

## VALIDAÇÃO DE UM PROTÓTIPO BASEADO NA PLATAFORMA ARDUÍNO PARA O MANEJO DA IRRIGAÇÃO

Rigles Maia Coelho<sup>1</sup>

Onofre Barroca de Almeida Neto<sup>2</sup>

Marine Cirino Grossi Reis<sup>3</sup>

Kleber Mariano Ribeiro<sup>4</sup>

Mateus José Inácio de Abreu<sup>5</sup>

Conservação de solos e recuperação  
de áreas degradadas (RAD)

### Resumo

O presente trabalho buscou validar em campo um protocolo baseado na plataforma Arduino para o manejo automatizado da irrigação. Para isto, um experimento em blocos casualizados foi montado em área experimental do campus Rio Pomba do IF Sudeste MG, considerando o período de coleta dos dados, meses de janeiro/fevereiro e março/abril de 2020, como subparcelas. As parcelas foram ocupadas com Panicum híbrido vr. Massai e a única diferença entre os tratamentos foi o método de manejo da irrigação, sendo o primeiro o hardware desenvolvido e o segundo o método de balanço hídrico (referência). Teste de Tukey, a 5% de significância, foi utilizado para comparação estatística entre os tratamentos. A relação sinal analógico do sensor resistivo e umidade do solo na calibração do protótipo apresentou índice de determinação igual a 0,94 e não houve diferenças significativas entre a lâmina de irrigação preditas nos dois tratamentos. Além disso, foi verificado influência do período de avaliação. O sistema mostrou-se eficaz em realizar o monitoramento e execução da irrigação nas condições em que o mesmo foi submetido.

Palavras-chave: Automação; Sensor; Resistivo; Protocolo; Calibração.

## INTRODUÇÃO

O monitoramento da água no solo é um fator determinante para o sucesso da tecnologia de irrigação, permitindo o planejamento das atividades e otimização do uso da água, juntamente com a elevação da produção das culturas (LEITE JR, 2016).

No Brasil, é comum encontrar sistemas de irrigação aplicando lâminas de água aquém ou além da quantidade recomendada, o que não é interessante e traz prejuízos ao produtor, tal como consumo desnecessário de energia elétrica, lixiviação dos nutrientes e

<sup>1</sup> Aluno do Curso Graduação em Zootecnia, IF Sudeste MG, campus Rio Pomba, Departamento de Zootecnia, riglesmaia2018@gmail.com.

<sup>2</sup> Orientação: Prof. Dr. IF Sudeste MG, campus Rio Pomba, Departamento de Educação, Núcleo de Ciências da Natureza, onofre.neto@ifsudestemg.edu.br.

<sup>3</sup> Prof. Me. IF Sudeste MG, campus Rio Pomba, Departamento de Agricultura e Ambiente, marine.grossi@ifsudestemg.edu.br.

<sup>4</sup> Prof. Dr. IF Sudeste MG, campus Rio Pomba, Departamento de Agricultura e Ambiente, kleber.ribeiro@ifsudestemg.edu.br.

<sup>5</sup> Aluno do Curso Graduação em Zootecnia, IF Sudeste MG, campus Rio Pomba, Departamento de Zootecnia, abreu.mateusji@gmail.com

degradação de áreas destinadas à produção de pastagem ( DE MORAES *et al.*, 2016).

Dessa forma, o produtor rural pode recorrer as condições climáticas, do solo, da planta ou um sistema integrado para o manejo da irrigação (BERNARDO *et al.*, 2009) e, frente ao contexto da agricultura 4.0, a automatização desses processos vem ganhando destaque, com a possibilidade da aplicação de água de forma precisa, com controle das variáveis que podem interferir no cultivo. Dentre as opções de controladores disponíveis no mercado, a plataforma Arduino tem se destacado devido seu baixo custo de aquisição, a vasta aplicabilidade (DINIS, 2017) e o fácil manuseio do protótipo.

Sensores de umidade do solo, controlador Arduino e atuadores em um sistema integrado permitem a aplicação precisa e no momento certo da lâmina de irrigação em sistemas pastoris, oferecendo benefícios ao produtor rural a um custo reduzido, quando comparado com os sistemas de manejo disponíveis no mercado, e neste sentido, o presente trabalho buscou validar em campo um protótipo baseado na plataforma Arduino no manejo da irrigação de pastagens.

## METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no IF Sudeste MG - *Campus* Rio Pomba, localizado sob as coordenadas geográficas 21°14'45" de latitude sul, 43°09'36" de longitude oeste e 447 metros de altitude. A área experimental possui latossolo vermelho amarelo distrófico (LVAd) como solo predominante (SANTOS *et al.*, 2013), clima tropical úmido e com designação Cwa na classificação Koppen, precipitação média anual de 1.644 mm e temperatura anual entre 19 e 28°C (INMET, 2012).

O protótipo para o manejo automatizado da irrigação tem como base um sensor resistivo, modelo LM 393 posicionados a 20 cm de profundidade do solo, para mensuração da umidade, um controlador Arduino Mega 2560 para o processamento das observações e estimativa do tempo e lâmina de irrigação, um relé de estado sólido, para acionamento da motobomba, e válvulas solenoides como atuadores.

Antes da realização do experimento, o sensor resistivo foi calibrado seguindo as metodologias propostas por Van Genuchten (1980), Ramos *et al* (2013) e Coelho *et al* (2019). Módulos SD e RTC foram utilizados para armazenamento das informações e

acionamento do sistema apenas no período noturno (ÁLVARES, 2001), respectivamente, e algoritmo C++ foi desenvolvido para estimativa do tempo e lâmina de irrigação.

O experimento foi conduzido em delineamento blocos casualizados (DBC) em arranjo de parcelas subdivididas (2x2) com 4 repetições. A área experimental foi dividida em 8 parcelas de 16 m<sup>2</sup> cada, espaçadas de 2 metros entre parcelas. As parcelas foram ocupadas com a variedade Massai, e o método de fornecimento de água ao solo, o sistema automatizado com a plataforma Arduino e balanço hídrico (referência), foi a única diferença entre eles. Ambos os tratamentos adotaram turno de rega unitário.

No balanço hídrico foi utilizada a metodologia proposta por Pereira *et al* (2007), com a evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) estimada via Hargreaves e Samani (1985), valores dos coeficientes de cultura (Kc) seguindo as recomendações de Barbosa *et al* (2015) e considerando apenas um valor de lâmina de irrigação para todas as repetições do tratamento devido à proximidade das unidades experimentais.

Teste de Tukey, a 5% de significância, foi utilizado para a comparação estatística entre os tratamentos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 ilustra a relação entre o sinal analógico do sensor resistivo e a umidade do solo, informações importantes na calibração do dispositivo e, conseqüentemente, na eficiência do protótipo proposto.

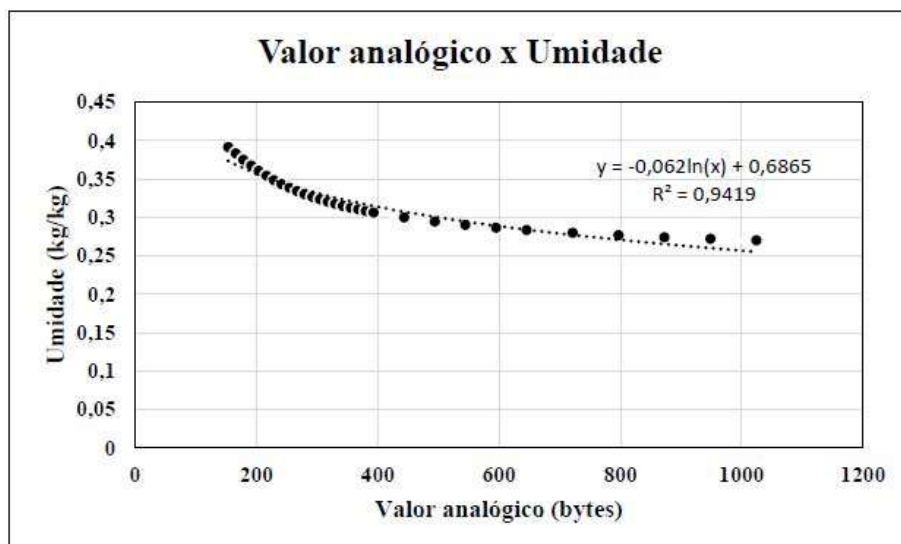


Figura 1. Relação sinal analógico do sensor resistivo e umidade do solo.

A umidade do solo e os valores analógicos do sensor resistivo apresentou índice de determinação de 0,94 quando utilizado modelo logarítmico para a regressão dos dados. Esse ajuste foi considerado satisfatório e possui importante papel no desempenho do protótipo no manejo da irrigação. Cabe destacar aqui a qualidade dos eletrodos utilizados como sensor resistivo e a precisão do tensiômetro nas leituras de potencial matricial do solo na calibração do sensor, como destacado por Coelho *et al.* (2019).

A Tabela 1 apresenta as lâminas de irrigação estimadas pelo protótipo base na plataforma Arduino e pelo balanço hídrico e suas comparações estatísticas, além da influência do período no fornecimento de água.

Tabela 1. Lâmina de irrigação via protótipo automatizado e por meio do balanço hídrico.

TRATAMENTO	LAA (mm)		CV%	P - VALOR
	A	B		
	45,88	57,12	14,19	0,054318
CICLO	1	2		
	35,78a	67,22b	15,08	0,000191

LAA(mm): lâmina de irrigação; A: irrigação automatizada; B: balanço hídrico; CV%: coeficiente de variação; 1: ciclo referente ao período de 22/01 a 15/02; 2: ciclo referente ao período de 27/03 a 21/04; médias seguidas de **a** ou **b** diferem pelo teste tukey a 5% de probabilidade.

As lâminas de irrigação estimadas pelo protótipo com base na plataforma Arduino e pelo balanço hídrico não apresentaram diferenças significativas, como ilustrado na Tabela 1. Esse resultado mostra o potencial do hardware proposto para o manejo da irrigação devido a confiabilidade no método utilizado como testemunha (SANTOS, HERNANDEZ e ROSSETTI *et al.*, 2013), abrindo espaço para sua recomendação a produtores rurais, contribuindo para a aplicação precisa e no momento certo da água às plantas.

Além disso, o protótipo conseguiu acompanhar oscilações das lâminas de irrigação no tempo, em que no ciclo 1 (Tabela 1) foi estimada menor lâmina de irrigação quando comparada com o ciclo 2. Essas variações nos valores de lâmina estão associadas a maior precipitação ocorrida nos meses de janeiro e fevereiro em Rio Pomba, comparado aos meses de março e abril, o que requer menor uso dos sistemas de irrigação.

## CONCLUSÃO

O protótipo baseado na plataforma Arduino mostrou capacidade de acompanhar variações climatológicas no tempo e eficiência no manejo automatizado da irrigação em pastagens, podendo ser recomendado a produtores rurais.

## REFERÊNCIAS

- ÁLVARES, J. A. S., HOLANDA JR, E. V., DE MELO, M. V. M., & MADALENA, F. E. Produção de leite em pastagens tropicais irrigadas: uma alternativa econômica. *Produção de Leite e Sociedade Cap*, v. 18, p. 275-294, 2001.
- BARBOSA, B.D.S.; OLIVEIRA, F.G.; FIGUEIREDO, E.P. Determinação do coeficiente de cultivo (kc) do capim tanzânia irrigado no norte de minas gerais Irriga, Botucatu, Edição Especial, IRRIGA & INOVAGRI, p. 11-20, 2015 11 ISSN ONLINE 1808-8546/ISSN CD 1808-3765.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. Manual de irrigação. 8ª ed. 2ª reimp. Viçosa: Editora UFV, 2009. 625 p.
- COELHO, R. M.; NETO, O. B. A.; E CASTRO, I. N. R.; ABREU, M. J.; ROSA, R. O.; REIS, M. C. G.; RIBEIRO, K. M. Calibração de um sensor resistivo de baixo custo para monitoramento da irrigação através da plataforma Arduino. XI Simpósio de Ciência, Inovação e Tecnologia do Campus Rio Pomba. 2019.
- DE MORAES, F., LOPES, M. A., BRUNHN, F. R. P., CARVALHO, F. M., LIMA, A. L. R., & REIS, E. M. B. Efeito da irrigação de pastagens na rentabilidade de sistemas de produção de leite de participantes do programa “Balde Cheio”. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, v. 24, n. 3, p. 155-165, 2016.
- DINIZ, A. M. Sistema automatizado de aquisição em tempo real de umidade e temperatura do solo na irrigação. Tese apresentada ao Programa de PósGraduação em Engenharia Agrícola. UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ. CASCAVEL. 2017.
- HARGREAVES, G.H.; SAMANI, Z.A. Reference crop evapotranspiration from ambient air temperature. Chicago, Amer. Soc. Agric. Eng. Meeting (Paper 85-2517), 1985.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. Dados meteorológicos da região da Zona da Mata Mineira. Disponível em:  
<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesConvencionais>.
- LEITE JR, M.C. R.; DE FARIA, M. A. Manejo da irrigação e da adubação do cafeeiro na sincronização do florescimento e na produtividade. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde*, v. 14, n. 1, p. 505-518, 2016.
- PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. *Meteorologia Agrícola*. Departamento de Ciências Exatas, p. 173, 2007.
- RAMOS, B. Z., PAIS, P. S. A. M., FREITAS, W. A., & JUNIOR, M. D. S. D. Avaliação dos atributos físico-hídricos em um Latossolo Vermelho distroférico sob diferentes sistemas de manejo-Lavras/Minas Gerais/Brasil. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 36, n. 3, p. 440-446, 2013.
- SANTOS, G.O.; HERNANDEZ, F. B. T.; ROSSETTI, J. C. Balanço hídrico como ferramenta ao planejamento agropecuário para a região de Marinópolis, noroeste do estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada-RBAI*, v. 4, n. 3, 2013.
- SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3.ed. Brasília: Editora EMBRAPA, 2013. 353p.
- VAN GENUCHTEN, M.T. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 44:892-898, 1980.