



Associação  
Brasileira de  
Irrigação e  
Drenagem

UF  
B  
Universidade Federal do  
Recôncavo da Bahia



IV INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING  
XXVI CONIRD - CONGRESSO  
NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM  
III SBS - SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SALINIDADE

## IRRIGAÇÃO GERENCIADA: ADMINISTRAÇÃO INDIVIDUAL DE CANAIS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

P. S. Lobo Rodrigues<sup>1</sup>; P. L. de Menezes<sup>2</sup>

**RESUMO:** A irrigação, ao tempo que favorece o desenvolvimento das plantas em regiões que registram escassez de água, também se torna um dos responsáveis por enormes desperdícios. Tendo em vista as preocupações com o uso adequado da água na agricultura, faz-se necessário a busca por instrumentos de medição eficazes, os quais agreguem técnicas de dispensação individualizada e que administre a concessão de água de acordo com a real necessidade hídrica da planta, focados no uso racional da água. Assim, este trabalho concentrou esforços no desenvolvimento de um protótipo de baixo custo e acessível a qualquer produtor, capaz de controlar o fluxo de água de forma individual, por meio do sincronismo entre as linhas de distribuição, as válvulas solenoides e os sensores de umidade do solo. O monitoramento foi baseado no sensoriamento do teor de água no solo, irrigando somente quando detectada a escassez de água na área/setor/linha de distribuição específica. Foram projetadas 3 linhas de distribuição de água, onde o protótipo possibilitou o cumprimento de seu objetivo inicial, realizando o controle individual de cada canal/linha de distribuição, bem como registrando a possibilidade de economia de água na escala de 33 a 67%.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sensores de umidade do solo; monitoramento em tempo real; uso racional da água.

## MANAGED IRRIGATION: INDIVIDUAL ADMINISTRATION OF WATER DISTRIBUTION CHANNELS

**SUMMARY:** Irrigation, while favoring the development of plants in regions where there is water shortage, also becomes one of those responsible for enormous waste. In view of concerns about the proper use of water in agriculture, it is necessary to search for effective measuring instruments, which aggregate individualized dispensing techniques and to administer the water concession according to the actual water requirement of the plant, focused on the rational use of water. Thus, this work focused on the development of a low-cost prototype that is accessible

<sup>1</sup> Mestrando, PPGTCA/UTFPR, Medianeira – Paraná. E-mail: paulinhofoz@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Doutor, Coordenador do PPGTCA / UTFPR, Medianeira – Paraná. E-mail: plopes@utfpr.edu.br

to any producer, capable of controlling the flow of water individually, through the synchronism between distribution lines, solenoid valves and soil moisture sensors. The monitoring was based on the soil water content sensing, irrigating only when water scarcity was detected in the specific area/sector/line distribution. Three water distribution lines were designed, where the prototype allowed the accomplishment of its initial objective, performing the individual control of each channel / distribution line, as well as registering the possibility of saving water in the scale of 33 to 67%.

**KEYWORDS:** Soil moisture sensors; real-time monitoring; rational use of water.

## INTRODUÇÃO

O bom desenvolvimento da planta e o possível aumento da produtividade dependem, dentre outros fatores, da disponibilidade de água no solo. Santos et al. (2015) afirmam que a umidade do solo possui diversas variantes que podem influenciar a concentração de água no solo, dentre outras citadas, a textura do solo, o tempo e a vegetação.

Testezlaf (2011) define irrigação como técnica artificial de conduzir água às plantas, com intuito de conceder as condições hídricas para o seu bom desenvolvimento, considerando o correto manejo na condução da água, de forma a evitar desperdícios e perdas. Nessa sintonia, Setti et. al. (2000), afirma que a irrigação não só possibilita o aumento da produção, mas também acelera o plantio de entressafras, otimizando o uso da área.

A ausência do estresse hídrico permite o provimento de água ao sistema radicular das plantas, contribuindo para o alcance dos benefícios já citados anteriormente, desde que observado o adequado teor de água naquela região (Testezlaf, 2011). Essa observação pode ser realizada por meio do método direto, chamado processo gravimétrico – atualmente o método padrão, segundo Damaceno (2010); bem como pelo método indireto (sensores de umidade do solo).

Segundo a FAO (1998), a agricultura irrigada é atividade que mais consome água. Em escala mundial, chega a corresponder a 17,8% do consumo, refletindo em até 40% de toda a produção.

O monitoramento do teor de água existente no solo auxilia no planejamento da irrigação, propiciando economia e sustentabilidade da produção agrícola. Contribuindo nesse sentido, Silva et al. (2015) destacam que existem grandes investimentos em pesquisas de campo, bem como avanços e contribuições computacionais, as quais agregam valor no levantamento da

movimentação de água e soluto no solo. Para tanto, o conhecimento das propriedades da relação solo-água-planta, torna-se fator preponderante para o alcance de elevada produtividade. Indo mais adiante, Souza (2002) destaca que na agricultura moderna, o sucesso de produção não deve ser buscado a todo custo, mas convergir com soluções que promovam a sustentabilidade com o adequado manejo da água.

O uso de sensores na determinação da umidade no solo oferece uma aferição prática e rápida, bem como contribui para a não deformação/degradação da amostra do estudo, facilitando também a leitura diretamente em campo. Esses instrumentos utilizam métodos indiretos, os quais, segundo Volk et. al. (2014), levam em consideração aspectos físicos e químicos do solo para detecção do grau de umidade. Vilela & Vidal (2013), relatam que a automação contribui para a redução de custos e permite o controle refinado do processo produtivo. Assim, a irrigação automatizada, aliada com sensores de umidade do solo e microcontroladores, contribui riquissimamente para o uso racional da água, concedendo à cultura a quantidade necessária de água, evitando desperdícios.

Agregando vantagens à técnica automática de irrigação, o processo automatizado possibilita o compartilhamento dos instrumentos utilizados no processo, gerando economia e um melhor aproveitamento dos recursos disponibilizados, assinala Medeiros et. al. (2014).

A irrigação de lavouras, devidamente programada, torna-se protagonista para a busca do equilíbrio entre o próspero desenvolvimento da produção agrícola e a sustentabilidade. Ela permite contribuir com condução de água às plantações que sofrem com a escassez de água, bem como possibilita a otimização do uso da propriedade rural através da produção de entressafras e a utilização inteligente de água e de energia elétrica.

Segundo Marouelli et al. (2010), a irrigação utilizada de forma planejada pode proporcionar o aumento da produtividade em até 30%, bem como a economia de 20% de água e ainda contribui para a conservação ambiental. Levando em consideração o uso de irrigação que faz o uso de motores (que geralmente utiliza um tipo de energia como elemento de propulsão), a redução do custo neste quesito também será contemplada de forma diretamente proporcional.

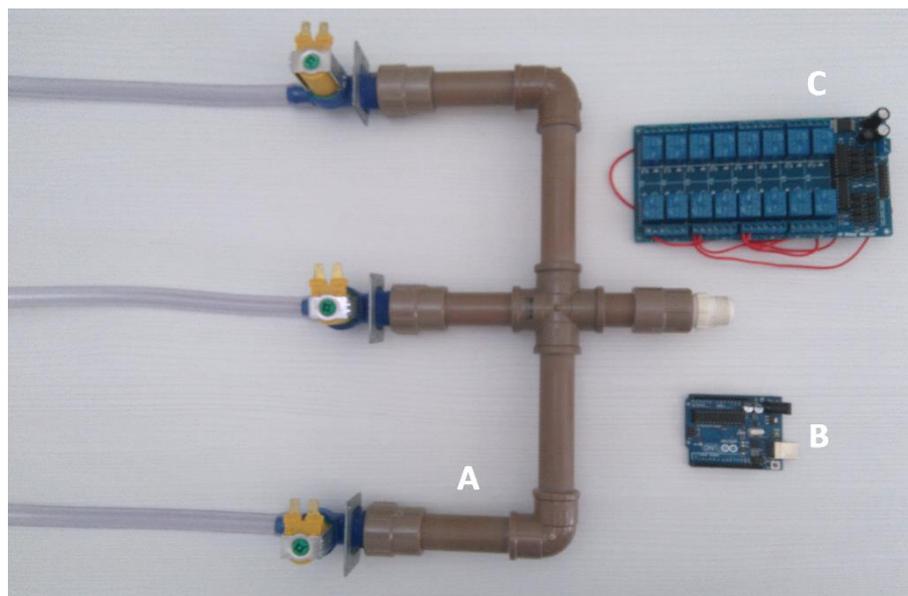
Todavia, da mesma forma que a correta irrigação traz tantos resultados positivos, faz-se necessário a cautela no momento da distribuição do recurso hídrico, pois a distribuição exagerada pode provocar prejuízos tanto para o produtor, como diretamente à planta, como no caso desta, a proliferação de fungos e bactérias, e para aquele, o desperdício de energia elétrica (se for o caso) e de água. É interessante consignar que a forma inequívoca pode provocar o

prejuízo de adubos e defensivos, os quais são levados pela água até ao subsolo e rios, podendo ocasionar a poluição das águas (Marouelli et al., 2010).

Este trabalho preocupou-se em desenvolver um protótipo que faz o controle da irrigação de forma individual, ou seja, administra todas as linhas (canais) de distribuição de água, com base nas leituras dos sensores de umidade do solo alocados ao término de cada canal, irrigando tão somente a área que registrar escassez de água, eliminando a possibilidade de rega em regiões que não necessite dessa concessão.

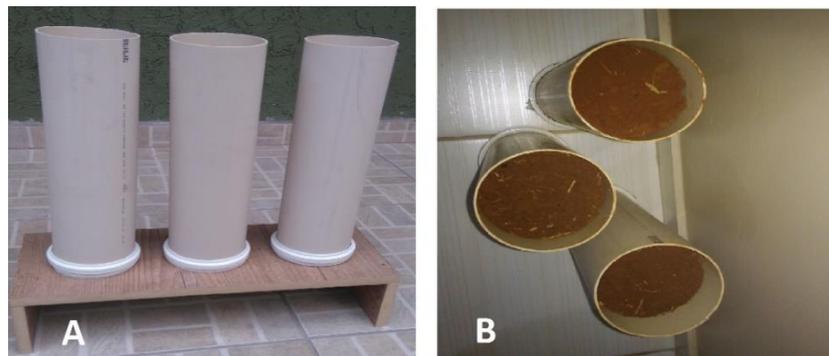
## MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado na cidade de Foz do Iguaçu, região oeste do estado do Paraná, Brasil. O protótipo foi constituído pelo microcontrolador Arduino UNO, 3 (três) sensores de umidade do solo YL-69, 3 (três) válvulas solenoides e placa de relês para acionamento das cargas, neste caso as referidas válvulas. Fez parte do projeto, a construção das linhas de distribuição, formada por canos e mangueiras de material de policloreto de polivinila (PVC) de 25 mm de diâmetro e 50 cm de comprimento (mangueira). O fornecimento de água se deu através da rede de abastecimento da empresa estatal SANEPAR (Companhia de Saneamento do Paraná). Entre o término dos canos e o início das mangueiras - aqui denominadas linhas de distribuição - foram colocadas válvulas solenoides, responsáveis pela liberação do fluxo de água. A Figura 1 ilustra os componentes do protótipo.



**Figura 1.** Conexão hidráulica (A); Microcontrolador Arduino UNO R3 (B) e Módulo Relés (C).  
**Fonte:** Autoria Própria.

Os sensores de umidade do solo foram colocados em áreas distintas (três recipientes), onde também as linhas de distribuição chegam como destino. Os sensores realizam o monitoramento da umidade do solo nos recipientes a cada 60 segundos, através de leituras nesses ambientes. Não detectando umidade no solo, o microcontrolador entende que o solo está seco, acionando assim a válvula solenoide relacionada àquela área, liberando a passagem de água na respectiva linha de distribuição em 2 (dois) ciclos alternados de 20 segundos, possibilitando a infiltração da água no solo. Logo após, o processo de leitura é realizado novamente na área irrigada. A irrigação se deu por meio da técnica de gotejamento.



**Figura 2.** Recipiente (A); Solo adicionado aos recipientes (B).  
**Fonte:** Autoria Própria.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a integração dos componentes, o protótipo considerou as linhas de distribuição como setores individuais, sendo que as leituras realizadas pelos sensores de umidade do solo e tratadas pelo microcontrolador, possibilitaram o controle mais efetivo da irrigação. As válvulas solenoides foram gerenciadas pelo microcontrolador, não registrando falhas no recebimento e execução de comandos.

Neste estudo, considerando somente as 3 (três) linhas de distribuição, o controle individual possibilitou o feito de descartar a possibilidade de irrigar áreas que não necessitavam de água, gerando economia mínima de 33% e máxima de 67%. A fórmula utilizada para o cálculo da economia gerada foi representada pela equação constante na Figura 3.

$$EC = ( (TLD - LDF) \div TDL ) \times 100$$

onde:

- TLD = Total de linhas de distribuição;
- LDF = Linhas de distribuição em funcionamento.

**Figura 3 --** Equação para cálculo de geração de economia  
**Fonte:** Autoria Própria.

Dessa forma, aumentando a quantidade de linhas de distribuição disponíveis, ampliar-se-á a economia, uma vez que a irrigação acontecerá somente em caso de registro de escassez de água no solo.

A estrutura proposta possibilita a integração com bases de dados, sendo possível o armazenamento de informações do teor contido no solo, por intermédio da leitura já realizada pelo sensor de umidade do solo YL-69. Outrossim, a integração com sistemas de irrigação automatizada é facilitada, sendo que esses dados adquiridos podem ser apresentados em sistemas para auxílio na tomada de decisões.

O compartilhamento dos recursos permite a eficiência de recursos financeiros. Todavia, faz-se necessário a correta configuração do ambiente compartilhado. Consoante a isso, Medeiros et al. (2014) em determinado estudo com pivôs centrais aplicando o uso compartilhado do moto-bomba, com a inclusão de inversor de frequência e sistema de controle, constataram a economia de 49,56% de energia. Já quando analisado o funcionamento individual, a economia caía, para em média, para 39,44% ().

Como já informado, o abastecimento de água foi por intermédio da companhia Sanepar. Entretanto, outras fontes de fornecimento poderiam ser utilizadas, implementando a dispensação por meio de moto-bomba, o qual poderia ser controlada também pelo microcontrolador.

O emprego de tecnologias na irrigação auxilia na diminuição do desperdício, tanto de água quanto de energia, uma vez que sensores podem monitorar o ambiente irrigado, realizando o controle efetivo da umidade do solo, bem como analisar a real necessidade da distribuição de água para as plantas, dispensando água somente para determinado setor.

O custo para o desenvolvimento do protótipo foi de aproximadamente R\$ 153,20, conforme detalhado na tabela 1.

**Tabela 1** – Custo do protótipo.

Microcontrolador <b>Arduino Uno R3</b>	R\$ 49,90
Mangueiras - 1m	R\$ 5,00
Válvulas solenoides (3)	R\$ 54,90
Placa rele	R\$ 43,40
	<b>R\$ 153,20</b>

Fonte: A autoria própria.

## CONCLUSÕES

Por meio dos resultados alcançados, o experimento alcançou com sucesso o objetivo proposto, controlando individualmente os setores que possuíam válvulas solenoides, tendo como parâmetro, as leituras dos sensores de umidade do solo. A eficácia do protótipo abre oportunidades para implementação em larga escala, podendo ser aplicado esta técnica em todos os tamanhos de lavouras. A possibilidade de integração com sistemas web abre possibilidade para o produtor gerenciar sua lavoura de forma remota, rompendo barreiras geográficas. A possibilidade da guarda dos dados de leituras pelos sensores de umidade do solo, pode ser utilizada para uso posterior como ferramenta estratégica para correção e melhoramentos no sistema produtivo. O baixo custo dos componentes do protótipo afirma a viabilidade do projeto, sendo que em pequeno espaço de tempo o investimento se mostrará superado por intermédio da economia alcançada. Outrossim, a economia é diretamente proporcional à quantidade de linhas de distribuição, tornando o dimensionamento de distribuição de água, variável determinante para a minimização do desperdício de água e energia elétrica.

## REFERÊNCIAS

DAMACENO, J. M. F. Sistema para avaliação da umidade relativa do solo utilizando a análise de impedância e técnicas de ultrassom. 2010. 97 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

FAO. Production Yearbook. Volume 52, Roma, 1998. 233p.

MARQUELLI, W. A.; FREITAS, V. M. T.; JUNIOR, A. D. C. Guia Prático para Uso do Irrigação na Produção de Hortaliças. Embrapa Hortaliças. Brasília, 2010. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/guia\\_irrigas\\_000gull1eg9u02wx7ha0g934vgtvpy9xo.pdf](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/guia_irrigas_000gull1eg9u02wx7ha0g934vgtvpy9xo.pdf)> Acesso em: 16 set.2015.

MEDEIROS, A. M. de M.; SOUZA, A. G. de; OLIVEIRA, A. M. de; NERY, J. W. de L.; JUNIOR, W. J. de M. Metodologia de estimativa de economia de energia elétrica em sistemas de irrigação com múltiplos pivôs central com um conjunto motobomba. XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA. Campo Grande, 2014. Disponível em: <<http://www.sbea.org.br/conbea/2014/anais/R0188-1.pdf>>. Acesso em: 15 nov.2015.

SANTOS, M. R. dos; ZONTA, J. H.; MARTINEZ, M. A. Influência do tipo de amostragem na constante dielétrica do solo e na calibração de sondas de TDR. Revista Brasileira de Ciência do

Solo, v.34, n.2, p.299-307, 2010.

SETTI, A. A.; LIMA, J. E. F. W.; CHAVES, A. G. de M; PEREIRA, I. de C. Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos. Agência Nacional de Energia Elétrica. Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas. 2ª Ed. Brasília, 2000. 207p.

SILVA, J. R. L.; MONTENEGRO, A. de A.; MONTEIRO, A. L. N.; JUNIOR, V. de P. e S. Modelagem da dinâmica de umidade do solo em diferentes condições de cobertura no semiárido pernambucano. Agrária - Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.10, n.2, p.293-303, 2015.

SOUZA, C. F. A utilização da reflectometria no domínio do tempo (TDR) na modelagem do bulbo molhado do solo irrigado por gotejamento. 2002. 115 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas.

TESTEZLAF, R. IRRIGAÇÃO: Métodos, Sistemas e Aplicações. Campinas, SP: Universidade Estadual de Campinas, 2011. 409p.

VILELA, P. S. da C.; VIDAL, F. J. T. Automação Industrial. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2013. Disponível em: <[http://www.dca.ufrn.br/~affonso/FTP/DCA447/trabalho1/trabalho1\\_19.pdf](http://www.dca.ufrn.br/~affonso/FTP/DCA447/trabalho1/trabalho1_19.pdf)>. Acesso em: 16 set.2015.

VOLK, L. B. da S.; TRENTIN, G.; TRINDADE, J. P. P.; MACHADO, J. N. Desempenho de aparelho TDR na estimativa de teor de água no solo em luvisolo e vertissolo da região da Campanha do RS. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, Embrapa Pecuária Sul, n. 38, 2014. 24p.