

UTILIZAÇÃO DE ARDUÍNO EM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADO DE BAIXO CUSTO.

Cacea Furlan Maggi¹, Marivaldo Ribas De Gois², Ana Carolina Barbosa Kummer³

RESUMO: O trabalho foi realizado na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Laranjeiras do Sul - PR. Teve como objetivo desenvolver um sistema de irrigação automatizado para hortaliças usando a plataforma do Arduino. Foi utilizada a plataforma Arduino MEGA 2560, para processar sinais enviados pelo sensor YL-69 de umidade do solo e retransmitir os dados de abertura e fechamento da válvula solenoide conectada a parte hidráulica do sistema de irrigação. Os dados dos sensores do solo foram transformados em porcentagem de umidade para uma melhor interpretação. Esse sistema visa redução de mão de obra usada no manejo de culturas irrigadas, minimizando as perdas devido ao uso descontrolado ou ineficiente de água, reduzindo o desperdício de recursos naturais e melhorando assim a qualidade final do produto. Após alguns testes realizados com o sistema ficou claro a facilidade operacional e comodidade que o sistema proporcionou, na área irrigada.

PALAVRAS-CHAVE: manejo de irrigação, capacidade de campo, sensor YL-69.

USE OF ARDUIN IN AUTOMATED LOW COST IRRIGATION SYSTEM

ABSTRACT: This work was carried out at area of Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Laranjeiras do Sul - PR. It aimed to set up an automated irrigation system for vegetables using Arduino solution. It used the Arduino MEGA 2560 to process signals sent by the YL-69 soil moisture sensor and retransmit the opening and closing data of a solenoid valve connected to the hydraulic part of the irrigation system. Soil sensor data were transformed to percent moisture for better interpretation. This system aims at reducing the

¹ Prof. Doutor da Universidade Federal da Fronteira Sul, UFFS, Rodovia BR 158 – Km 405, CEP: 85301-970, Laranjeiras do Sul – PR. Fone (42) 36358674. E-mail: cacea.maggi@uffs.edu.br.

² Engenheiro Agrônomo da Coasul Cooperativa Agroindustrial.

³ Prof. Doutor, Depto de Engenharia Ambiental, da UNICENTRO, Irati, PR.

labor force used to manage irrigated crops, minimizing losses due to the uncontrolled or inefficient use of water, reducing the waste of natural resources and thus improving the final quality of the product. After some tests performed with the system it was clear the operational ease and convenience that the system provided, in the irrigated area.

KEYWORDS: irrigation management, field capacity, sensor YL-69.

INTRODUÇÃO

A agricultura familiar é uma das principais fontes de produção de alimentos do país, gera trabalho e tem como característica a diversidade na produção. Porém enfrenta grandes dificuldades agrônômicas por ter insuficiência de investimentos em infraestrutura.

Um dos maiores desafios para a agricultura na atualidade é encontrar meios para tornar a pequena propriedade mais economicamente sustentável. A existência de poucas tecnologias apropriadas à sua realidade, condição ou a falta de acesso a essas tecnologias têm levado ao uso de práticas tecnicamente incorretas, e como consequência o empobrecimento dos solos agrícolas, redução das produtividades e endividamentos dos produtores. O resultado tem sido o êxodo rural, que resulta em danos à sociedade (ALMEIDA, et. al. 2002).

A produção de hortaliças, tanto comercial como para a subsistência, possui um papel importante para a atividade agrícola familiar, ajudando no fortalecimento e garantindo sua sustentabilidade. Trata-se de uma cultura que necessita de uma extensão pequena de terra, e irrigação diferente em relação às outras produções agrícolas.

A irrigação é uma importante estratégia para otimização da produção de alimentos, permitindo geração de empregos e estabilidade de renda, ela não deve ser considerada isoladamente, mas como parte de um conjunto de técnicas utilizadas para garantir a produção de alimentos, assim como também uma forma de utilizar os recursos naturais de forma racional (MANTOVANI; BERNADO; PALARETTI, 2009). Com o manejo de irrigação pode se definir quando e quanto irrigar, tendo como propósito o aumento da produtividade e da qualidade das hortaliças e, ao mesmo tempo, maximizar a eficiência do uso de água e energia, diminuir o ataque de doenças, insetos e os impactos ambientais (MAROUELLI et. al., 2008).

O uso da automação se apresenta como uma forma para reduzir o esforço físico e a mão de obra das operações agrícolas, de forma mais humanizada de trabalho e a adequação da mecanização voltada para esse sistema produtivo, deixando assim, a unidade mais competitiva e produtiva (TEIXEIRA, et. al. 2009). Os sistemas de irrigação automáticos surgem com uma

ótima ferramenta para essas dificuldades, pois conseguem ter valores muito precisos em relação a eficiência do uso da água se correlacionando com a umidade do solo. Outro fator tem grande importância, pois com a automação o agricultor vai ter mais tempo para desenvolver outras atividades. O principal objetivo dessa automação é ajudar os pequenos agricultores com a redução da mão de obra e consumo de água, acarretando em benefícios ambientais, econômicos e sociais. Nesse sentido o objetivo desse trabalho foi desenvolver um sistema automatizado de irrigação para hortaliças, usando a plataforma do Arduino.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no campus da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), em Laranjeiras do Sul – PR. A localização geográfica da área experimental se encontra na longitude 52°26'32" W, latitude 25°26'41" S e altitude de 805 metros. O sistema foi desenvolvido no período de 10 de abril a 20 de novembro de 2018. Inicialmente foi determinada a umidade em capacidade de campo (CC), na área experimental, de acordo com a metodologia de Reichardt (1988). A Umidade em CC foi de 40,42% (profundidade de 0 a 20 cm) esse valor foi utilizado como referência para se determinar o acionamento da válvula solenoide para fazer a irrigação.

Para a automação do sistema de irrigação foi utilizado o Arduino MEGA 2560, válvula solenoide, fonte de energia, sensor YL-69, SSR, linguagem de programação e jumpers (fios) para fazer as conexões. Após o código foi configurado no computador na janela Ambiente de Desenvolvimento Integrado – IDE (figura 1) e o download realizado para o microprocessador do Arduino, o mesmo passa a fazer as leituras dos sinais elétricos analógicos do sensor de umidade de solo empregado nesse protótipo. A figura 2 apresenta o esboço do sistema montado a campo.

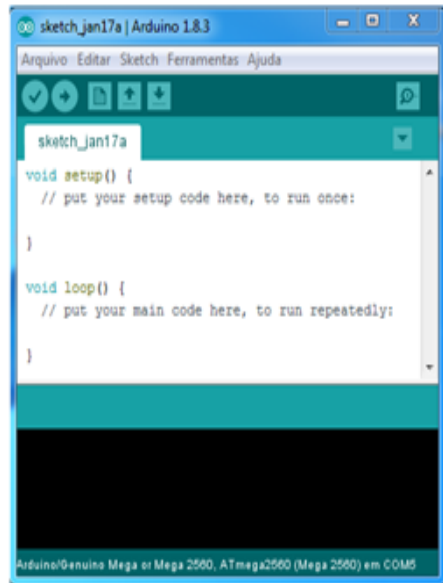


Figura 1. Ambiente de desenvolvimento integrado para inserir códigos no Arduino e outras funções que tem na barra de ferramentas.

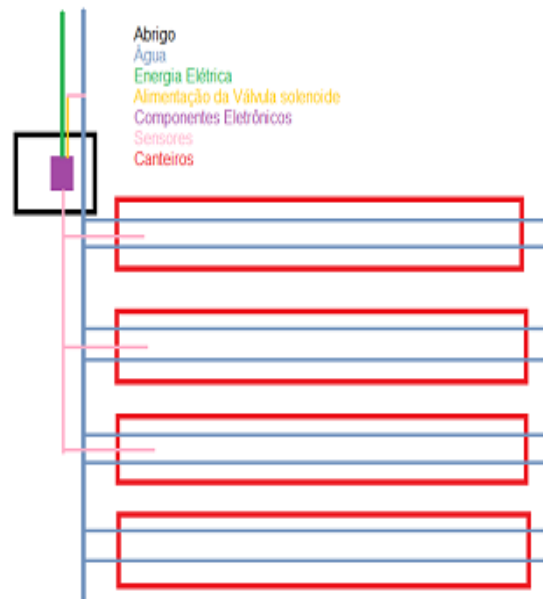


Figura 2. Esboço do sistema montado a campo.

Para o controle da irrigação, uma válvula solenoide foi conectada ao SSR que recebe um sinal analógico, liberando o fluxo de água. Sempre que o sinal analógico de entrada atingisse um valor de capacitância correspondente a um potencial de água no solo pré-estabelecido de acordo com a necessidade da cultura (>700 leitura do sensor, corresponde a $< 37\%$ umidade de solo), a válvula solenoide era ligada. O valor de 37% de umidade se encontra entre CC e PMP que é a quantidade de água que o solo consegue reter e disponibilizar para as plantas. Os testes foram realizados na área, na cultura da alface, que possui um fator f (fator de disponibilidade) que serve para fazer manejo de irrigação recomendado entre $0,25-0,35$ (MAROUELLI, et al, 2008). Isso significa que quando a cultura utilizar 25 a 30% da água que está disponível no solo é o momento de fazer uma nova irrigação, essa condição garante o máximo potencial produtivo da cultura.

Primeiramente foi disponibilizado a alimentação (110 volts) ao Arduino e ao SSR com fios de $2,5$ mm flexível de cobre ligados a uma tomada, depois foi conectado Arduino ao SSR através dos jumpers no pino de saída 48 ligado ao CH1. Em seguida foi conectado o sinal negativo (“terra”/GND) na protobord que tem a função de ampliar o número de pinos de saída do sinal. Dessa maneira alimentou-se os sensores e o SSR com o sinal negativo. Após fazer todas as ligações, prosseguiu com o download da programação na placa Arduino, através do IDE (ícone “carregar”). Dentro da programação foram inseridos os códigos para que os 3 sensores, fizessem a leitura e determinassem a média de umidade atual do solo, com a intenção de aumentar a área avaliada e monitorada pelo sistema de irrigação.

Para calibração dos sensores, foram preparadas amostras de solo com umidades conhecidas, equivalentes a 0%, 30%, 40%, e 50% de umidade. Na sequência foram realizadas as leituras dos sensores nas amostras de solo nos diferentes níveis de umidade e foi observado que a escala do sensor variou de 0 a 1024 mV (que corresponde a 5 Volts dividido em 1024 partes). Essa medida realizada pelo sensor é uma medida de capacitância, que posteriormente foi transformada em umidade, de acordo com o modelo de regressão, envolvendo a umidade do solo (U) e a capacitância (X). Após a calibração dos sensores, o sistema foi instalado a campo (figura 2), para avaliação do funcionamento do sistema. Na área experimental os testes foram realizados na cultura da alface e o sistema de irrigação escolhido foi o localizado com espaçamento da cultura de 30 x 30 cm.

O sistema foi instalado a campo no dia 15/09/2018 para realização dos primeiros ensaios. Com a intenção de verificar a umidade do solo. Foram coletadas amostras de solo próximas aos sensores para verificar a umidade, e verificar se os sensores foram calibrados corretamente, bem como a sua precisão.

O sistema foi integrado ao PLX-DAQ (Parallax Data Acquisition tool) que organizou os dados obtidos dos sensores dentro de uma planilha eletrônica, e esta, por sua vez, permitiu o uso da Equação criada pelo modelo matemático de regressão (equação 1), que apresentou melhor ajuste, ($R^2 = 0,89$), foram determinados os limites: mínimo (abertura da válvula solenoide e início da irrigação), e máximo de umidade (fechamento da válvula solenoide e desligamento do sistema).

$$U = -0,0006 X + 0,6565 \quad (1)$$

Em que:

U = umidade gravimétrica do solo $g\ g^{-1}$;

X = capacitância do sensor (mV).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 3, apresenta o diagrama da montagem dos componentes do sistema, para automação do sistema de irrigação, com o Arduino MEGA 2560.

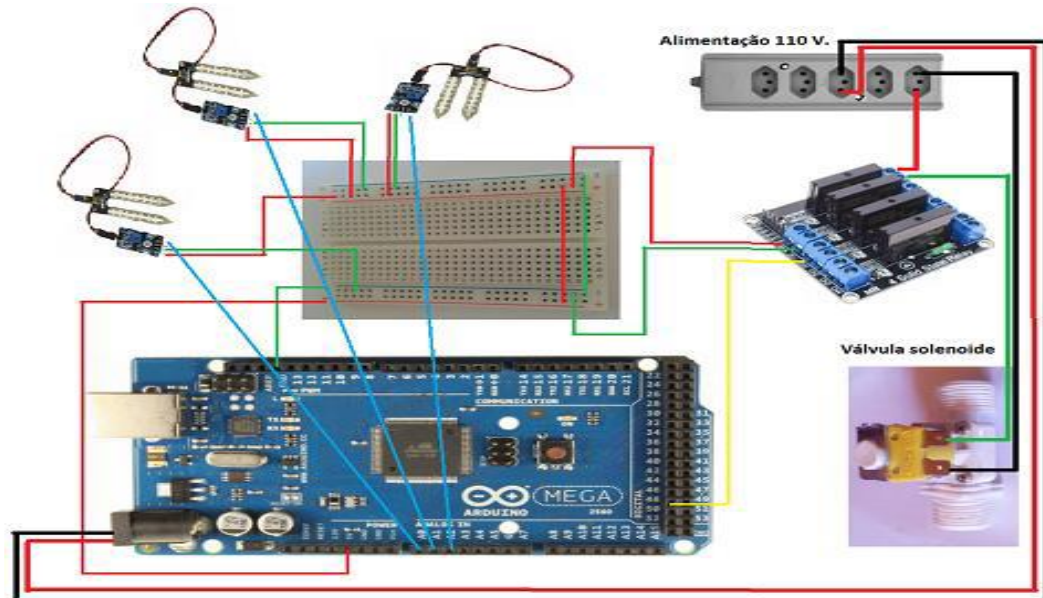


Figura 3. Diagrama de montagem do sistema e seus componentes.

Modelo matemático

A calibração do sensor capacitivo foi realizada de acordo com a construção de um modelo matemático de regressão (Figura 4) relacionando a capacitância (C) do sensor medida de 0 a 1024 mV, com a umidade do solo (U).

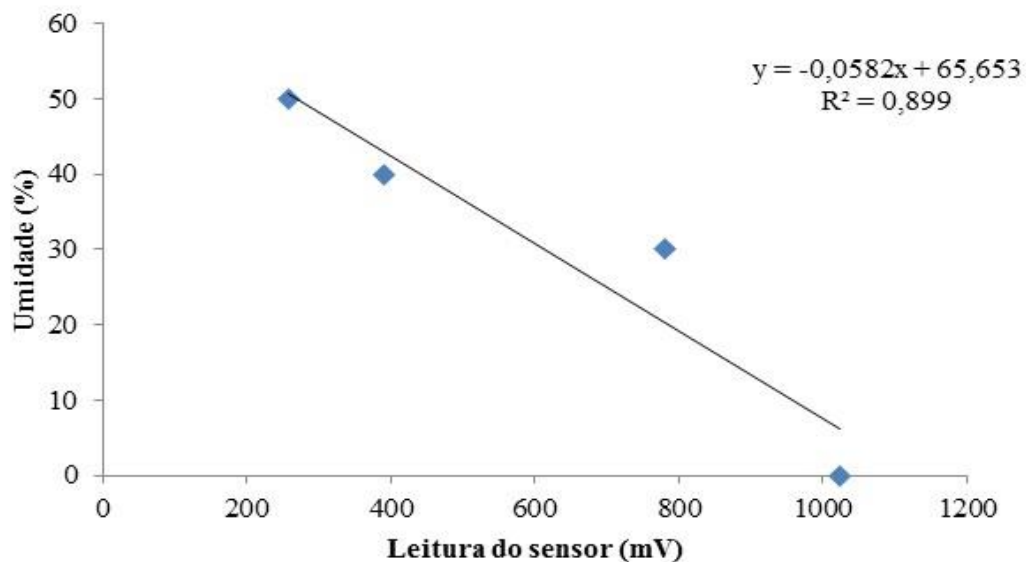


Figura 4. Equação da leitura do sensor com umidade.

Na figura 4 podemos observar a leitura do sensor que mede a capacitância. Com a transformação dos dados pela equação de regressão foram determinados os limites: mínimo (momento em que ocorre a abertura da válvula solenoide e início da irrigação), e máximo de

umidade (leitura momento que ocorre o fechamento da válvula solenoide e desligamento do sistema).

Outro ponto importante é que a transformação dos dados em porcentagem de umidade, pois, isso facilita a interpretação pela pessoa responsável em fazer o manejo da irrigação ou pelos produtores que usarão o sistema.

Instalação do sistema a campo

O sistema foi instalado a campo, no dia 15/09/2018 para realização dos primeiros ensaios, com a intenção de verificar a umidade do solo, foram realizadas várias coletas por alguns dias, de amostra de solo em volta dos sensores, para verificar se o sistema estava funcionando adequadamente (figura 5).

A umidade foi determinada pelo método padrão de estufa, e a média de umidade obtida nessas repetições foi de 41,05%. No dia 21/09/18 foi realizada nova amostragem, obtendo-se a média das repetições de 40,10% de umidade e outra no dia 22/09/2018 com média de umidade de 39,01%. Todas as amostras de solo foram coletadas na profundidade de 0 a 20 cm, e a médias desses valores foram usadas como referência para determinar a leitura da capacitância para desligamento da válvula solenoide e consequentemente o desligamento do sistema de irrigação.

Os valores de umidade descritos com 41,05 40,10 e 39,01%, obtidos através da coleta a campo enquanto o sistema estava em operação, podem ter fornecido dados com valores um pouco acima da umidade real, devido à presença do restante da água que estava na linha, o que pode ter influenciado no aumento da umidade. Porém esses valores não interferiram no funcionamento do sistema e no resultado final, além disso, observou-se que em todas as coletas, a válvula solenoide encontra-se desligada.



Figura 5. Coleta de amostra para a verificação de umidade.

Testes no laboratório

Outro procedimento para verificação do sistema, foi realizado em laboratório, apresentou melhores condições de trabalhos devido aos equipamentos contidos nele e também devido ao excesso de precipitação ocorrido durante o período, o que dificultaria os testes a campo. Iniciou-se o ensaio utilizando amostras de solo seco, e com teores de umidade variados, para observar se o acionamento e desligamento da válvula solenoide, que durante o teste foi substituída por uma lâmpada de 110 volts, já que a lâmpada apresentava a mesma voltagem da válvula se tornando mais fácil os testes do sistema sem precisar utilizar as tubulações hidráulicas. Após vários testes com diferentes teores de umidade nas amostras de solo, foi observado que o sistema se desligava (luz apagava) quando o solo apresentava uma umidade maior de 37%, confirmando o valor de umidade que foi programada na placa do Arduino.

Com a umidade a CC e o fator “f” é possível determinar a umidade adequada para fazer a irrigação, ou seja, quando aplicar água na cultura bem como quanta água era necessária para a mesma, de acordo com a umidade do solo, determinada através da leitura do sensor. Com o propósito de aumentar a produtividade e a qualidade das hortaliças e, ao mesmo tempo, maximizar a eficiência do uso de água e energia. Também contribuindo para um menor impacto ao meio ambiente, minimizando o desperdício de água e energia através do uso eficiente. (MAROUELLI et. al., 2008)

O sistema pode ser usado como uma alternativa contra seca (estiagens mais prologadas), com possibilidade de fazer um programa de cultivo fora de época tradicional de cultivo, maior eficiência no uso de fertilizantes, e introdução de culturas minimizando o risco de investimento (MANTOVANI; BERNADO; PALARETTI, 2009).

A aplicação de quantidade adequada de água associadas a outras técnicas de cultivo melhoram a produtividade e a qualidade de produto final, além de assegurar melhores lucratividades ao empreendimento agrícola (VIERA, et al. 2010). O sistema se mostrou capaz de manter a umidade do solo próximo a CC que é a umidade ótima para o crescimento e desenvolvimento das culturas.

CONCLUSÕES

Um sistema de irrigação automatizado traz uma série de benefícios aos produtores agrícolas de hortaliças como a aplicação do volume correto da lâmina de irrigação no momento que a cultura precisa, praticidade do uso, economia de energia e recursos hídricos, melhorias na produção e qualidade final.

Este trabalho demonstrou que através de um sistema computacional barato é possível automatizar o processo de irrigação de hortaliças, usando menos mão de obra no monitoramento do sistema e principalmente com menos desperdício de água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, R.A.; LEÃO, P.G.F.; BARCELLOS, L.C.; SILVA, J.G. **Desenvolvimento e avaliação de uma semeadora adubadora à tração animal**. Pesquisa Agropecuária Tropical, 2002. Disponível em <
<https://repositorio.bc.ufg.br/xmlui/bitstream/handle/ri/13044/Artigo%20%20Rog%C3%A9rio%20de%20Ara%C3%BAjo%20Almeida%20-%202002.pdf?sequence=5&isAllowed=y>>.
Acesso em 26/06/18.

MANTOVANI, E.C.; BERNADO, S.; PALARETTI, L.F. **Irrigação: princípios e métodos**. Editora: UFV 3º ed. Viçosa, MG, pg.13-18, 2009.

MARQUELLI, W.A.; SILVA, W.L.C.; SILVA, H.R. **Irrigação por Aspersão em Hortaliças** Qualidade da Água, Aspectos do Sistema e Método Prático de Manejo. Embrapa, 2º ed. Brasília, DF, 2008. Disponível em <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/CNPHIRRIG.PORASPER.EMHORT.08%20(1).pd>. Acesso em 15/05/18.

REICHARDT, K. **Capacidade de campo**. Campinas, Revista brasileira Ciência do Solo, n.12, p.211-216, 1988.

TEIXEIRA, S.S. et. al. **Caracterização da produção agroecológica do sul do Rio Grande do Sul e sua relação com a mecanização agrícola**. Jaboticabal, v.29, n.1, p.162-171, 2009. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/eagri/v29n1/a16v29n1>>. Acesso em 01/07/2018.

VIERA, T.A; SANTANA, M.J.; BIULCHI, P.A.; VASCONCELOS, R.F. **Métodos de manejo da irrigação no cultivo da alface americana**. 2010. Disponível em <http://iftriangulo.edu.br/proreitorias/pesquisa/revista/pdf/Resumo_20.pdf>. Acesso em 14/10/18.