

## **IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADA COM PLATAFORMA DE DESENVOLVIMENTO ARDUINO NA HORTA DIDÁTICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**

**DAVID RIBEIRO LINO<sup>1</sup>; BENEDITO PEREIRA LIMA NETO<sup>2</sup>; LARISSA LIMA DE QUEIROZ<sup>1</sup>; PATRINI BARRETO FEITOSA<sup>3</sup>; AMNON AMOGLIA RODRIGUES<sup>1</sup> E ADUNIAS DOS SANTOS TEIXEIRA<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Av. Mister Hull, s/n – Campus do Pici, bloco 804, e-mail: [rdavid.lino@gmail.com](mailto:rdavid.lino@gmail.com); [larissa.queiroz13@hotmail.com](mailto:larissa.queiroz13@hotmail.com); [amnonrodrigues@gmail.com](mailto:amnonrodrigues@gmail.com); [adunias@ufc.br](mailto:adunias@ufc.br)

<sup>2</sup> Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal do Ceará, Av. Mister Hull, s/n – Campus do Pici, bloco 805, e-mail: [benepneto@gmail.com](mailto:benepneto@gmail.com)

<sup>3</sup> Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal do Ceará, Av. Mister Hull, s/n – Campus do Pici, bloco 807, e-mail: [patrinebarretof@hotmail.com](mailto:patrinebarretof@hotmail.com)

### **1 RESUMO**

A atividade de irrigação de pequenas hortas, por muito tempo foi de forma simples e manual, entretanto em tempo contemporâneo existem meios de otimizar o processo de irrigação de modo que reduza o consumo de água, supra as necessidades das culturas e otimize o tempo do trabalhador. Este trabalho teve como objetivo desenvolver um sistema de irrigação inteligente para pequenas hortas. A automação foi montada e verificada no sistema de irrigação da horta didática da Universidade Federal do Ceará em um canteiro de 10 m<sup>2</sup>, onde foram cultivadas espécies olerícolas. Os dados referentes a umidade do solo foram obtidos por um Arduino através de sensores de umidade resistivos, utilizados no sistema de irrigação, cujo objetivo foi manter a umidade do canteiro. Através do monitoramento constante o sistema foi capaz de armazenar informações de umidade e acionamento da irrigação. Assim, comprovou-se a eficácia, a viabilidade e a aplicabilidade do sistema de controle, pois esse foi capaz de monitorar as variações de umidade do solo, acionando e desacionando a válvula no momento ideal além de armazenar a data, hora e umidade de quando a irrigação foi iniciada e concluída.

**Palavras-chave:** Automação, irrigação de precisão, transferência de tecnologia.

**LINO, D. R.; LIMA NETO, B. P.; QUEIROZ, L. L.; FEITOSA, P. B.; RODRIGUES, A. A.; TEIXEIRA, A. S.**

**AUTOMATED IRRIGATION WITH ARDUINO DEVELOPMENT PLATFORM IN THE DIDACTIC HORTA OF THE FEDERAL UNIVERSITY OF CEARÁ**

### **2 ABSTRACT**

The irrigation in small vegetable gardens, for a long time, was made in a simple and manual way, however, nowadays, there are ways to optimize the irrigation process in a way that reduces the water consumption, fulfill the crop needs and better use the time of the worker. This work aims at an intelligent irrigation system for small vegetable gardens. The automation was implemented and verified in the irrigation system of the didactic vegetable garden of the

Federal University of Ceará, in a 10 m<sup>2</sup> plot, where vegetable species were cultivated. The data concerning soil moisture were gathered using an Arduino platform through resistive humidity sensors, used in the irrigation system, whose objective was to maintain the garden humidity. By constantly monitoring the system was capable of storing moisture data and activating the irrigation system. Thus, the effectiveness, viability and application of the control system was confirmed, since it was able to monitor the soil moisture variations, activating and deactivating a valve when convenient, and also being capable of storing the date, time and humidity of the moment when the irrigation process was started and completed.

**Keywords:** Automation, precision irrigation, technology transfer.

### 3 INTRODUÇÃO

No decorrer dos anos e com o crescimento populacional, o consumo de água tem aumentado e grande parte do consumo mundial está voltado para a agricultura (WALLACE, 2000), no entanto, é notado que parte da água aplicada no solo não é utilizada no desenvolvimento vegetal, e sim perdida em meios como lixiviação e evaporação (REBOUÇAS, 2001).

Um sistema de irrigação bem projetado, além de garantir um melhor desenvolvimento de culturas diversas, também proporciona um maior aproveitamento dos insumos, contribuindo para um menor impacto ao meio ambiente, minimizando o desperdício de água e energia através do uso eficiente (REIS, 2015).

As tecnologias surgidas, neste século, proporcionaram uma maior eficiência nos processos de produção, é notório que entre estes, a irrigação tornou-se possível para a maioria dos produtores. Além do alto desempenho desses sistemas, a agregação da automação fornece a possibilidade de maior controle e substituição de mão de obra, visando o monitoramento e operação em tempo integral assim tornando possível uma melhora significativa no processo produtivo, com uma pequena elevação nos custos dos equipamentos utilizados. (CASTRUCCI, 1969).

Atualmente os sistemas de irrigação modernos são munidos com equipamentos microprocessados de alta tecnologia e precisão para monitorar e controlar diversas variáveis ambientais que garantem o desenvolvimento da cultura, porem são de alto custo e de difícil acesso ao pequeno agricultor (REIS, 2015).

Sendo assim, este trabalho teve como objetivo otimizar o processo de irrigação, de forma a suprir a necessidade de água das culturas e reduzir o consumo de água no campo, como também potencializar o tempo do trabalhador rural de maneira acessível aos pequenos produtores.

### 4 MATERIAL E MÉTODOS

Esse trabalho foi desenvolvido na horta didática da UFC em parceria com o laboratório de eletrônica e mecânica agrícola (LEMA), da Universidade Federal do Ceará no campus Pici, Fortaleza-CE. A horta é composta por 40 canteiros de 10 m<sup>2</sup>.

Para o manejo da irrigação, foi coletado uma amostra de solo do canteiro e determinado sua capacidade de campo, simultaneamente foi instalado um sensor de umidade para acompanhar o momento de estabilização da umidade no vaso. A leitura do sensor quando

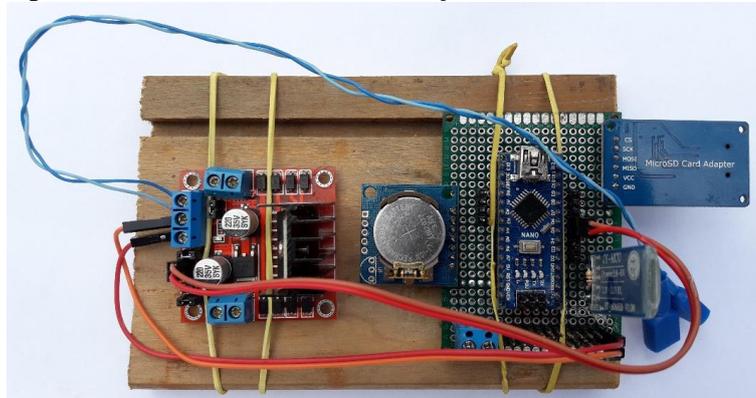
o solo atingiu sua capacidade de campo foi utilizada para o manejo de irrigação, sendo assim fornecendo ao solo a quantidade de água em função de sua capacidade de armazenamento.

O sistema de irrigação da horta é suprido por uma caixa d'água localizada a aproximadamente 5 metros da superfície do solo, sendo assim, este desnível fornece energia hidráulica necessária para o acionamento do sistema de irrigação, este feito por microaspersão.

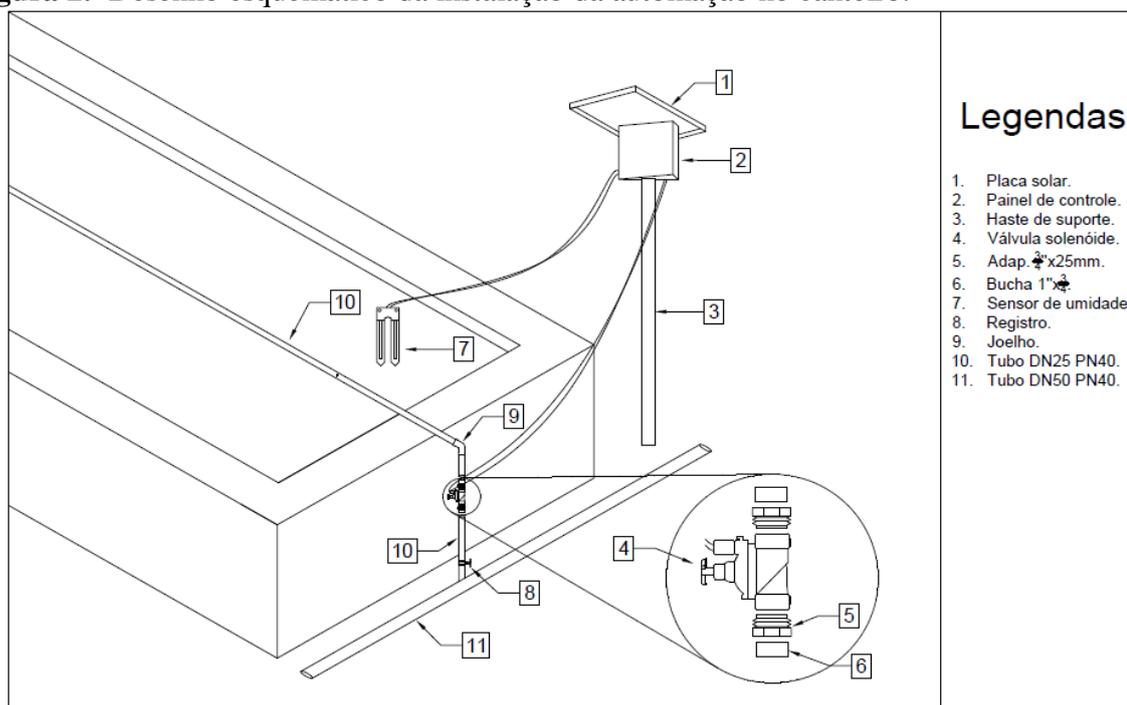
Para o controle de fluxo na linha de derivação do canteiro, foi utilizado uma válvula solenoide, essa recebe comandos do microcontrolador através de um módulo ponte H, necessária para o controle de acionamento da válvula.

Foi utilizado o aplicativo para smartphones chamado “*BlueTerm*” para visualização do status de irrigação e leitura do sensor. Na Figura 1 é possível visualizar à esquerda a ponte H e a direita o *datalogger* composto por um Arduino, relógio RTC, módulo cartão SD e *Bluetooth*.

**Figura 1.** Dispositivo para controle da válvula em função da umidade do solo.



O sistema foi levado a campo e montado como o desenho esquemático da Figura 2, foram feitas algumas adaptações ao sistema de irrigação já existente no local. Estas modificações foram necessárias para a instalação da válvula. A fonte de energia para alimentar o sistema eletrônico foi exclusivamente solar, através de uma placa fotovoltaica que carregou constantemente uma bateria 12 volts.

**Figura 2.** Desenho esquemático da instalação da automação no canteiro.

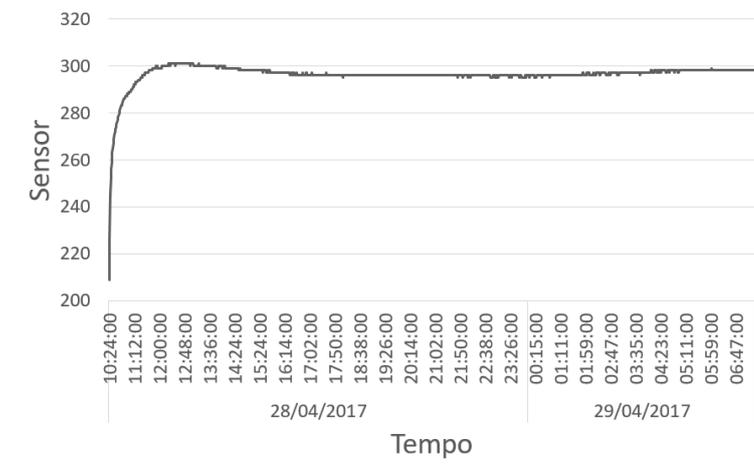
Os dados foram extraídos do cartão de memória e analisados posteriormente, a fim de visualizar o comportamento do sistema durante seu funcionamento, os horários de acionamento e a duração de cada irrigação.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Arduino Nano possui um conversor analógico digital de 10 bits, desta forma a leitura do sensor varia de 0 a 1023. O sensor resistivo utilizado apresentou leitura de 1023 quando seco e aproximadamente 180 quando totalmente submerso, por conta da resistência apresentada pela água.

A Figura 3 representa um gráfico da leitura do sensor em função do tempo e da umidade do solo. O solo foi saturado e isolado para evitar a perda de água por evaporação, a umidade foi reduzindo e a leitura do sensor aumentando, visto que 1023 é o solo seco e 180 o solo saturado. Sendo assim é possível visualizar sua estabilização próxima ao valor 300 do sensor.

**Figura 3.** Determinação do valor obtido pelo sensor que coincide com a capacidade de campo do solo.

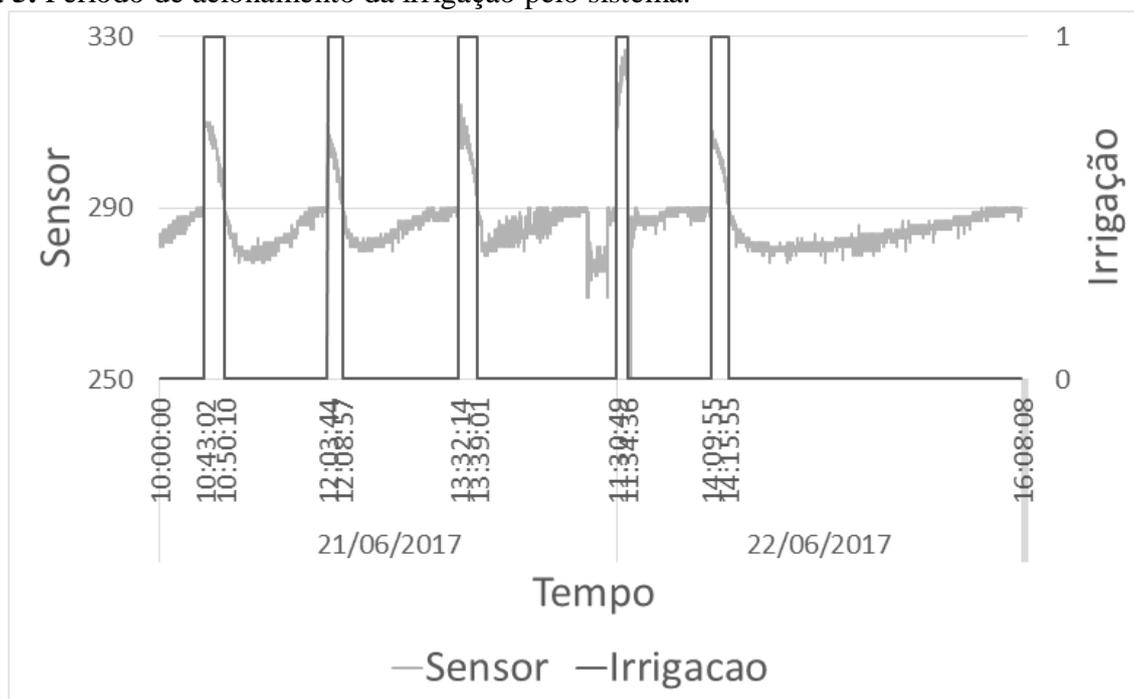


A Figura 4a mostra os dispositivos eletrônicos de controle, a bateria e a placa de gerenciamento de energia dentro da caixa plástica de proteção, que foi instalado na área como prevista. A bateria é carregada pela energia obtida através da placa solar, para isso há uma placa de cor verde que faz essa transmissão de energia. Na Figura 4b, temos a vista da placa solar e a caixa de proteção dispostos na área como o planejado no croqui. Na Figura 5c temos a válvula instalada logo acima de um registro, desta forma podemos ter o controle automático e manual da irrigação do canteiro, visto que o sistema pode apresentar falhas, contudo não comprometendo as culturas que estavam se desenvolvendo.

**Figura 4.** (a) disposição dos componentes dentro da caixa; (b) placa solar instalada na área; (c) válvula solenoide controlando o fluxo de água.

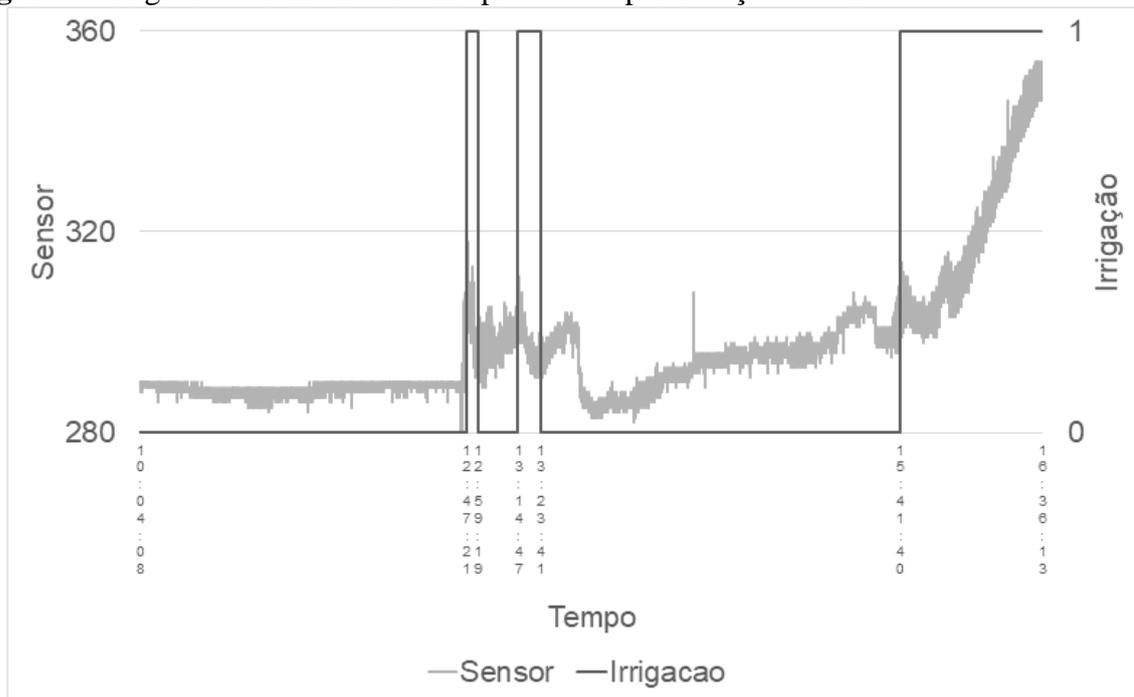


A Figura 5 mostra o acionamento da irrigação durante dois dias, no dia 21 de junho a irrigação foi acionada 3 vezes durante o dia com uma duração média de 7 minutos cada. É possível visualizar a umidade do sensor variando e mantendo-se na faixa estipulada de 290 a 310, no entanto é possível ver regiões no gráfico que reduzem além de 290, isto é explicado pela dinâmica da água no solo e a sua percepção pelo sensor, ou seja a umidade cai até o valor atingir 310, neste momento a irrigação é iniciada e seu valor vai reduzindo até chegar em 290, então a irrigação é encerrada. No entanto, o movimento da água entre as partículas de solo promove uma maior umidade próximo ao sensor em intervalos próximos de tempo, por isso obtém-se valores mais baixos, chegando até a 280.

**Figura 5.** Período de acionamento da irrigação pelo sistema.

No dia 22 de junho ocorreu apenas dois acionamentos, o primeiro próximo às 12h, durante aproximadamente 4 minutos, e o segundo próximo às 14h, durante aproximadamente 7 minutos. Comparando o tempo de irrigação do dia 21 e dia 22 tem-se, para o primeiro, 19 minutos e, para o segundo, 12 minutos de irrigação. Na forma manual o sistema era acionado duas vezes ao dia durante 15 minutos cada, estes dados expressam a redução da duração de irrigação no modo automático, possibilitando uma maior eficiência do uso da água.

Na Figura 6 pode-se observar uma falha no sistema, este gráfico remete-se ao dia 23 de junho, pode-se observar que o sistema apresentou dois acionamentos, o primeiro teve início às 12 h e 47 min. e durou aproximadamente 12 minutos e a segunda irrigação ocorreu às 13h e 14 min. e durou aproximadamente 9 minutos. Durante este período é possível observar variações maiores nos valores obtidos pelo sensor. As 15 h e 41 min. a irrigação é novamente iniciada, no entanto o sensor apresenta comportamento inesperado, seu valor continua a aumentar. Este problema foi causado por uma redução de tensão na bateria, este dia apresentou bastante períodos nublados, impossibilitando a recarga da bateria e provocando uma baixa tensão de alimentação dos componentes eletrônicos, entre eles o sensor que apresenta valor diferente se alimentado com tensão não recomendada pelo fabricante.

**Figura 6.** Registro de falha no sistema provocado por redução da tensão.

Outro problema que prejudicou a recarga da bateria pelo painel fotovoltaico foi a localização deste canteiro na área. Havia algumas árvores em volta formando um impedimento físico para a incidência dos raios solares, estes incidiam na placa aproximadamente entre as 10h e 16h do dia, reduzindo o potencial de transferência de energia da placa para a bateria e conseqüentemente reduzindo sua eficiência energética, uma solução seria reposicionar a placa em um local no qual receba luz por um maior período ou suprir o sistema diretamente na rede elétrica utilizando uma fonte 12 volts.

Na figura 7 tem-se o sensor ao final do ciclo de cultivo, é perceptível a sua corrosão. Sendo assim não é aconselhável a sua utilização para culturas de ciclo longo ou perenes, pois seus valores de referência de umidade de solo podem mudar com o decorrer do tempo.

**Figura 7.** Sensor de umidade do solo após o uso durante o ciclo produtivo.

O acompanhamento do funcionamento do sistema foi visualizado via *smarthphone* por meio do aplicativo *BlueTerm*, visto na Figura 8, nele temos acesso a data e hora, valor do sensor e status de irrigação. Para o status: 1 temos o sistema irrigando e para o status: 0 temos o sistema não irrigando. O aplicativo facilita a verificação de anormalidades que podem ocorrer.

**Figura 8.** Aplicativo transmitindo os dados do sistema via *Bluetooth*.

BlueTerm		connected: LEMA - UFC	
27Jun2017	16:15:03	Sensor: 303	Status: 1
27Jun2017	16:15:04	Sensor: 302	Status: 1
27Jun2017	16:15:05	Sensor: 305	Status: 1
27Jun2017	16:15:06	Sensor: 302	Status: 1
27Jun2017	16:15:07	Sensor: 305	Status: 1
27Jun2017	16:15:08	Sensor: 296	Status: 1
27Jun2017	16:15:09	Sensor: 291	Status: 1
27Jun2017	16:15:10	Sensor: 287	Status: 1
27Jun2017	16:15:11	Sensor: 292	Status: 0
27Jun2017	16:15:12	Sensor: 276	Status: 0
27Jun2017	16:15:13	Sensor: 276	Status: 0
27Jun2017	16:15:14	Sensor: 282	Status: 0
27Jun2017	16:15:15	Sensor: 282	Status: 0
27Jun2017	16:15:16	Sensor: 285	Status: 0
27Jun2017	16:15:17	Sensor: 284	Status: 0

Na Figura 9 tem-se o sistema irrigando durante o período da tarde, onde haviam as seguintes culturas: alface, feijão e pimentão.

**Figura 9.** Processo de irrigação controlada pelo Arduino através dos sensores de umidade.



## 6 CONCLUSÕES

O sistema apresentou períodos de irrigação inferior ao manejo adotado de forma manual, provando-se assim sua eficiência com relação ao uso da água e as necessidades da cultura. As falhas apresentadas no sistema foram em função da redução da tensão na bateria, provocada por um dia nublado e sombras de árvores ao redor, como solução é coerente mudar a posição do painel fotovoltaico ou alimentar o sistema com energia da rede elétrica utilizando-se uma fonte 12 volts. Os custos dos equipamentos utilizados são acessíveis e a sua implantação em hortas familiares é factível podendo ser utilizada a rede elétrica como alternativa ao painel fotovoltaico. O sensor utilizado não se mostrou eficiente para culturas de ciclo longo ou perenes, pois sua corrosão no solo é bastante acelerada, uma alternativa a este problema seria utilizar sensores capacitivos, cujo a resistência é maior, podendo ser utilizado por mais de um ciclo de cultivo.

## 7 REFERÊNCIAS

CASTRUCCI, P. **Controle Automático – Teoria e Projeto**. Editora Edgar Blucher, São Paulo – SP, 1969. 227p.

REBOUÇAS, A. C. Água e desenvolvimento rural. **Estudos Avançados**, v. 15, n. 43, p. 327-344, 2001.

WALLACE, J.S. Increasing agricultural water use efficiency to meet future food production. **Agriculture Ecosystems & Environment**, Netherlands, v. 82, p. 105-119, 2000.

REIS, J. S. **Sistema de controle aplicado à automação de irrigação agrícola**. 73p. Monografia (Graduação) – Tecnologia em Automação Industrial, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015.