

DESENVOLVIMENTO E INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS ELETRÔNICOS PARA A AGRICULTURA DE PRECISÃO UTILIZANDO A TECNOLOGIA LoRa

VINÍCIUS ÁVILA EICHENBERG¹; FELIPE DE SOUZA MARQUES²

¹*Centro de Engenharias - UFPEl – vinicius.eichenberg@gmail.com*

²*Centro de Desenvolvimento Tecnológico – felipem@inf.ufpel.edu.br*

1. INTRODUÇÃO

A agricultura moderna enfrenta o desafio de aumentar sua produção de forma sustentável, tendo em vista a crescente demanda global por alimentos e a necessidade de preservação do meio ambiente (FAO, 2021). Temos como resposta a esse desafio um constante avanço tecnológico que permite maior sustentabilidade, lucro e produção.

Este trabalho está inserido no contexto do projeto, “MIPWise: ‘Inteligência Artificial das Coisas’ Aplicada ao Manejo Integrado de Pragas”, que é um dos projetos apoiados pelo Programa Inova Agro, fomentado pela Secretaria de Inovação, Ciência e Tecnologia (SICT) e pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio Grande do Sul (FAPERGS). O foco do projeto é o aprimoramento do Manejo Integrado de Pragas (MIP) e a implementação das tecnologias da Agricultura 4.0, como por exemplo a Internet das Coisas (IoT), o Big Data e a Inteligência Artificial (IA), utilizando-se dessas tecnologias para evoluir modelos de previsão de infestações e analisar os dados coletados por dispositivos eletrônicos, como armadilhas de insetos inteligentes e estações meteorológicas, tornando assim a produção de alimentos mais eficiente.

Os resultados não serão limitados apenas ao desenvolvimento da agricultura no geral, mas também terão impactos ambientais positivos, como por exemplo o uso mais eficiente de defensivos agrícolas e a redução da poluição de águas e solos, além da redução dos possíveis prejuízos que podem ser causados pela tomada de decisões tardias no âmbito do controle de pragas.

Neste artigo, será apresentado um relato dos sistemas desenvolvidos e integrados a um protótipo de uma armadilha de insetos inteligente (REMBOSKI et al., 2017a; REMBOSKI et al., 2017b; REMBOSKI et al., 2018; SOUZA et al., 2017), que é capaz de contar o número de insetos capturados, visando gerar dados para o controle populacional. Foram desenvolvidos dois subsistemas eletrônicos: (1) um subsistema de potência que visa assegurar autonomia energética utilizando baterias e um painel solar, com a inclusão de um controlador solar de carga para ajustar a tensão e corrente necessárias para o sistema; (2) um subsistema de comunicação que utiliza rádios LoRa, devido ao baixo custo, quando comparado a outras tecnologias.

O trabalho desenvolvido contribuirá para se atingir o objetivo do projeto, para estabelecer uma área para testes e validação de tecnologias da agricultura 4.0, tendo como estudo de caso o aprimoramento e avaliação de um sistema integrado de sensores para coleta de dados e tomada de decisão para manejo integrado de pragas. A longo prazo, o objetivo é tornar a área experimental um catalisador para o desenvolvimento social e tecnológico deste segmento da agricultura na região Sul do RS, influenciando na tendência da adoção de novas tecnologias no campo para aumento de produtividade e de forma sustentável, a

partir de um ferramental tecnológico que possa ser replicado para outras culturas e regiões agrícolas.

2. METODOLOGIA

A metodologia empregada foi dividida em dois eixos, visando o estudo e integração de tecnologias de comunicação e o aprimoramento do hardware dos protótipos implementados. O projeto WiseMIP tem como objetivo elevar o nível de TRL (Technology Readiness Level) de 6 do protótipo atual, para o nível 8, em que a tecnologia está pronta para uso comercial.

O primeiro eixo concentra-se no desenvolvimento do Sistema de Comunicação para Redes de Sensores Sem Fio (RSSF). O objetivo principal é criar uma rede eficiente para coletar dados agrícolas de última milha. Isso envolve a pesquisa de tecnologias adequadas, caracterização do canal de comunicação e a definição da topologia de rede adequada. Este sistema é fundamental para o sucesso do projeto e para a modernização da agricultura na região. Neste contexto, foram realizados estudos para estabelecer limites de comunicação com o protocolo LoRa, a partir de testes de distância e cobertura. Após a realização dos testes, elegeram-se um conjunto de rádios que implementam o protocolo LoRa Mesh, que, diferente do protocolo LoRaWAN, não necessita de gateway principal (BERTO; NAPOLETANO; SAVI, 2021) foram integrados ao dispositivo sensor da armadilha de insetos.

Já segundo eixo focou no aprimoramento do hardware, atuando no desenvolvimento de um sistema para suporte energético, incluindo a captação de energia solar e a otimização do consumo de energia nas armadilhas e nos nós de transmissão, além de otimizar o hardware de comunicação para garantir a confiabilidade na transmissão de dados. Para chegar neste resultado, foram pesquisados módulos eletrônicos para controle de carga de baterias e reguladores de tensão para se determinar quais seriam mais adequados ao projeto. A Figura 1 mostra o esquemático do sistema, destacando os componentes utilizados. Após esta etapa, procedeu-se com a integração do sistema de comunicação, que exigiu o desenvolvimento de um circuito integrador e um software embarcado que faz a transmissão dos dados dos sensores para uma base de dados hospedada em nuvem. A última etapa foram testes de bancada para validar a nova concepção dos subsistemas e sua integração.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram desenvolvidas um conjunto de funções importantes para o avanço das tecnologias e dos objetivos do projeto. Estas contribuições envolveram a adaptação de tecnologias de transmissão sem fio, a busca por uma solução energética eficiente para as armadilhas de insetos e a integração de componentes críticos no sistema.

Em um primeiro momento, foi realizado uma adaptação em um protótipo preexistente de interface dos rádios *LoRaMESH*, da Radioenge, originalmente desenvolvido por outro membro do grupo de pesquisa, para a utilização nos rádios *LoRa* da Heltec. Essa adaptação utilizou a biblioteca experimental *LoRaMesher* (SOLÉ et al., 2022) que implementa uma rede Mesh no módulo de RF *LoRa* integrado *SX1276*, utilizado pelo rádio e permitiu realizar testes

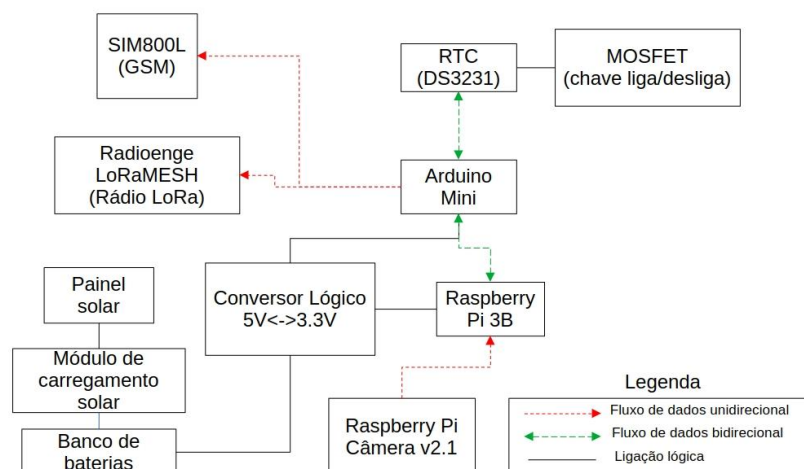
específicos e avaliar a tecnologia de transmissão sem fio mais apropriada ao contexto do projeto, tendo em vista que foi preciso a utilização de tecnologias adicionais para implementar a tecnologia *Mesh* nos rádios da Heltec, já que esses não possuem a tecnologia integrada nativamente, diferente dos rádios da Radioenge, que contam com bibliotecas proprietárias.

Além disso, foi realizada uma busca por uma solução energética eficiente para as armadilhas de insetos, colaborando no desenvolvimento de um programa embarcado, que controla o ciclo de ligar/desligar da armadilha em intervalos específicos de tempo. Essa estratégia visou otimizar o consumo de energia, considerando as limitações de acesso à rede elétrica em locais remotos.

Nesse contexto, o trabalho realizado foi fundamental na integração de componentes críticos do sistema como um todo, que engloba diversos dispositivos complexos, como rádio GSM, Arduino mini, módulo LoRa, Raspberry Pi e uma câmera acoplada ao Raspberry. Esse sistema tem o Raspberry como responsável por utilizar a câmera para registrar uma foto do interior da armadilha e processar as informações, transferindo-as para o Arduino Mini via comunicação serial, onde são transferidas via GSM e/ou LoRa para um servidor externo incluindo os dados de geolocalização e registro de tempo. O Arduino mini, após essa transferência, envia um comando para o módulo RTC (Relógio em Tempo Real) que o deixa programado para enviar um sinal de controle para o reinício do sistema em “x” minutos. O RTC utiliza seu sistema de alarme para ativar ou desativar o *gate* do MOSFET, que funciona como uma chave liberando ou cortando a energia do sistema.

Adicionalmente, também foi realizada a impressão 3D de peças para uma estação meteorológica customizada. Entretanto, embora tenha sido uma iniciativa promissora, após uma análise detalhada de custo/benefício, o grupo decidiu não incorporar essa estação ao sistema final. A escolha foi motivada pelos desafios associados à montagem, calibração e certificação, tornando-a economicamente inviável em comparação com soluções de mercado mais acessíveis. Essa decisão permitiu focar nas tecnologias-chave do projeto, como a comunicação *LoRa* e o gerenciamento de energia, alinhando nossos recursos de forma eficaz.

Figura 1- Esquemático simplificado da armadilha



4. CONCLUSÕES

Desde sua concepção até o presente momento, o projeto avançou significativamente na direção de soluções inovadoras para a agricultura moderna. A metodologia foi projetada para abordar desafios presentes e futuros no setor agrícola, proporcionando um ambiente propício para a integração de tecnologias de ponta.

O grande diferencial deste projeto reside na capacidade de impulsionar a inovação tecnológica no agronegócio, chamada de agrotecnologia. Essa abordagem não apenas fortalece a economia local, mas também contribui para a redução do impacto ambiental, estando alinhado com a visão de futuro do Programa INOVA RS.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FAO. **FAOSTAT. Data Crop**. Acessado em: 12 set 2021. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.

REMBOSKI, T. B.; SOUZA, W. D. de; AGUIAR, M. S. de; FERREIRA, P. R. Identification of Fruit Fly in Intelligent Traps Using Techniques of Digital Image Processing and Machine Learning. In: ANNUAL ACM SYMPOSIUM ON APPLIED COMPUTING, 33., 2018, New York, NY, USA. Proceedings. . . **Association for Computing Machinery**, 2018. p.260–267

REMBOSKI, T. B.; SOUZA, W. D. de; AGUIAR, M. S. de; FERREIRA, P. R. Identificação de Insetos de Interesse em Armadilhas Inteligentes Utilizando Processamento Digital de Imagens e Aprendizagem de Máquina. In: Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente, 2017, Porto Alegre. Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente, v. 1. p. 1715-1720, 2017a.

REMBOSKI, T. B.; SOUZA, W. D. de; AGUIAR, M. S. de; FERREIRA, P. R. Um Modelo Para Previsão de Infestações de Pragas em Lavouras Baseado nas Alterações Meteorológicas da Região. In: Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente, 2017, Porto Alegre. Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente, v. 1. p. 1703-1708, 2017b.

SOUZA, W. D. de; REMBOSKI, T. B.; AGUIAR, M. S. de; JÚNIOR, P. R. F. A Model for Pest Infestation Prediction in Crops Based on Local Meteorological Monitoring Stations. In: SIXTEENTH MEXICAN INTERNATIONAL CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE (MICAI), Anais. p.39–45, 2017.

Solé, J. M.; Centelles, R. P.; Freitag, F.; Meseguer, R. P. Implementation of a LoRa Mesh Library. **IEEE Access**, v. 10, p. 113158-113171, 2022. DOI: 10.1109/ACCESS.2022.3217215.

BERTO, R.; NAPOLETANO, P.; SAVI, M. A LoRa-Based Mesh Network for Peer-to-Peer Long-Range Communication. **Sensors**, v. 21, n. 13, p. 4314, 24 jun. 2021.