

## SISTEMA DE BAIXO CUSTO PARA AUTOMAÇÃO DA RECARGA DE ÁGUA E LEITURA DA EVAPORAÇÃO DO TANQUE CLASSE A

Sidney Pereira<sup>1</sup>, Thaís Carvalho Camelo<sup>2</sup>, Eliandra Maria Bianchini Oliveira<sup>3</sup>, Mariana Ferreira Rabelo Fernandes<sup>4</sup>, Flávio Gonçalves Oliveira<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Agrícola, Prof. Doutor, Instituto de Ciências Agrárias, UFMG, Montes Claros –MG, Fone: (038) 2101.7762, sidney@ica.ufmg.br

<sup>2</sup> Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental, Instituto de Ciências Agrárias, UFMG, Montes Claros –MG.

<sup>3</sup> Zootecnista, Prof. Doutora Instituto de Ciências Agrárias, UFMG, Montes Claros –MG.

<sup>4</sup> Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental, Instituto de Ciências Agrárias, UFMG, Montes Claros –MG

<sup>5</sup> Engenheiro Agrícola, Prof. Doutor. Instituto de Ciências Agrárias, UFMG, Montes Claros –MG

Apresentado no  
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014  
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

**RESUMO:** A determinação da evaporação é de grande importância para as atividades agrícolas, funcionamento de barragens e sistemas de irrigação. O objetivo deste trabalho foi o de desenvolver um sistema remoto de baixo custo para a automação da recarga de água do tanque evaporimétrico Classe A, bem como a leitura da lâmina evaporada. Para a elaboração do sistema foi empregado o microcontrolador Arduino. Para a automação da recarga do tanque evaporimétrico foi empregado uma válvula solenoide acionada pelo Arduino, assim que o sensor de nível de água acusasse determinado valor pré-configurado. Foram testados as respostas do sistema para as variações da lâmina evaporada de 0 mm, 5 mm, 10 mm, 15 mm, 20 mm, 25 mm, 30 mm, 35 mm e 40 mm. O sistema desenvolvido apresentou uma equação quadrática entre o valor lido pelo sensor para o nível de água e a lâmina real evaporada, com coeficiente de representatividade de 0,97 e custo total muito inferior aos disponíveis no mercado, evidenciando, assim, sua eficiência na automação da recarga de água e possibilidade de leitura da lâmina evaporada no tanque Classe A.

**PALAVRAS-CHAVE:** Arduino, Sensor de nível, Instrumentação agriambiental

### SYSTEM OF LOW COST FOR A WATER RECHARGE AND AUTOMATION AND READING OF EVAPORATION TO A CLASS A TANK

**ABSTRACT:** Evaporation determination is very important for agricultural activities, dams and operation, irrigation system. The main goal of this study was to develop a low cost remote system for the automation of water refilling in an evaporimeter tank, Class A, as the reading of the evaporated blade. For the development of the system it was used the Arduino microcontroller. For the automation of the evaporimeter tank recharge it was used a solenoid valve added by the Arduino, as soon as the water level sensor accuses certain previews established value. It was tested some system responses to the evaporated blade variations of 0 mm, 5 mm, 10 mm, 15 mm, 20 mm, 25 mm, 30 mm, 35 mm and 40 mm. The developed system presented a quadratic equation between the value read by the sensor to the water level and about the original evaporated blade, with a representativeness coefficient of 0.97 and total cost less than the available in the market, this way it is demonstrating its efficiency in the water automation and the possibility to evaporated blade reading in the Class A tank.

**KEYWORDS:** Arduino, Level sensor, Agrienvironmental instrumentation

**INTRODUÇÃO:** A utilização eficaz da água nos dias atuais está se tornando cada vez mais importante, devido à escassez de recursos hídricos disponíveis e ao elevado custo da energia, o que torna cada vez mais necessário o uso de metodologias apropriadas ao manejo racional do uso da água (PEIXOTO *et al.*, 2012). O setor agrícola é responsável por boa parte do consumo de água disponível

em rios, lagos e aquíferos subterrâneos, através da irrigação. De acordo com Cunha *et al.* (2013), a evapotranspiração pode ser definida como o processo de ocorrência simultânea da evaporação da água do solo e da transpiração da água pela planta. Este é o principal componente de saída do balanço hídrico. Um dos métodos para determinar a evaporação é o Taque Classe A. Para tornar este método mais eficiente pode-se empregar sensor de nível de água. Este tem a função de quantificar a evaporação diária com o armazenamento das informações diretamente em planilha eletrônica e acionar o sistema de recarga de água do tanque, podendo ser operado remotamente. Para que essas atividades possam ser implementadas, é necessária a existência de um sistema de controle, aquisição e armazenamento de dados capaz de transmiti-los à unidade central de processamento (VILELA *et al.*, 2001). Sendo assim, esse trabalho teve como objetivo empregar um sensor de nível de água de baixo custo e precisão, juntamente a um sistema de aquisição e armazenamento de dados baseado no microcontrolador Arduino para realizar automaticamente a recarga de água do tanque e estimar a lâmina evaporada.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O trabalho foi desenvolvido no Instituto de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Minas Gerais, Campus Montes Claros - MG, situado a 16° 41' S e 43° 50' W e altitude média de 646 metros. Segundo a classificação de Köppen o clima é semiárido, com duas estações distintas, inverno seco e verão chuvoso. Para a indicação do nível de água foi empregado um sensor desenvolvido para a plataforma Arduino. Este sensor emprega tensão de trabalho de 5 volts, possui dimensões de 65 mm, 20 mm e 8 mm para comprimento, largura e maior espessura, respectivamente e sinal de saída de 0 a 4,2 volts. O sensor foi acoplado ao Arduino Uno, plataforma responsável pela aquisição e armazenamento dos dados coletados (Figura 1). Quando o sensor acusa o nível mínimo estabelecido, o Arduino envia comando para abertura da válvula para recarga do taque e a fecha, automaticamente, quando o nível máximo é alcançado. Para simular a leitura da lâmina evaporada foram testadas apenas as respostas do sistema para as leituras de lâmina para 0 mm (ou seja, tanque recarregado), 5 mm, 10 mm, 15 mm, 20 mm, 25 mm, 30 mm, 35 mm e 40 mm (nível para iniciar recarga do tanque). Para tanto, as leituras foram simuladas com um mínimo de 15 repetições e obtido o valor médio, em tensão, da resposta do Arduino para estas lâminas. Estes valores foram ajustados por meio de regressão e determinado o coeficiente de representatividade da equação gerada.

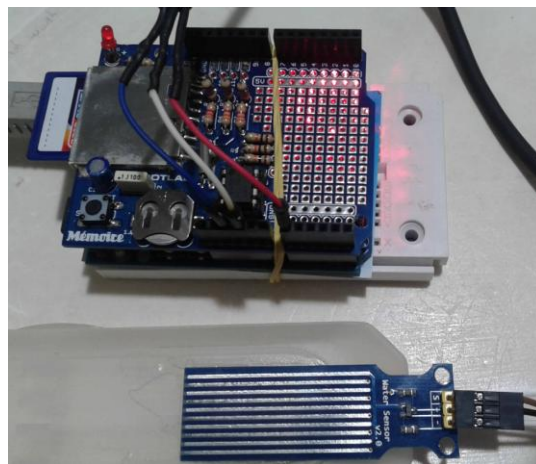


FIGURA 1. Sensor de água acoplado ao Arduino Uno.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Os valores médios com as simulações realizadas no laboratório para as lâminas de 0 mm, 5 mm, 10 mm, 15 mm, 20 mm, 25 mm, 30 mm, 35 mm e 40 mm se encontram na Tabela 1, bem como o desvio padrão e os coeficientes de variação observados. O Gráfico 1 apresenta a curva e a equação de correlação geradas para as médias observadas entre lâminas de tensão de resposta do Arduino com sensor de água, com coeficiente de representatividade  $R^2$  de 0,97. O sistema desenvolvido foi eficiente ao executar a função de recarga o Tanque Classe A, pois identifica com precisão os níveis preestabelecidos para início e fim do processo de recarga do tanque, ou seja, abertura e fechamento da válvula solenoide. De acordo com Gomes (2011), a mesma pode ser ligada remotamente através de programação por sensores. Para a indicação da lâmina diária

evaporada, entretanto, apesar dos baixos valores de coeficientes de variação observados, apresenta erros de leituras devido à instabilidade da resposta do sensor. Esta instabilidade acarreta erros de leitura superiores a 1 mm, o que o inviabiliza para esta função. Foi observada a necessidade de inserir o sensor dentro de um poço de estabilização dentro do tanque evaporimétrico, pois as ondulações da superfície podem ser percebidas pelo sensor. Recomenda-se, para trabalhos futuros, o uso de sensores com maior comprimento para assim permitir maior intervalo entre recargas e implementar o software para permitir o extravazamento de água quando da ocorrência de precipitações, impedindo o transbordamento do tanque e a perda da leitura diária.

TABELA 1. Síntese dos valores de tensão obtidos com o Arduino e o sensor de água.

Lâmina (mm)	0	5	10	15	20	25	30	35	40
Média (V)	0,00	2,03	2,46	2,52	2,62	2,69	2,81	2,97	3,04
Desvio padrão (V)	0,00	0,08	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03
Coefficiente de variação (%)	0,00	3,77	1,52	1,04	1,03	1,12	0,90	0,59	0,97

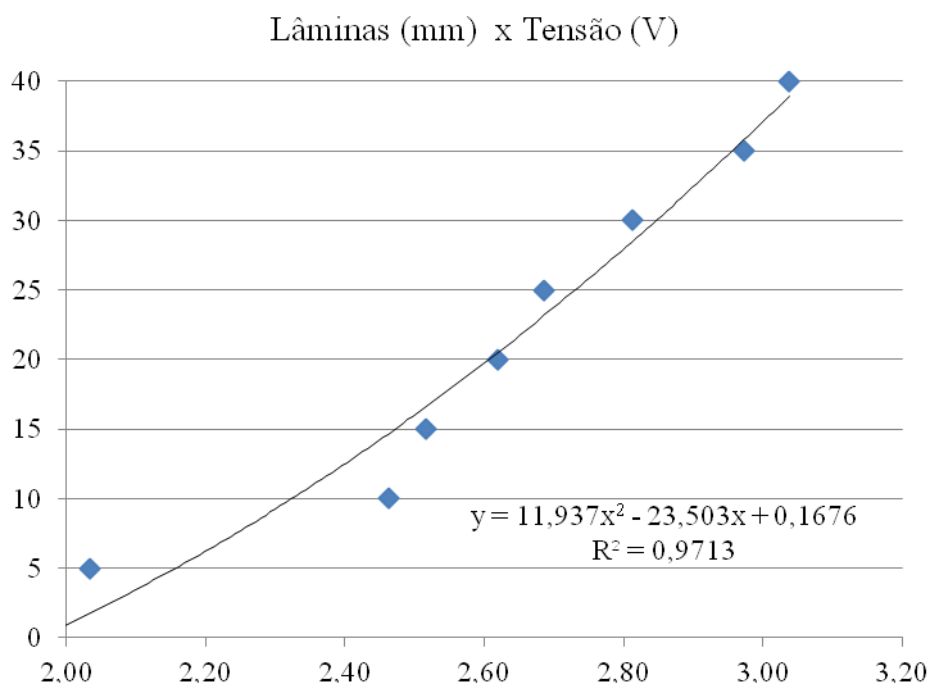


GRÁFICO 1. Correlação entre as respostas obtidas com o Arduino e sensor para as lâminas de 0 mm a 40 mm.

**CONCLUSÕES:** O sistema desenvolvido com o Arduino e sensor de água foi eficiente e de baixo custo para a automatização da recarga de água do Tanque Classe A. Entretanto, apesar de possível, não é indicado para o monitoramento diário da lâmina evaporada. O sensor deve ser utilizado dentro de um poço de estabilização e possuir comprimento maior para que permita maior tempo entre recargas.

## REFERÊNCIAS

CUNHA, P. C. R.; NASCIMENTO, J. L.; SILVEIRA, P. M.; ALVES JUNIOR, J. Eficiência de métodos para o cálculo de coeficientes do tanque classe A na estimativa da evapotranspiração de referência. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 43, n. 2, p. 114-122, abr./jun. 2013.

GARCIA, R. F.; PEREIRA, E. B.; ECHER, M. P. S. Programa computacional para aquisição de dados para avaliação de máquinas agrícolas. **Rev. Bras. Eng. AgrícolaAmbiental**, vol. 7, n. 2, p. 375-381, 2003.

GOMES, S.A. **Chuveiro automático**. Monografia (Engenharia de Computação – Centro Universitário de Brasília). Brasília, 2011.

PEIXOTO, T. D. C.; LEVIEN, S. L. A.; BEZERRA, A. H. F.; SILVA, S. T. A.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J. Coeficiente do Tanque Classe A para a região de Mossoró, RN. **INOVAGRI International Meeting**. Fortaleza, 2012.

VILELA, L. A. A.; GERVÁSIO, E. S.; SOCCOL, O. J.; BOTREL, T. A. Sistema para aquisição de dados de pressão e vazão usando o microcomputador. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, v. 1, n. 2, p. 25-30, Dez. 2001.