

SISTEMA SUPERVISÓRIO PARA ESTIMATIVA DE VAZÃO VOLUMÉTRICA DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS

**Sofia Pagliarini¹; Allan Maldaner Rodrigues²; Elmer Alexis Gamboa Penaloza³;
Giuseppe Stefanello⁴; Marlon Mauricio Hernandez Cely⁵.**

¹ Estudante de Engenharia de Controle e Automação – Universidade Federal de Pelotas. Pelotas – RS.
E-mail:sofiapagliarini@gmail.com

² Estudante de Engenharia de Controle e Automação – Universidade Federal de Pelotas. Pelotas – RS.
E-mail:maldaner.allan@gmail.com

³ Professor de Engenharia de Controle e Automação – Universidade Federal de Pelotas. Pelotas – RS.

⁴ Professor de Engenharia Agrícola – Universidade Federal de Pelotas. Pelotas – RS.

⁵ Professor de Engenharia de Controle e Automação – Universidade Federal de Pelotas. Pelotas–RS.

RESUMO

As tecnologias agrícolas modernas são desenvolvidas, em sua maioria, para grandes produtores com alto poder aquisitivo, deixando os agricultores familiares com poucas opções acessíveis para a adoção de ferramentas de agricultura de precisão. Logo, este trabalho tem como objetivo desenvolver um sistema supervisório para estimativa da vazão volumétrica de calda, utilizando diagramas de blocos no LabVIEW®. O sistema combina os dados de vazão, largura da barra e velocidade, com um Arduino UNO® atuando como placa de aquisição para a leitura dos dados. Dessa forma, é possível obter, em tempo real, uma estimativa da quantidade de calda aplicada por hectare, reduzindo desperdícios e otimizando o uso de insumos. Assim, a solução se apresenta como uma alternativa viável para agricultores familiares, além de reduzir danos ao meio ambiente.

1. INTRODUÇÃO

O manejo das terras e sua utilização em larga escala evoluíram com o uso de maquinários e defensivos agrícolas. Os agrotóxicos, compostos químicos contra pragas, são amplamente aplicados, mas o uso excessivo pode causar sérios impactos ambientais e à saúde, como poluição do ar, danos ao DNA, câncer e malformações. Essa preocupação é relevante, pois o Brasil é o maior consumidor mundial. O controle da vazão volumétrica em pulverizadores é essencial para evitar desperdícios. As bulas trazem doses recomendadas, que devem ser seguidas com orientação técnica. A vazão varia conforme o tipo e a pressão dos bicos, mas o desgaste pode elevar a aplicação além do adequado. Além disso, variações inesperadas de vazão também comprometem a uniformidade. Para isso, sistemas em bancada foram criados para simular condições de teste (CRUVINEL et al., 2011). Já BUGATTI et al. (2012) propuseram controle de dose em pulverizadores autopropelidos, inviável para a agricultura familiar devido ao alto custo e manutenção complexa. Como alternativa, a agricultura de precisão associa tecnologias de baixo custo para reduzir impactos e otimizar recursos. Sendo assim, sistemas inteligentes vêm sendo desenvolvidos para pulverização, incluindo tecnologias voltadas a pequenos produtores, com aumento da produtividade a custos moderados (ZHANG, 2015). Portanto, este estudo propõe um sistema de supervisão virtual para estimar a vazão volumétrica a partir de parâmetros como bomba hidráulica, velocidade de aplicação e largura da barra, visando otimizar a pulverização, evitar excessos e garantir viabilidade para a agricultura familiar.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O desenvolvimento do projeto iniciou-se com a definição de um esquema de etapas (Figura 1), seguido da elaboração prática do protótipo e da seleção dos materiais. Foram utilizados: sensor volumétrico para medição da vazão, bomba centrífuga para fornecimento de fluxo, Arduino UNO® como placa de aquisição de dados e computador com LabVIEW® para processamento e supervisão do sistema. O diagrama de blocos no LabVIEW® viabiliza a comunicação entre o Arduino UNO® e o ambiente supervisor por meio da extensão LINX®, permitindo leitura e controle dos sinais. A aquisição dos dados do sensor ocorre no pino A2. No sistema físico, a Ponte H L298N aciona a bomba e controla a vazão via PWM. No código, o pino 5 permanece em nível baixo, o pino 6 atua como liga/desliga da bomba e o pino 10 ajusta o *Duty Cycle*, regulando a tensão e, consequentemente, a vazão.

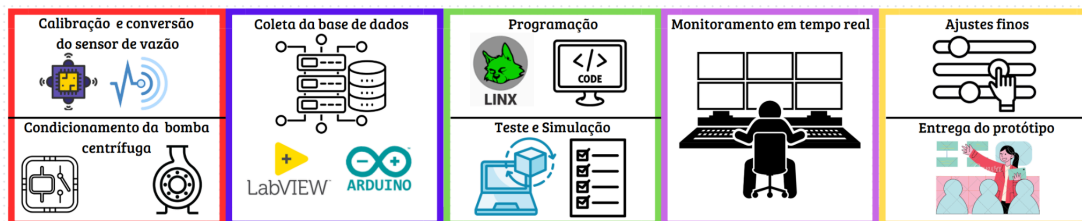


Figura 1. Esquema de etapas do projeto.

Fonte: Autor.

Para o cálculo da vazão, adota-se a metodologia de CHAIM (2019), utilizando parâmetros fixos, como largura da barra de pulverização e velocidade do equipamento, definidos pelo usuário no painel frontal. Esses dados, combinados com as leituras do sensor, permitem estimar a quantidade de calda aplicada por hectare em tempo real. Os resultados são automaticamente armazenados em planilhas .csv, possibilitando monitoramento contínuo e geração de base de dados para análise da aplicação. Como este projeto se baseia em aplicações reais de defensivos agrícolas, alguns cálculos prévios podem ser feitos. Estes cálculos têm a finalidade de explicar como aconteceria na prática a escolha dos parâmetros físicos. No entanto, serão utilizados valores fictícios para poder ter um exemplo introdutório:

$$L = h/b; L = 1000/14 = 714\text{m.} \quad (1)$$

Com **L** sendo a distância percorrida em metros lineares para aplicar um hectare, **h** como a área de um hectare = 10000 m² e **b** a largura de barra de um pulverizador.

$$T = L/v; T = 714/75 = 9,52 \text{ min/ha.} \quad (2)$$

Com **T** sendo o tempo de consumo para um hectare, e **v** a velocidade de aplicação = 75 m/min.

$$U = V/T; U = 15,38/9,52 = 146,46 \text{ L/ha.} \quad (3)$$

Com **U** sendo o volume de litros de calda por hectare, **V** a vazão do pulverizador.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Concluídas as etapas de desenvolvimento e testes, observou-se que os resultados foram satisfatórios, uma vez que o sistema físico desenvolvido se mostrou capaz de simular, em tempo real, o volume de agrotóxico estimado que aplica-se em um hectare. A Tabela 1 apresenta alguns valores exemplificativos registrados durante os testes, em que o supervisor captou a vazão no sensor e realizou a conversão para a estimativa por hectare, seguindo a metodologia descrita por CHAIM (2019), demonstradas nas equações (1), (2) e (3), o cálculo de distância percorrida para tratar um hectare, o tempo consumido para tratar um hectare, e o volume de calda para tratar um hectare, respectivamente.

Tabela 1. Exemplos de valores captados em tempo real pelo supervisor.

Vazão no sensor (L/min)	Vazão estimada por hectare (L/ha)
1,318353	2,63723
2,066191	4,13320
1,511095	3,02279

Fonte: Autor, com base em CHAIM (2019).

Observa-se, por exemplo, que uma vazão de **1,32 L/min** no sensor correspondeu a **2,64 L/ha**, enquanto uma leitura de **2,07 L/min** resultou em **4,13 L/ha**. Por fim, foi decidido armazenar em tempo real os valores de vazão, gerando séries temporais úteis para análises de volume aplicado e detecção de anomalias no sistema. O uso do formato .csv possibilita integração com técnicas de Inteligência Artificial, como Aprendizado de Máquina, aplicadas na Agricultura 4.0.

4. CONCLUSÃO

Foi desenvolvido um sistema supervisor de estimativa de vazão volumétrica de defensivos agrícolas, integrando sensor de vazão e bomba centrífuga por meio de comunicação serial e monitoramento em tempo real. Com base em tecnologias da Indústria 4.0, o projeto avança na aplicação agrícola ao possibilitar maior controle sobre a quantidade de litros pulverizados por hectare. Ressalta-se a importância dessa estimativa, pois o uso excessivo de pesticidas impacta não apenas a lavoura, mas também a biodiversidade ao redor.

5. REFERÊNCIAS

- BUGATTI, I. G.; MENEZES, D.; MARTINS, D. S.; MARCONATO, E. S. Automação e controle de pulverização em máquinas agrícolas. *Revista Eletrônica e-F@tec*, 2012.
- CHAIM, A. *Aplicação de agrotóxicos e meio ambiente: boas práticas agrícolas*. Brasília: Embrapa, 2019.
- CRUVINEL, P. E.; OLIVEIRA, V. A.; FELIZARDO, K. R.; MERCALDI, H. V. Bancada automatizada para ensaios e desenvolvimento de pulverizadores de agrotóxicos. In: *Agricultura de Precisão: um novo olhar*. São Carlos: Embrapa Instrumentação, cap. 1, 2011.
- ZHANG, Q. *Precision agriculture technology for crop farming*. Boca Raton: CRC Press, 2015.