

## CALIBRAÇÃO DE SENSORES DE FLUXO DE ÁGUA PARA ESTIMATIVA DO CONSUMO HÍDRICO EM BEBEDOUROS DE BOVINOS

ANA CAROLINA SILVA VAZ CURADO DE AGUIAR<sup>1</sup>, LÍVIA MARIA CAVALCANTE SILVA<sup>2</sup>, GÉSSICA PAULA DE ALVES MARINHO<sup>2</sup>, GLEDSON LUÍS PONTES DE ALMEIDA<sup>3</sup>, VICTOR WANDERLEY COSTA DE MEDEIROS<sup>4</sup>, HÉLITON PANDORFI<sup>5</sup>

1 Eng. Agrícola e Ambiental, Graduanda em Engenharia Agrícola, Depto. de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife – PE, anacarolina.aguiar@ufrpe.br

2 Eng. Agrícola e Ambiental, Doutoranda em Engenharia Agrícola, Depto. de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife – PE.

3 Eng. Agrícola e Ambiental, Prof. Doutor, Depto. de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife – PE.

4 Ciência da computação, Prof. Doutor, Depto. de Estatística, UFRPE, Recife – PE.

5 Eng. Agrônoma, Prof. Doutor, Depto. De Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife - PE.

Apresentado no  
LIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2024  
6 a 8 de agosto de 2024 – Natal – RN, Brasil

**RESUMO:** As mudanças climáticas representam desafios crescentes para a agricultura global, destacando a escassez de água. Diante disso, a gestão hídrica eficaz é fundamental para minimizar os efeitos negativos dessa problemática. Neste contexto, sensores de fluxo de água desempenham um papel crucial ao permitir o monitoramento preciso dos recursos hídricos. Desta forma objetivou-se calibrar sensores de vazão de água (A e B) em diferentes condições de fluxo para estimar o consumo hídrico em bebedouros de bovinos. A pesquisa foi conduzida em laboratório da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), com medições realizadas em dezembro de 2023. Durante o período do estudo, foram coletadas um total de 60 leituras para cada sensor, divididas igualmente entre dois regimes de fluxo: 30 leituras de forma contínua e 30 intermitentes. Os resultados indicam que o Sensor A apresentou menor variabilidade e tempo de calibração em comparação com o Sensor B. Conclui-se que o Sensor A é preferível devido à sua precisão e eficiência operacional para monitoramento do fluxo de água na agricultura, contribuindo para uma gestão mais sustentável dos recursos hídricos.

**PALAVRAS-CHAVE:** instrumento de medição, gestão hídrica, precisão agrícola.

## WATER FLOW SENSOR CALIBRATION FOR ESTIMATING WATER CONSUMPTION IN CATTLE DRINKERS

**ABSTRACT:** The increasing challenges posed by climate change in global agriculture highlight water scarcity. In this regard, effective water management is crucial to mitigate the negative impacts of this issue. In this context, water flow sensors play a crucial role in enabling precise monitoring of water resources. Thus, the objective was to calibrate water

flow sensors (A and B) under different flow conditions to estimate water consumption in cattle drinkers. The research was conducted at the laboratory of the Federal Rural University of Pernambuco (UFRPE), with measurements taken in December 2023. During the study period, a total of 60 readings were collected for each sensor, evenly divided between two flow regimes: 30 continuous readings and 30 intermittent readings. The results indicate that Sensor A exhibited lower variability and calibration time compared to Sensor B. It is concluded that Sensor A is preferable due to its precision and operational efficiency for water flow monitoring in agriculture, contributing to a more sustainable water resources management.

**KEYWORDS:** Water flow sensor, water management, calibration

**INTRODUÇÃO:** A escassez de água e a variabilidade climática desafiam a agricultura global. Estima-se que até 2026-2050, as mudanças climáticas intensificam a escassez de água em mais de oitenta e três por cento das terras agrícolas (LIU, 2022). No Brasil, observou-se um aumento de cinquenta e cinco por cento no volume de água captado para o setor agropecuário (PALHARES & PALHARES, 2021). Dentre os usos da água na agricultura, quarenta e um por cento são para a pecuária, destacando a importância da gestão hídrica neste setor. A precisão na medição do consumo de água na produção animal é crucial para a sustentabilidade agrícola. Tecnologias baseadas em sensores, como os de fluxo de água, permitem o monitoramento preciso e a estimativa do consumo hídrico (HEINKE et al., 2020). No entanto, a eficácia desses sensores depende da calibração adequada para refletir com precisão as taxas reais de fluxo de água (FENG, 2005). No âmbito das práticas agrícolas sustentáveis, a precisão e a exatidão são essenciais. A capacidade de medir e gerenciar com precisão os recursos hídricos é crucial para otimizar os rendimentos das culturas, conservar água e minimizar o impacto ambiental (MONTEIRO, 2021). Nesse sentido, as tecnologias baseadas em sensores desempenham um papel fundamental. Essas tecnologias podem aumentar a produção, reduzir o impacto ambiental e os custos de produção (PAJARES, 2013). Este estudo visa calibrar dois sensores de vazão de água (A e B) em diferentes condições de fluxo e avaliar seu desempenho na estimativa do consumo hídrico em bebedouros de bovinos. A pesquisa incluirá procedimentos rigorosos de calibração e análise estatística para garantir a precisão dos resultados.

**MATERIAL E MÉTODOS:** A pesquisa foi conduzida em laboratório, localizado no departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), campus Recife. As coordenadas de latitude de 8° 01' 01" S e longitude 34° 56' 41" W, e altitude local de 6,5 m em relação ao nível do mar. As medições foram realizadas em dezembro de 2023. Os sensores de fluxo de água utilizados foram: sensor A (modelo YF-S201) e sensor B (modelo YF-S401), acoplados a um display que possibilita a leitura da vazão. A calibração consistiu na adição de água com volume conhecido, medidos em um becker de vidro com capacidade de 1L, nos sensores e observou-se a quantidade de pulsos para comparação entre leituras dos diferentes sensores. Durante o período do estudo, foram coletadas um total de 60 leituras para cada sensor, divididas igualmente entre dois regimes de fluxo: 30 leituras de forma contínua e 30 intermitentes. Os dados obtidos foram importados para uma planilha Google Sheets, foram criados dataframes para cada sensor e boxplots foram plotados para visualizar a distribuição das leituras de fluxo de água em cada condição.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Os boxplots dos sensores A e B são apresentados nas Figuras 1 e 2, respectivamente. Ao compararmos, notamos diferenças significativas em suas performances nas diferentes condições de fluxo. Durante o fluxo contínuo, os sensores apresentaram uma tendência a produzir leituras mais consistentes e estáveis. (PALENZUELA et al., 2005), corrobora com essa tendência, constatando em sua pesquisa com um sensor piezoelétrico amalgamado, a eficácia dos sensores com fluxo contínuo na obtenção de medidas mais precisas em comparação com outros métodos de análise. Os mesmos apresentaram um menor desvio padrão (sensor A contínuo 0.021952 std; sensor B contínuo 0.020103 std; sensor A intermitente 0.036894 std ; sensor B intermitente 0.054116 std) e amplitude das leituras. Por outro lado, durante o fluxo intermitente, observamos um aumento na variabilidade das leituras para ambos os sensores. Isto pode ser atribuído à natureza intermitente ou variável do fluxo de água durante essas condições, o que pode resultar em flutuações nas medições dos sensores.

Boxplot do fluxo contínuo e não contínuo do sensor de fluxo de água modelo YF-S201

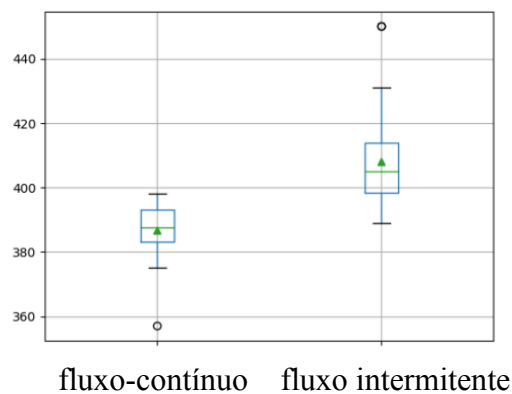


FIGURA 1. *Boxplot* sensor A.

Boxplot do fluxo contínuo e não contínuo do sensor de fluxo de água modelo YF-S401.

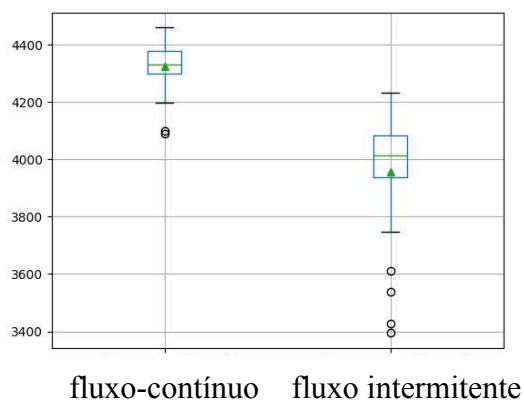


FIGURA 2. *Boxplot* sensor B.

De acordo com a análise dos resultados, tanto o sensor A quanto o sensor B demonstraram capacidade de fornecer leituras consistentes e precisas durante o fluxo contínuo de água. A

constatação de uma variabilidade moderada em torno da média global indica uma estabilidade robusta nas medições realizadas por ambos os sensores. Essa consistência é de suma importância em aplicações agrícolas. Outro aspecto relevante constatado durante a pesquisa foi a diferença no tempo de calibração entre os dois sensores. Observou-se que o sensor A obteve menor tempo de calibração em comparação com o sensor B, devido à sua capacidade de lidar com taxas de fluxo mais altas. O fluxo de água mais rápido no Sensor A permitiu uma resposta mais rápida durante o processo de calibração, facilitando a obtenção de leituras precisas e o ajuste dos parâmetros de calibração.

**CONCLUSÕES:** O Sensor A é preferível devido à sua maior precisão e facilidade de calibração, apesar de sua diferença marginal de desempenho em relação ao Sensor B. Embora ambas as opções sejam viáveis para aplicações agrícolas, o Sensor A oferece uma vantagem adicional em termos de eficiência operacional, o que pode resultar em melhores resultados e economia de tempo durante o monitoramento do fluxo de água.

## **REFERÊNCIAS:**

FENG, J.; POTKONJAK, M. Caracterização e calibração de erros de sensores estatísticos transitivos. *Sensores IEEE*, 2005, p. 4. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ICSSENS.2005.1597763>.

HEINKE, J. et al. Uso da Água na Produção Pecuária Global – Oportunidades e Restrições para Aumentar a Produtividade da Água. *Pesquisa de Recursos Hídricos*, v. 56, 2020.

LIU, X. et al. Avaliação da Escassez Global de Água Agrícola Incorporando a Disponibilidade de Água Azul e Verde sob as Mudanças Climáticas Futuras. *O Futuro da Terra*, v. 10, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1029/2021EF002567>.

MONTEIRO, A.; SANTOS, S.; GONÇALVES, P. Agricultura de Precisão para Agricultura e Pecuária — Breve Revisão. *Animals : an Open Access Journal from MDPI*, v. 11, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ani11082345>.

PAJARES, G.; PERUZZI, A.; SANTOS, P. Sensores em Agricultura e Silvicultura. *Sensores (Basileia, Suíça)*, v. 13, 2013, p. 12132-12139. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/s130912132>.

PALENZUELA, B. et al. Determinação do dióxido de enxofre livre e total no vinho através de um sensor piezoelétrico amalgamado. *Analytica Chimica Acta*, v. 535, 2005, p. 65-72. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.ACA.2004.11.057>.

PALHARES, J.; PALHARES, J. C. P. Produção animal e recursos hídricos: uso da água nas dimensões quantitativa e qualitativa e cenários regulatórios e de consumo, 2021.