

ROBÓTICA PARA O CAMPO: SENSOR ANIMAL, PLANTADEIRA E IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADA DE BAIXO CUSTO PARA PEQUENAS PROPRIEDADES

Ágata Vitória Soares da Silva
Alex Samuel de Oliveira Jerônimo
Samira Cienta dos Santos

Valéria Cristina da Silva Ferreira Soares
Jessica Oliveira da Silva
valeria.soares@escola.pr.gov.br

Colégios Estadual Lysímaco Ferreira da Costa, Parananapoema, Paraná

Resumo

Este projeto desenvolvido no Clube de Ciências Empírico Científico, do Colégio Estadual Lysímaco Ferreria da Costa, propõe um sistema robótico integrado, de baixo custo, para auxiliar o trabalho rural em pequenas propriedades: (i) um módulo de sensor animal para monitorar presença, localização e sinais básicos de bem-estar de bovinos e ovinos; (ii) um acessório de plantadeira de precisão para semeadura em linhas; e (iii) um conjunto de irrigação automatizada por gotejamento, acionado por dados de umidade do solo. O objetivo é reduzir desperdícios, aumentar a segurança e apoiar decisões com base em dados. Metodologicamente, articula-se revisão bibliográfica, design e prototipagem com microcontrolador (ESP32/Arduino), integração de sensores (GPS, IMU, umidade de solo e ar), atuadores (servos, microbombas e válvulas solenóide), comunicação local/longa distância (Wi-Fi/LoRa), testes de campo e avaliação com produtores. Esperam-se melhorias na eficiência do plantio, uso racional de água e registro contínuo de informações de manejo animal e agrícola. Conclui-se que a robótica, alinhada ao contexto empírico-científico e às necessidades locais, pode elevar a sustentabilidade e a produtividade em propriedades familiares.

Palavras-chave: robótica agrícola; sensor animal; plantadeira; irrigação; agricultura 4.0.

INTRODUÇÃO

A agricultura 4.0 tem revolucionado a forma como as atividades rurais são conduzidas, promovendo a integração de tecnologias digitais, automação e sistemas inteligentes para otimização de processos agrícolas e pecuários. Souza e Lima (2021) destacam que a robótica móvel aplicada à agricultura tem grande potencial para transformar pequenas propriedades, oferecendo soluções acessíveis que melhoram a eficiência produtiva e minimizam desperdícios. De acordo com esses autores, a adoção de sensores, atuadores e sistemas integrados possibilita o monitoramento em tempo real e o controle preciso das operações agrícolas, mesmo em contextos com recursos limitados.

Além disso, a FAO (2022) enfatiza que a automação na agricultura é uma estratégia chave para a sustentabilidade dos sistemas agroalimentares globalmente, particularmente em pequenas propriedades que enfrentam desafios como manejo de rebanhos, uso racional da água e semeadura eficiente. Segundo o relatório da FAO, a implantação de tecnologias como automatizadas, sensores

ambientais e sistemas de posicionamento contribui para a redução do impacto ambiental e o aumento da segurança alimentar, além de reforçar a tomada de decisões baseadas em dados concretos.

Com base nesses fundamentos teóricos, este trabalho propõe um sistema robótico integrado, modular e de baixo custo para atender às demandas específicas de pequenas propriedades rurais do noroeste do Paraná. A proposta visa não apenas melhorar a eficiência e a sustentabilidade das operações agrícolas e pecuárias, mas também fomentar a replicabilidade e manutenção local, capacitando a comunidade rural a usufruir diretamente dos avanços da agricultura 4.0.

ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO

A metodologia está organizada em módulos integráveis, permitindo adoção gradual e manutenção simples. O desenvolvimento seguirá ciclos de prototipagem, testes de bancada, validação em campo e iteração com usuários.

1) Módulo Sensor Animal: coleira ou brinco eletrônico com GPS/GLONASS e aceleração (IMU) para localização básica e detecção de atividade; gateway LoRa na sede para recepção e armazenamento; alertas de cerca virtual e ausência prolongada; possibilidade de sensor de temperatura superficial para indícios de febre. App/web simples para visualização de mapa e histórico.

2) Módulo Plantadeira: acessório acoplado a um rover terrestre 4x4 (ou mini-trator) com dosador de sementes por disco/rosca e servo para controle de taxa; sensor de rotação para sincronizar deposição e espaçamento; sulcador leve e roda compactadora; ajuste de profundidade por parafuso/cremalheira. Controle por microcontrolador (ESP32) com firmware em C/C++ e calibração via interface web.

3) Módulo Irrigação: rede de gotejamento setorizada com válvulas solenóide de 12 V e relés; sensores capacitivos de umidade de solo por talhão; algoritmo de decisão (limiares por cultura e estágio fenológico) para liga/desliga automático; opção de comando remoto; alimentação por bateria e painel solar (20–40 W) com controlador de carga.

4) Comunicação e Dados: telemetria local por Wi-Fi/ESP-NOW e longa distância por LoRa; gateway com ESP32/LoRa e cartão SD ou micro-servidor (Raspberry Pi) para banco de dados local; exportação CSV; dashboards com gráficos de umidade, eventos de irrigação e trilhas do rebanho.

5) Validação Empírico-Científica: definição de indicadores (ex.: tempo de plantio por hectare, consumo de água por ciclo, taxa de falhas de comunicação, alertas de cerca virtual); coleta em campo por 8–12 semanas; questionário de usabilidade com produtores; análise descritiva dos dados e ajustes do sistema.

6) Segurança e Manutenção: proteções IP para eletrônica; fusíveis, proteção contra inversão de polaridade e transientes; check-list de manutenção; treinamento básico para troca de sensores, limpeza de filtros e calibração da plantadeira.

RESULTADOS ESPERADOS/PARCIAIS

Espera-se que o sistema proposto proporcione impactos significativos no manejo agrícola e pecuário em pequenas propriedades rurais. Entre os principais resultados previstos, destacam-se:

- **Uso eficiente da água**, com a redução do consumo por meio da irrigação automatizada e orientada por dados de umidade do solo;
- **Maior precisão na semeadura**, assegurando uniformidade na profundidade e no espaçamento das sementes, com consequente economia de insumos e aumento do potencial produtivo;
- **Aprimoramento no monitoramento do rebanho**, permitindo a localização em tempo real, detecção de padrões de atividade e geração de alertas preventivos em situações de fuga ou risco à saúde animal;
- **Otimização do trabalho humano**, reduzindo deslocamentos manuais, aumentando a segurança do trabalhador e liberando tempo para outras atividades da propriedade;
- **Disponibilização de registros contínuos e organizados**, possibilitando acompanhamento histórico de dados (irrigação, plantio, movimentação animal) e apoiando a tomada de decisões baseadas em evidências;
- **Produção de protótipos modulares e de baixo custo**, acompanhados de documentação técnica aberta, de forma a favorecer a replicação e a manutenção local pela própria comunidade;
- **Envolvimento educacional e comunitário**, com a inserção dos resultados em espaços escolares e cooperativos, estimulando a aprendizagem prática de ciência e tecnologia voltada ao contexto rural.

CONSIDERAÇÕES FINAIS/CONCLUSÕES

A integração de sensor animal, plantadeira e irrigação automatizada mostra alto potencial para pequenas propriedades, unindo baixo custo, modularidade e manutenção simples. Ao combinar teoria e prática, os protótipos propostos tendem a reduzir desperdícios, elevar a segurança e apoiar decisões por dados. Como próximos passos, recomenda-se refinar os algoritmos de decisão da irrigação, otimizar o dosador de sementes e ampliar testes de campo com diferentes culturas.

REFERÊNCIAS

FAO. **The State of Food and Agriculture 2022**: Leveraging automation in agriculture for transforming agrifood systems. Rome: FAO, 2022.

SOUZA, A. F.; LIMA, R. B. Robótica móvel aplicada à agricultura: uma revisão. **Revista Brasileira de Agroinformática**, v. 16, n. 2, p. 45–63, 2021.