

MISTURADOR E DOSADOR AUTOMÁTICO DE BAIXO CUSTO PARA SUPLEMENTAÇÃO ANIMAL: DESENVOLVIMENTO DE UMA SOLUÇÃO IOT PARA PEQUENOS E MÉDIOS PECUARISTAS

CAIO WEEGE MOREIRA¹; VINICIUS DOS SANTOS REIS²; PROF. DR. ELMER ALEXIS GAMBOA PEÑALOZA³; PROF. DR MARLON MAURICIO HERNANDEZ CELY⁴

¹Universidade Federal de Pelotas – caioweege9@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – vinicius.reis@ufpel.edu.br

³Universidade Federal de Pelotas – eagpenaloza@ufpel.edu.br

⁴Universidade Federal de Pelotas – marlon.cely@ufpel.edu.br

1. DESCRIÇÃO DA INOVAÇÃO

O projeto apresenta um protótipo de misturador e dosador automático de baixo custo para suplementação animal conforme a figura 1 apresenta, desenvolvido com componentes eletrônicos acessíveis e fabricação de partes por impressão 3D. O equipamento integra dois silos com sensores ultrassônicos para monitoramento do nível, portinholas acionadas por servomotores, célula de carga para pesagem e motor de passo para acionamento do sistema helicoidal de mistura. Um sensor óptico identifica a presença do recipiente coletor.

O controle é realizado por um ESP32, utilizando o sistema operacional de tempo real FreeRTOS para o gerenciamento das tarefas de aquisição de dados, acionamento e comunicação. A conexão Wi-Fi permite a supervisão do processo por meio de uma interface desenvolvida em LabVIEW (AN; MIEN, 2026).

O diferencial da proposta está na integração da dosagem, pesagem, mistura e supervisão em um único equipamento compacto, modular e de baixo custo (SOH et al., 2019). Diferente das soluções convencionais, que exigem pesagem manual prévia ou são dimensionadas apenas para grandes agroindústrias, este sistema resolve o problema tecnológico da precisão nutricional para pequenos e médios produtores, inserindo-os na Agricultura 4.0 (TAER; TAER, 2025).



Figura 1 – Protótipo do misturador e dosador automático
Fonte: Autores (2026)

2. ANÁLISE DE MERCADO

O público-alvo compreende pequenos e médios pecuaristas, propriedades familiares e cooperativas que realizam a formulação própria da suplementação animal, um perfil fundamental e de grande representatividade no cenário agropecuário nacional (IBGE, 2019).

Equipamentos automatizados disponíveis no mercado podem apresentar custos elevados e serem dimensionados para operações de maior escala. Nesse contexto, o projeto busca atender uma faixa de usuários que necessita de automação, mas possui limitações de investimento e infraestrutura.

A solução apresenta potencial de aplicação em propriedades rurais de pequena e média escala, podendo ser adaptada para diferentes capacidades de armazenamento e dosagem. A estratégia inicial prevê a validação junto a produtores locais e, posteriormente, parcerias com cooperativas e empresas de tecnologia agropecuária.

3. ESTRATÉGIA DE DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO

O projeto encontra-se no TRL 4, justificado pela existência de um protótipo funcional operando e validado em ambiente de laboratório. O sistema está estruturado em três níveis: processo físico, controle embarcado e supervisão.

O ESP32 realiza o controle local dos sensores e atuadores, enquanto a comunicação Wi-Fi possibilita a supervisão por meio do LabVIEW.

A arquitetura de controle local permite que as funções principais do equipamento sejam mantidas mesmo diante de eventuais falhas na comunicação com a interface de supervisão, característica relevante para aplicações em ambientes rurais.

O protótipo encontra-se em etapa de desenvolvimento e validação laboratorial, sendo necessários novos testes de calibração, precisão de dosagem, repetibilidade, tempo e homogeneidade da mistura, comunicação e resistência mecânica.

A manufatura aditiva permite realizar modificações rápidas na estrutura e reduzir os custos das etapas de desenvolvimento. Após a validação em laboratório, serão realizados testes em propriedades rurais parceiras.

No que tange à propriedade intelectual, o equipamento apresenta potencial para proteção por Modelo de Utilidade, sujeito à análise de novidade, atividade inventiva, aplicação industrial e busca prévia de anterioridade.

4. RESULTADOS ESPERADOS E IMPACTO

Os resultados práticos da validação do protótipo garantem a realização automática da dosagem, pesagem e mistura de diferentes componentes utilizados na suplementação animal, reduzindo a intervenção manual e aumentando a repetibilidade do processo.

A utilização de componentes de baixo custo, ESP32 e impressão 3D poderá contribuir para tornar a solução mais acessível aos pequenos produtores. A conectividade IoT também permitirá, em versões futuras, registrar informações como quantidade dosada, consumo de insumos, frequência de operação e histórico de funcionamento.

Os principais impactos esperados são:

- **Econômico:** redução potencial dos custos associados à automação e melhor controle dos insumos;
- **Operacional:** redução de tarefas manuais e maior padronização da mistura;
- **Tecnológico:** ampliação do acesso à automação, IoT e Agricultura 4.0;
- **Ambiental:** potencial redução de perdas de insumos decorrentes de erros de dosagem.

A viabilidade econômica e os ganhos de desempenho serão avaliados posteriormente por meio de testes comparativos entre o processo manual e o automatizado.

5. CONCLUSÕES

O projeto apresenta uma solução de baixo custo para automação da suplementação animal, integrando mecânica, sensores, ESP32, FreeRTOS, conectividade Wi-Fi, impressão 3D e supervisão em LabVIEW.

A principal inovação consiste na integração dessas tecnologias em um equipamento compacto e modular direcionado a pequenos e médios produtores rurais.

O protótipo encontra-se em fase de validação laboratorial. As próximas etapas incluem a realização de testes de precisão, repetibilidade, homogeneidade da mistura, consumo energético e confiabilidade, seguidos de validação em condições reais de utilização.

A solução apresenta potencial para contribuir com a democratização de tecnologias de automação e IoT no setor agropecuário, possibilitando a evolução do protótipo para uma futura aplicação comercial.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AN, Vo Van; MIEN, Trinh Luong. Design and Implementation of a Closed-Loop Temperature Control System Using STM32 and LabVIEW with IoT-Based Monitoring. *In: International Conference on Automation and IoT*, p. 41-57, 2026.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário 2017: Resultados Definitivos. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

SOH, Zainal Hisham Che et al. Semi-automated double sided livestock (SADSL) mixfeeder. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, v. 15, n. 2, p. 1019-1026, 2019.

TAER, A. N.; TAER, E. C. Harnessing Precision and Innovation: A Systematic Review of Precision Livestock Farming and IoT Technologies in the Philippines. *Ceylon Journal of Science*, v. 54, n. 1, p. 53-64, 2025.