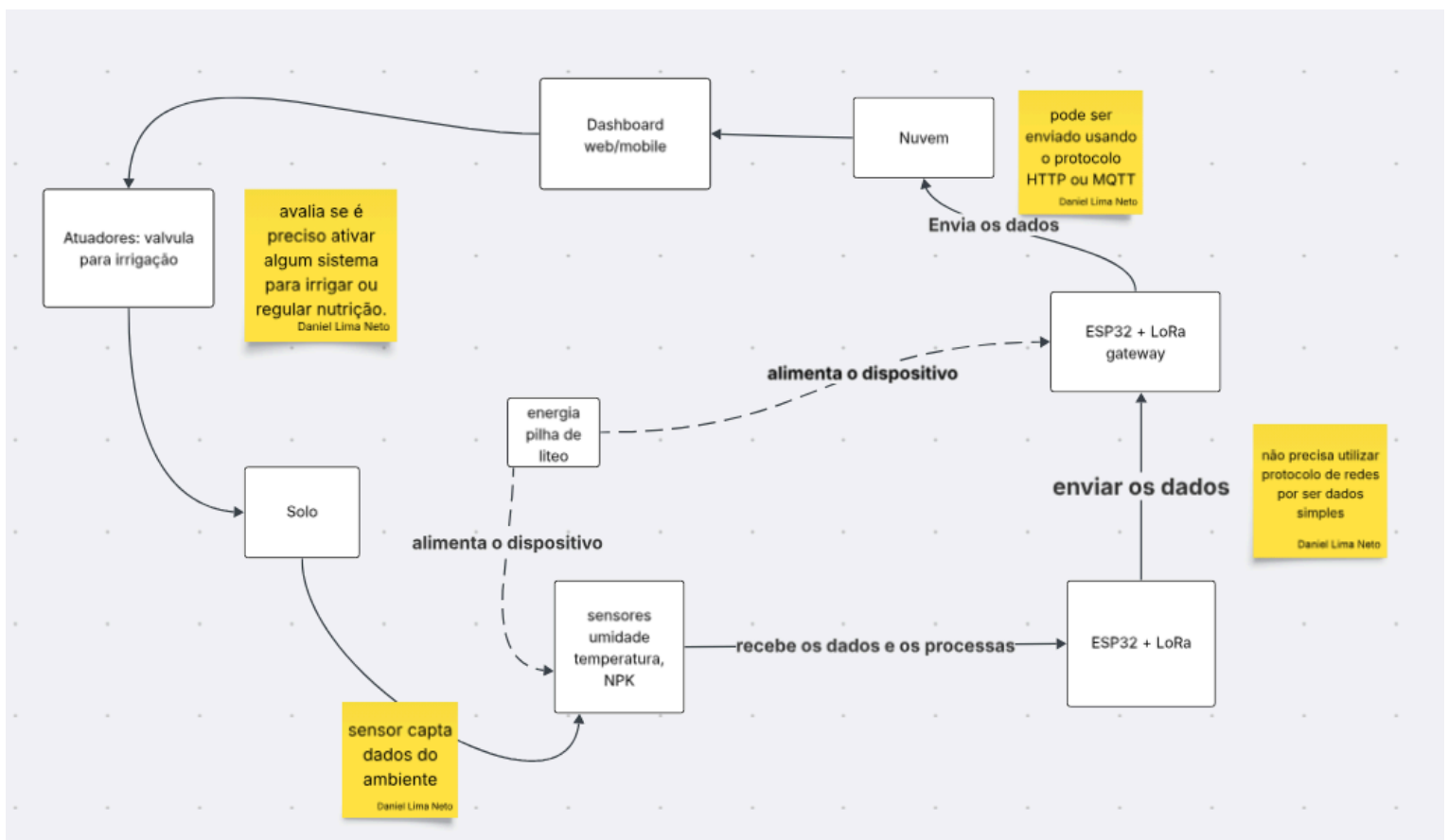


- Alimentação: O sistema será alimentado por um bateria de li-ion e também apresenta um sistema para carregar ela o Carregador BMS de Bateria Li-Ion TP4056 V2 USB-C ([R\\$5](#)), dependendo do custo do sistema poderia se utilizar de Mini Painel Solar Fotovoltaico ([R\\$48](#)) para recarregar a bateria.



Utilizar o ESP32S3 com LoRa é um fator crucial, pois, embora o LoRa tenha uma baixa taxa de transmissão, seu longo alcance o torna ideal para uso em grandes áreas. Além disso, sua resistência a interferências e ruídos garante a veracidade dos dados, e o baixo consumo energético da tecnologia contribui significativamente para a eficiência do sistema. Essa característica é essencial, já que o sistema precisa operar com baixo consumo de energia para maior autonomia. Como não será viável realizar recargas frequentes ou utilizar colheita de energia em todas as unidades, o baixo custo energético do sistema acaba favorecendo para a duração das baterias que podem ser recarregadas pelo painel solar.

O custo médio estimado para a construção deste sistema é de aproximadamente R\$758, um valor considerado viável. No entanto, alguns componentes específicos podem elevar esse custo, principalmente dependendo da qualidade ou da origem dos sensores. Assim, estima-se que o valor máximo por unidade possa chegar a R\$1.400, especialmente em cenários que exigem a implantação de múltiplas unidades para cobrir áreas agrícolas mais extensas.



**Diagrama de Blocos**

## Preocupações/Riscos

Alguns pontos que merecem atenção estão relacionados à segurança do sistema. Apesar de os dados transmitidos serem simples, eles são extremamente importantes para o funcionamento correto da aplicação. Caso esses dados sejam alterados — intencionalmente ou por falha — o sistema pode realizar ações incorretas, como excesso ou falta de irrigação, o que pode gerar prejuízos significativos para a plantação.

Além disso, falhas em sensores também podem comprometer a integridade dos dados. Por isso, é fundamental implementar mecanismos de segurança, como a criptografia dos dados e o controle de acesso à plataforma, para evitar a ação de usuários mal-intencionados. Da mesma forma, é recomendável o uso de sistemas de detecção de falhas e outliers, capazes de identificar comportamentos anômalos ou sensores que estejam apresentando problemas.

## Referencias

1. Molin, J. P., & Estrabau, C. (2016). *Agricultura de precisão*. Oficina de Textos.
2. Brito, Eduardo Duarte Xavier de; Santos, Igor Jose Ribeiro dos; Santos. Maria Raquel Cordeiro. Desenvolvimento e aplicação de um sistema de monitoramento de umidade do solo com sensores a base de gesso e integração com IoT. 2024. 74 f. (Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em engenharia de software)) - - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco. 2024. Disponível em: <https://repositorio.ifpe.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/1332/Desenvolvimento%20e%20aplica%C3%A7%C3%A3o%20de%20um%20sistema%20de%20monitoramento%20de%20umidade%20do%20solo%20com%20sensores%20a%20base%20de%20gesso%20e%20integra%C3%A7%C3%A3o%20com%20IoT.pdf?sequence=1&isAllowed=y>