

## MONITORAMENTO DE SILOS VIA LORAWAN

JONAS LÜDTKE DONINI<sup>1</sup>; GENEI TAVARES DE MELLO JUNIOR<sup>2</sup>;  
WESLEY LEMOS LEAL<sup>3</sup> MAIQUEL S CANABARRO<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [jonasludtke99@gmail.com](mailto:jonasludtke99@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – [junior.tmello@gmail.com](mailto:junior.tmello@gmail.com)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – [wesley.lemosleal2020@gmail.com](mailto:wesley.lemosleal2020@gmail.com)

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas – [maiquele.canabarro@ufpel.edu.br](mailto:maiquele.canabarro@ufpel.edu.br)

### 1. INTRODUÇÃO

O projeto em questão tem como objetivo a inovação do sistema atual de termometria de silos, visando diminuir a quantidade de cabos em suas instalações e a facilidade de visualização dos dados coletados pelo conjunto de sensores. O monitoramento das condições internas dos silos é essencial para garantir a qualidade e a conservação dos grãos armazenados, evitando a propagação de fungos e insetos que dependem da umidade e temperatura para sua proliferação, como aponta o estudo de DEVILLA; IVANO (2004). Portanto, o controle adequado dessas variáveis ajuda a diminuir as perdas dos grãos e eleva sua qualidade para o consumidor final, agregando valor econômico para o produtor rural.

Com o avanço da tecnologia de comunicação e a necessidade de automação do setor agrícola, soluções mais eficientes estão sendo desenvolvidas. Uma das principais inovações é a utilização do protocolo LoRaWAN (Long Range Wide Area Network). Trata-se de um protocolo de comunicação de longa distância e baixo consumo de energia, conforme estudos de BERMUDEZ; ESAU (2021), ideal para aplicações de Internet of Things (IoT) e em especial para ambientes agrícolas devido ao seu alcance, que pode chegar a vários quilômetros mesmo em áreas remotas e com infraestrutura de rede limitada.

No contexto de monitoramento de silos, o LoRaWAN oferece vantagens importantes. Com a instalação de sensores dentro dos silos, é possível monitorar continuamente a temperatura e a umidade, enviando os dados remotamente para plataformas online, onde podem ser acessados em tempo real. Essa abordagem permite que agricultores e/ou gestores de armazenagem identifiquem problemas rapidamente e tomem medidas preventivas, como a ventilação ou secagem dos grãos.

Este trabalho propõe o desenvolvimento de um sistema de monitoramento de silos utilizando um sistema microcontrolado, em conjunto com um hub de sensores DS18B20 para temperatura e DHT22 para umidade e temperatura. O foco do trabalho está em apresentar uma forma disruptiva de obtenção e análise dos dados em tempo real utilizando para tal a tecnologia LoRaWAN, explorando suas vantagens de longo alcance e baixo consumo. A implementação desse sistema promete não apenas melhorar a conservação dos grãos, mas também reduzir custos operacionais, dado que os dados podem ser monitorados remotamente, evitando a necessidade de inspeções frequentes *in loco*.

## 2. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do projeto foi utilizado o ESP32 como microcontrolador, 3 sensores DS18B20 para a aquisição de temperatura, 1 sensor DHT22 para temperatura e umidade e um módulo LoRaWAN da radioenge para comunicação.

A escolha do ESP32 como microcontrolador se deu pela sua alta performance, baixo consumo de energia, custo acessível e suporte a diversos protocolos de comunicação como o I2C. Foi utilizada a linguagem de programação C++ através da Arduino IDE.

Para a aquisição das temperaturas, os sensores DS18B20 da Maxim IC foram escolhidos devido à sua alta confiabilidade e grande resolução (9 a 12 bits) e por serem compatíveis com comunicação 1-Wire que permite a ampliação do número de sensores juntos, pois cada sensor possui um código serial exclusivo de 64 bits.

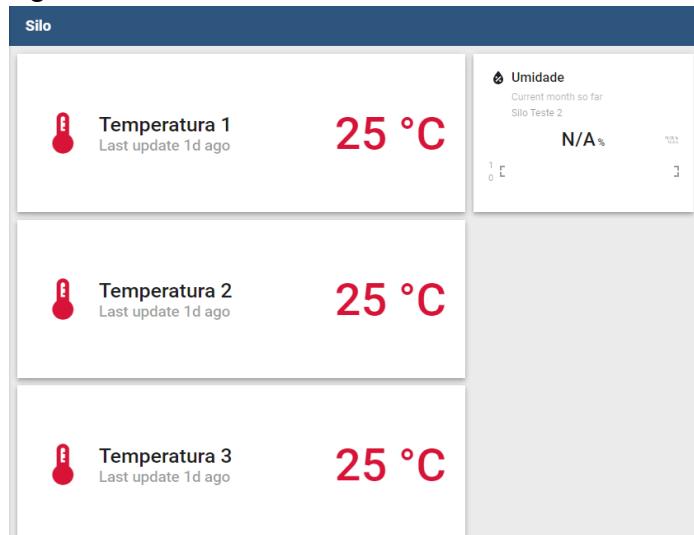
Para a aquisição de umidade foi utilizado o sensor DHT22 da Aosong Electronics Co. Seu baixo consumo e sua precisão alta também foram pontos cruciais para a escolha, tendo uma margem de erro de apenas 2% segundo a fabricante.

A comunicação LoRaWAN foi realizada através do módulo da empresa Radioenge. Compatível com o microcontrolador, este módulo, além de possuir um custo acessível, possui longo alcance e baixo consumo de energia. A integração com a plataforma da ThingsBoard está sendo feita utilizando protocolo de comunicação MQTT por ser leve e eficiente para a troca de mensagens entre dispositivos.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Até o presente momento não foi realizada completamente a integração com o dashboard, porém buscamos como resultado final um esquema para fácil monitoramento e identificação dos diversos pontos de medição, como mostra a imagem abaixo:

Figura 1 - Interface visual de monitoramento.



Fonte: (autoria própria).

A parte de hardware do projeto já se encontra em fase final, com todos os módulos, sensores e microcontrolador já integrados em uma única placa, um passo muito importante para o projeto, pois criamos uma estrutura funcional e robusta para testes em campo.

A importância deste hardware vai além da sua funcionalidade individual: ele é o alicerce sobre o qual todo o sistema de monitoramento se sustenta. Sem um hardware adequadamente projetado e configurado, seria impossível garantir a precisão, confiabilidade e eficiência na coleta e transmissão de dados essenciais para o monitoramento dos silos. Com essa estrutura em funcionamento, estamos prontos para avançar para a próxima etapa do projeto, que envolve a implementação completa da rede de comunicação e a integração dos dados coletados com a plataforma de visualização e análise em tempo real.

Figura 2 – Protótipo V1 implementado e operando durante a abertura da colheita do arroz 2024 Pelotas-RS.



Fonte: (autoria própria).

#### 4. CONCLUSÕES

O desenvolvimento deste projeto representa uma contribuição significativa para o setor de armazenagem de grãos, oferecendo uma solução inovadora e tecnológica que visa otimizar a preservação e a qualidade dos grãos armazenados. A principal inovação do projeto está na utilização do protocolo de comunicação LoRaWAN, que junto ao microcontrolador proporcionam uma comunicação de longa distância e baixo consumo de energia além da alta confiabilidade na entrega e exatidão dos dados coletados pelos sensores.

Outro aspecto importante é a modularidade do projeto, que futuramente permite expansão na quantidade de sensores e outras tecnologias para a intervenção no sistema de controle do silo.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DEVILLA, IVANO. Variação da temperatura e umidade de grãos armazenados em silos com aeração. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [S. I.], p. 1-2, 16 fev. 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/J4nw69XDYh4SDJfRrtWQLZk/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 21 set. 2024.

BERMUDEZ SANCHEZ, Esau. Um estudo de consumo de energia de LoRaWAN. 2021. Dissertação (Mestrado em Ciência da computação) - **Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, 2021.