

APRIMORAMENTO DE UMA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA

HENRIQUE MATTHES¹; JONAS LÜDTKE DONINI²; HENRIQUE BIERHALS TIETZ³; ANDRÉ WILLE LEMKE⁴; MAIQUEL S. CANABARRO⁵; FELIPE DE SOUZA MARQUES⁶

¹*Universidade Federal de Pelotas – henrique.matthes@ufpel.edu.br*

²*Universidade Federal de Pelotas – jonasludtke99@gmail.com*

³*Universidade Federal de Pelotas – henrique.b.tietz@gmail.com*

⁴*Universidade Federal de Pelotas – lemke.a.w@gmail.com*

⁵*Universidade Federal de Pelotas – maiquel.canabarro@ufpel.edu.br*

⁶*Universidade Federal de Pelotas – felipem@inf.ufpel.edu.br*

1. DESCRIÇÃO DA INOVAÇÃO

O presente trabalho trata do aperfeiçoamento técnico, nos âmbitos eletrônico e físico, de uma estação meteorológica baseada no protótipo de PERES et al. (2021). Este só foi possível graças aos esforços do Laboratório de Estudos em Conectividade ConectaNOS e do projeto MIPWise: ‘Inteligência Artificial das Coisas’ Aplicada ao Manejo Integrado de Pragas, com o fomento do Programa de Bolsas de Empreendedorismo Inovador (PBEI/UFPel).

Alinhada à revolução tecnológica da agricultura, a estação emprega conceitos de Internet das Coisas (*Internet of Things*) e Agro 4.0 (PERES et al., 2021), buscando coletar informações relevantes para a manutenção de plantações, principalmente no controle de pragas (PERES et al., 2021). Contando com um sistema de comunicação LoRaWAN, a estação hoje possui aspectos distintos do trabalho proposto por PERES et al. (2021) que previa a utilização de uma arquitetura LoRaMesh, comunicação single-wire para sensores de temperatura e umidade e a utilização de sensores de pressão e altitude. A aplicação de um sistema de baixa potência LoRaWAN vai ao encontro da necessidade de baixo consumo, de forma que há pouco gasto de energia no deslocamento da informação das áreas remotas ao gateway (SCANDELARI, 2025).

O produto conta com cinco sensores: pluviômetro, anemômetro, anemoscópio, temperatura do solo e temperatura e umidade relativa do ar. Eles são centralizados em uma placa de circuito impresso (*Printed Circuit Board - PCB*) projetada para substituir o protótipo feito em uma placa perfurada, diminuindo a resistência entre os componentes e eliminando as possibilidades da soltura dos cabos. Essa placa possui uma superfície de cobre fresada por uma máquina fresadora com tecnologia de controle numérico computadorizado (CNC), o que garante sua qualidade.

A comunicação é feita através do protocolo LoRa enviando os dados dos sensores para um gateway. Posteriormente, esses dados são tratados no servidor de aplicação (SCANDELARI, 2025). Os dados são apresentados em um dashboard online que pode ser acessado por meio de um QR Code ou uma URL. Isso permite o acesso facilitado do usuário aos dados coletados.

A estação meteorológica pode ser integrada a outras tecnologias, que permitem ao agricultor tomar decisões mais conscientes para a sua lavoura. Por exemplo, ao agregar dados topográficos do campo e associá-los aos dados colhidos pela estação, o agricultor pode mudar sua estratégia de tratos culturais,

aumentando a sustentabilidade e produtividade da cultura (COLUSSI; AIRES, 2019).

2. ANÁLISE DE MERCADO

Com o explicitado, depreende-se que a estação meteorológica serve para levantamento de diferentes dados sobre variáveis físicas do ambiente. Dessa forma, o produtor rural, informado, pode tomar decisões mais conscientes acerca da sua lavoura, o que garante produtividade e sustentabilidade.

O projeto destina-se, portanto, a produtores rurais que buscam na tecnologia uma solução de monitoramento remoto em tempo real, ajudando a planejar o plantio, a colheita, o gerenciamento da irrigação e a evitar desperdícios de insumos.

Além disso, esses produtores possuem algum nível de instrução tecnológica e já utilizam aplicativos para previsão climática e gestão agrícola. Suas principais motivações para adotar novas tecnologias são a busca por um melhor controle de custos e a necessidade de aprimorar a gestão, mas enfrentam como principal barreira a falta de conectividade no campo (REGIS, 2022).

Outro ponto importante desta solução é que ela interage com os demais produtos existentes no mercado de forma a agregar ao produtor em vez de disputar espaço. Pode também ser integrado o mesmo sistema da estação para um sistema offline tornando possível a comunicação entre os sistemas e a centralização deles no mesmo dashboard para visualização, como o feito em Matthes et al. (2024).

Como o projeto encontra-se em fase inicial — ainda é um protótipo — não é possível estimar os custos de produção final e possíveis lucros com precisão. Entretanto, tem-se que o mercado possível de ser atingido é vasto. No Brasil, há mais de cinco milhões de estabelecimentos agropecuários (IBGE, 2018). Apenas no Rio Grande do Sul há mais de 365 mil. Esse dado é relevante, pois o estudo parte da UFPel — o que significa que, provavelmente, atingirá antes agricultores do estado.

O potencial de mercado seria calculado em cima dos dados demográficos do IBGE (2018), multiplicando-os com o preço do serviço de forma a obter o TAM. Posteriormente, o mercado endereçado acessível seria projetado apenas para o Rio Grande do Sul. Por fim, o mercado acessível que pode ser obtido limita-se à região sul do estado por conta da parceria com empresas como a Partamon e a Embrapa.

3. ESTRATÉGIA DE DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO

O projeto parte de uma demanda da empresa Partamon como parte do projeto MIPWise: ‘Inteligência Artificial das Coisas’ Aplicada ao Manejo Integrado de Pragas (PARTAMON, 2025). A execução tem parceria com IFSul, CDTEC, UNIPAMPA, com financiamento do CNPq e FAPERGS. O modelo de negócio adotado é o SaaS (*Software as a Service*), onde o produto comercializado é o serviço de monitoramento climático. Nesse modelo, o cliente paga pelo acesso contínuo aos dados e à plataforma. A comunicação estratégica com a Embrapa poderá servir de ponte para a validação e distribuição do serviço aos produtores.

O desenvolvimento da estação encontra-se no nível de maturidade TRL 4, correspondendo à validação de um protótipo de baixa fidelidade em ambiente de laboratório. As próximas etapas são os testes de validação dos componentes em ambiente relevante para elevar o projeto ao TRL 5 e, posteriormente, a instalação em campo do sistema para demonstração e coleta de dados (TRL 6).

O projeto ainda está em fase de protótipo, partiu como ideia de Peres et al (2021), que possuía até o momento um modelo 3D de como seria a disposição dos componentes. Na segunda fase, a estação ganhou corpo com disposição em T dos sensores, ao invés da vertical primeiramente proposta por Peres et al. (2021). Nesse momento, o objetivo é melhorar o encapsulamento do sensor de umidade e temperatura do ar e a estrutura da estação para evitar que com o tempo os sensores fiquem desnivelados.

O principal desafio técnico é garantir a robustez da estação mantendo a confiabilidade e a veracidade dos dados, como em chuvas intensas e altas temperaturas. Uma forma de mitigar esse desafio é realizando testes laboratoriais para manter a qualidade.

No que diz respeito à propriedade intelectual, já existe um registro de programa de computador, referente ao firmware da armadilha, que deverá ser licenciado para Partamon, empresa parceira no desenvolvimento do projeto.

4. RESULTADOS ESPERADOS E IMPACTO

A estação meteorológica tem impacto ambiental positivo, uma vez que diminui o número de deslocamentos ao campo para coletar dados do ambiente, reduzindo a queima de combustíveis. O monitoramento preciso da umidade e da chuva permite uma irrigação mais eficiente, economizando água, um recurso vital. Além disso, ao fornecer dados que auxiliam na previsão de pragas e doenças, a estação contribui para um uso mais racional e reduzido de insumos agrícolas, diminuindo o impacto ambiental da produção e promovendo maior sustentabilidade.

Como a comercialização da estação só será viável quando a tecnologia atingir, no mínimo, TRL 7, não há projeções de resultados financeiros baseados em vendas nos próximos anos. A sustentabilidade financeira do projeto durante as fases de desenvolvimento e validação é garantida por meio de financiamento de agências de fomento governamentais, como CNPq e FAPERGS, e através de parcerias estratégicas com empresas do setor que apoiam a pesquisa e o desenvolvimento da inovação.

A visão de futuro para a estação é evoluir do atual protótipo para um produto comercial robusto e validado. O objetivo é escalar a tecnologia para que ela seja vendida no modelo SaaS. Futuramente, os dados da estação poderão ser integrados com outras plataformas de agricultura 4.0, como armadilhas inteligentes de pragas, para criar modelos preditivos ainda mais completos e de maior valor agregado para o agricultor.

5. CONCLUSÕES

Pode-se concluir que o aprimoramento da estação meteorológica representa um avanço significativo, preparando a estação para futura validação em campo. O potencial de impacto da inovação é notável, pois oferece aos produtores uma

ferramenta eficaz para a coleta de dados, viabilizando uma gestão mais consciente e sustentável que pode levar à otimização de recursos e ao aumento da produtividade.

O projeto, que já conta com a parceria da empresa Partamon e o fomento do CNPq e FAPERGS, entra agora em uma fase crucial de validação em campo e otimização da plataforma de dados. Diante do cenário atual de mudanças climáticas, há uma carência de monitoramento meteorológico, tornando-se um ponto crítico para a segurança produtiva. A rede existente dificilmente captura variações climáticas decisivas para a plantação. Nesse contexto, inovações como esta são uma necessidade urgente.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COLUSSI, Joana; AIRES, Anderson. Uso inteligente de dados ajuda produtores a colher nova safra recorde de soja no RS. **Zero Hora**, Porto Alegre, 18 abr. 2019. Campo e Lavoura. Disponível em: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/campo-e-lavoura/noticia/2019/04/uso-inteligente-de-dados-ajuda-produtores-a-colher-nova-safra-recorde-de-soja-no-rs-cjumz90pk03kx01rtqqcp34gl.html>. Acesso em: 26 ago. 2025.

IBGE. **A produção agropecuária brasileira**. Educa IBGE, Rio de Janeiro, 5 dez. 2018. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/materias-especiais/20776-a-producao-agropecuaria-brasileira.html>. Acesso em: 28 ago. 2025.

MATTHES, H.; DONINI, J. L.; LEMKE, A. W.; BESKOW, S.; CANABARRO, M. S. Troca de sistema de offline para online com dashboard de um pulviomentro comercial. In: **SEMANA INTEGRADA DE INOVAÇÃO, ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UFPEL**, 10., 2024, Pelotas. Anais... Pelotas: UFPel, 2024. Acessado em 28 ago. 2025. Online. Disponível em: https://cti.ufpel.edu.br/siiipe/arquivos/2024/EN_06107.pdf

PARTAMON. **MIPWise**: Inteligência Artificial das Coisas aplicada ao Manejo Integrado de Pragas. Pelotas, [s. d.]. Disponível em: <https://partamon.com/project/mipwise-inteligencia-artificial-das-coisas-aplicada-ao-manejo-integrado-de-pragas/>. Acesso em: 26 ago. 2025.

PERES, J. C. R.; CANABARRO, M. S.; MARQUES, F. S. Desenvolvimento de uma estação meteorológica. In: **SEMANA INTEGRADA DE INOVAÇÃO, ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UFPEL**, 7., 2021, Pelotas. Anais... Pelotas: UFPel, 2021. Acessado em 26 ago. 2025. Online. Disponível em: https://cti.ufpel.edu.br/siiipe/arquivos/2021/EN_03761.pdf

REGIS, M. S. **Agricultura digital**: adoção e difusão entre produtores bancarizados de grãos. 2022. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília.

SCANDELARI, R. **As diferenças entre LoRaWAN e LoRaMesh**. Radioenge. 14 maio 2025. Acessado em 21 ago. 2025. Online. Disponível em: <https://www.radioenge.com.br/as-diferencias-entre-lorawan-e-loramesh/>