II CONGRESSO AMAZÔNICO DE MEIO AMBIENTE & ENERGIAS RENOVÁVEIS
Engenharia, Meio Ambiente e Desenvolvimento Energético
12 A 16 DE SETEMBRO DE 2016
LOCAL: UFRA CAMPUS BELÉM ISBN: 978-85-5722-005-8 www.camaer.com.br
UFRA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

ARTIGO COM APRESENTAÇÃO ORAL - TECNOLOGIA AMBIENTAL

PROJETO E CONSTRUÇÃO DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADA COM PLATAFORMA ARDUINO PARA A CASA DE VEGETAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

ANDREA MASAE DOS SANTOS OKABE, BRUNA OLIVEIRA FERREIRA, ARTUR JOSÉ CUNHA DA SILVA, OTAVIO CHASE, JOSÉ FELIPE SOUZA DE ALMEIDA

A agricultura é essencial para o ser humano, mas é também um dos setores que mais consome água no Brasil e em todo o mundo. Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), aproximadamente 70% de toda a água potável disponível no mundo é utilizada para irrigação. O grande consumo de água na agricultura requer um sistema de irrigação vantajoso que evite desperdício e distribui o recurso de maneira inteligente ao longo do cultivo. O objetivo do presente trabalho foi a criação de um sistema de irrigação inteligente para casa de vegetação utilizando um microcontrolador Arduino e demais componentes eletrônicos para o controle automático de válvulas solenoides, que a partir dos dados de leitura de umidade do solo realizada por sensores, controlam a irrigação do cultivo, uma vez que a resistência elétrica do solo e umidade são propriedades relacionadas. É apresentado a montagem e verificação do sistema de Controle e Automação de Irrigação em uma casa de vegetação de espécies agrícolas e florestais, bem como a análise dos dados de leitura de umidade do solo obtidas por um sistema Ciberfísico e por Sensores de umidade Groove utilizados no sistema de irrigação. Portanto, comprovou-se a eficácia, a viabilidade e a aplicabilidade do sistema, pois esse foi capaz de identificar o atendimento à condição de ajuste programado, acionando e desativando as válvulas no momento adequado.

Palavras-chave: Irrigação, automação, umidade do solo, Arduino.

INTRODUÇÃO

A água limpa é essencial à vida de todos os organismos, para o funcionamento dos ecossistemas, comunidades e também para economia. Porém, com o passar do tempo e crescimento da população, a qualidade da água vem sendo comprometida por causa da

 ISBN: 978-85-5722-005-8

expansão das atividades agrícolas e industriais, aumentando a poluição, o que coopera significativamente com as mudanças climáticas e ameaça alterar o ciclo hidrológico global (ONU, 2010). Dessa forma, convém dizer que a água é um recurso natural limitado, e por isso, sua racionalização é de suma importância (FARIA, 2002).

A irrigação atualmente consome 72% da água no Brasil de acordo com o relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil, da Agência Nacional de Águas de 2013. Inúmeros fatores interferentes na técnica de irrigação podem ser citados, que afetam diretamente na quantidade de água usada e concomitantemente no planejamento da irrigação, dentre elas o tipo de solo, a necessidade de acordo com a espécie e a evapotranspiração.

Existe uma relação entre as características do solo e a disponibilidade de água para as plantas. Devido aos diferentes processos de formação e às características edáficas, como a constituição de minerais e presença de cargas, a estrutura do solo varia muito. As partículas se arranjam espacialmente em agregados de várias formas, tamanho e composição, dando origem aos poros do solo, esses podem conter água (fase líquida) ou, alternativamente, ar do solo (fase gasosa) (PREVEDELLO, 1996). E por isso, a retenção de água em diferentes tipos de solo varia bastante.

A irrigação vem como alternativa para cultivo em casa de vegetação ou regiões em que a precipitação é escassa de modo que auxilie na disponibilidade de água para a planta em complemento à precipitação natural, já que o objetivo dessa técnica é o fornecimento controlado de água no solo para as culturas – na quantidade suficiente e no momento certo – garantindo boas condições para seu desenvolvimento ótimo em termos de produtividade e retorno econômico (FERREIRA, 2011).

Segundo Silva & Maroueli (1998), no manejo da irrigação é preciso pensar na minimização do consumo de energia, assegurando a maximização da eficiência do uso de água, e mantendo favoráveis as condições de umidade do solo e de fitossanidade das plantas.

Muitos sistemas para controle de irrigação são usados atualmente, dentre eles: Irrigas, DUPEA, Tensiometria, Método Padrão de Estufa e Tensiometria (VIEIRA, 2008). O aprimoramento dessas técnicas é muito importante para o avanço da tecnologia de irrigação.

Nesse contexto, atualmente os microcontroladores têm sido utilizados em pesquisas na área de monitoramento ambiental, e a plataforma ARDUINO vem se destacando. Há muitos aparelhos disponíveis no mercado, porém os consumidores estão interessados em algo útil, prático e barato, capaz de ser instalado sem tantas dificuldades e que cumpra as funções de controle e automação. No presente trabalho usar-se-á a placa Arduino, uma plataforma open source com um microcontrolador que integra diversos componentes em um circuito (CAVALCANTE et al., 2011; SOUZA et al., 2011).

 ISBN: 978-85-5722-005-8

As técnicas de irrigação no campo têm sido cada vez mais usadas, sendo encontrada também com frequência na agricultura familiar.

Os principais e já citados sistemas para controle de irrigação são: **a) Irrigas:** irrigação realizada quando o equipamento acusa a necessidade (CALBO,2001); **b) DUPEA:** são coletadas amostras e obtidos valores de umidade elevando-se o solo à capacidade de campo; **c) Tanque Evaporímetro Alternativo:** leituras de evaporação transformadas em valores de lâminas de água com base na correlação direta do volume de água e a área do tanque de evaporação (SIMÃO,2004); **d) Método Padrão Estufa:** coleta diária da umidade do solo elevando-o à capacidade de campo e, **e) Tensiometria:** coleta diária da tensão de água no solo e elevando-o à capacidade de campo (VIEIRA, 2008).

Vieira (2008) ao comparar todos os métodos já expostos, concluiu que o DUPEA é um equipamento eficaz no manejo da irrigação, no uso de tensiômetros são aplicadas maiores lâminas; e menores, o Irrigas, este por sua vez apresentou menores valores em todas os parâmetros analisados no estudo.

Calbo (2001) afirma que a rudimentariedade do Irrigas faz com que este “seja mais barato e mais fácil de usar, também é tão rápido e confiável quanto os melhores tensiômetros do mercado”.

Então, a proposta desse trabalho é usar o Arduino, é uma plataforma de prototipação eletrônica de código aberto (open source) de preço acessível e pode ser encontrada facilmente, qualquer pessoa pode produzi-la, é fácil de programar e usar (LIMA et al., 2012). Inúmeros trabalhos foram feitos com base na plataforma Arduino relacionados a irrigação, visto que há facilidade e praticidade de se trabalhar com a mesma.

Silva (2013), dedicou-se a engenhar um protótipo capaz de efetuar irrigação de áreas de cultivo de hortaliças, frutas e outros no período diurno, este é movido à energia solar, sem baterias capazes de ligar e desligar autonomamente, pois o autor defende que são importantes o desenvolvimento e o avanço da Tecnologia da Informação em prol da melhora na vida das pessoas na área urbana ou no meio rural.

Rocha et al. (2014), pensou no desenvolvimento do sistema que atendesse as demandas do agricultor, oferecendo um protótipo que em tempo real disponibilize dados da sua lavoura/plantio e um mecanismo atuando de forma automática ou por meio de comandos em um software de computador a fim de controlar todo o processo de irrigação.

Guimarães & Bauchspiess (2012), dedicou-se à construção de um sistema, software e hardware, capaz de controlar um sistema de irrigação. Utilizar uma interface mais prática para o usuário para a administração e programação de seus parâmetros, como uma alternativa aos sistemas atuais com interface de botões. Objetivou-se oferecer monitoramento à distância e

 ISBN: 978-85-5722-005-8

com baixo custo de implantação, para que seja uma opção viável para a agricultura familiar, todavia ainda expansível.

É possível, também, expandir o sistema para áreas maiores, tendo como base vários estudos já feitos com a plataforma Arduino (BORGES, 2014; BARROS, 2014; SANTOS, 2014).

Porém, Rodrigues (2011), aponta algumas dificuldades de se trabalhar com a plataforma Arduino, tais como: a baixa quantidade de material, existem pouquíssimos livros que abordam o tema – todos em inglês – e a inexistência de uma fonte que concentre as informações mais importantes para iniciar os estudos, um livro em Português-BR por exemplo, e que alguns pesquisadores precisam perceber que as aplicações são confiáveis e úteis a alguns problemas hoje resolvidos com sensores.

OBJETIVOS

O estudo tem como objetivo o desenvolvimento de um sistema de irrigação em casa de vegetação tendo por base a plataforma Arduino, utilizando um sensor de baixo custo, que possibilite monitorar a umidade do solo e acionar o sistema, demonstrando a sua aplicabilidade na automação de sistemas de irrigação instalados, por exemplo, em hortas e casa de vegetação, entre outros.

METODOLOGIA

O sistema de Controle e Automação de Irrigação foi montado na casa de vegetação de espécies agrícolas e florestais localizada na sede da Universidade Federal Rural da Amazônia. Usou-se quatro bancadas de aproximadamente 6m² para melhor representatividade de eficiência do experimento.

O sistema é composto por uma placa de aquisição de dados Arduino UNO R3; quatro sensores de umidade do solo Grove; quatro módulos Relés 5VDC 10ª 125VAC; quatro válvulas solenoides 12VDC. Todos os componentes do sistema foram interligados utilizando-se uma placa impressa *Protoboard,* onde também se encontra montado o circuito de proteção do sistema, composto por Resistores 1KOhm, Transistores BC548 NPN e diodos 1N4007. Utiliza-se uma bateria de 12V 7.2Ah/ corrente inicial máxima de 2.16ª para alimentação das válvulas solenoides através dos módulos Relés.

O Arduino é uma plataforma para protótipos eletrônicos *open-source* que se baseia em *hardware* e *software* flexíveis e fáceis de usar. É indicado para qualquer pessoa interessada em criar objetos ou ambientes interativos (ARDUINO.CC, 2014). Esta plataforma possui um

 ISBN: 978-85-5722-005-8

mecanismo baseado no Microcontrolador *ATMEGA*, desenvolvido pela *ATMEL Corporation*, que possibilita a criação de vários sistemas automatizados. A comunicação entre o Arduino e o Computador ocorre via *porta Serial* através de um cabo USB-AB. Sua interface de desenvolvimento *IDE* é escrita em Java e sua linguagem de programação é baseada em C E C++ (MONK,2013; OKABE et al, 2015). As bibliotecas podem ser facilmente encontradas ou criadas na mesma linguagem de programação. As duas principais funções da *IDE* é permitir o desenvolvimento do programa e envia-lo para a placa onde o comando será executado (MCROBERTS, 2012).

O Arduino recebe sinais analógicos de tensão enviadas pelos sensores de umidade que podem ser utilizados na areia, terra e até mesmo diretamente na água. Este sensor possui três terminais de ligação, o *Vcc* onde uma tensão de alimentação de 5V é enviada pelo Arduino; *Ground* ou aterramento para o retorno desta tensão; e o *Sig*, terminal pelo qual o sinal analógico de tensão, variável com a umidade do solo, é enviado para o Arduino. A condutividade elétrica do solo varia com a umidade, ou seja, a condutividade elétrica dos íons presentes na água aumenta a condutividade do solo. Quando o solo está seco a condutividade elétrica é baixa e o seu estado é tido como baixo, devido à alta resistência, e; quanto mais água houver no solo, menor será a resistência a condutividade pelos íons e o solo estará em estado alto (PELLISON, 2001). A umidade presente no solo deverá ser monitorada constantemente para o melhor suprimento de água para as espécies. Este sensor é essencial para o acionamento da irrigação.

Para calibração do sensor, utilizou-se dados adquiridos do solo usado no experimento em sua Capacidade de Campo (CC), segundo o método EMBRAPA (1979). A programação foi padronizada com base no valor de 80% da CC deste solo, esse valor corresponde a umidade ótima do solo para que haja bom desenvolvimento da planta. Determinou-se então, que o sistema começasse a irrigar a partir de 60% da CC.

O *módulo Relé* é uma chave eletromecânica de funcionamento bastante simples, eles trabalham da seguinte forma: quando uma corrente contínua circula pela bobina, esta cria um campo magnético que atrai um ou uma série de contatos fechando ou abrindo circuitos. Relés são bastante utilizados em conjunto com Arduino para acionamento de lâmpadas, equipamentos de proteção residencial, eletrônicos, entre outros. Neste sistema o *relé* é utilizado para realizar o controle de acionamento ou desligamento das *válvulas solenoides* que controlam o fluxo de água nas tubulações do sistema de irrigação.

A *válvula solenoide* funciona com o mesmo princípio do *Relé*, pois a mesma possui uma bobina que na presença de uma corrente continua, aciona por indução, um sistema mecânico simples que impede o fluxo de água pela tubulação. Neste projeto, utiliza-se quatro

 ISBN: 978-85-5722-005-8

válvulas solenoides 12V, uma para cada sensor de umidade. De acordo com a leitura de umidade dos *sensores*, estas válvulas são acionadas ou desativadas.

O microcontrolador Arduino trabalha internamente com dados digitais, portanto é necessário traduzir um sinal analógico para um valor digital. A técnica utilizada para leitura é a conversão analógico-digital utilizando-se um *conversor ADC* ou *conversor A/D* que quantifica o valor analógico conforme a quantidade de *bits* em sua resolução. O sinal de tensão dos sensores varia de acordo com a umidade do solo. Este sinal analógico possui valores entre 0 e 5V que são convertidos pelo conversor *analógico-digital* do Arduino para valores entre 0 e 1023 *bits* de resolução. Estes valores digitais serão então interpretados pelo código implantado no Arduino com intervalo de *500 ms* (milissegundos).

Após a montagem do circuito e programação, o sistema de irrigação foi montado por completo na casa de vegetação. A técnica utilizada foi a *irrigação localizada*, que consiste em métodos que conduzem a água a ser irrigada através de tubulações. Aplicando a água junto às raízes das plantas através de gotejamento, mantendo as plantas e a área entre as fieiras do plantio (LUCIETTI, 2014).

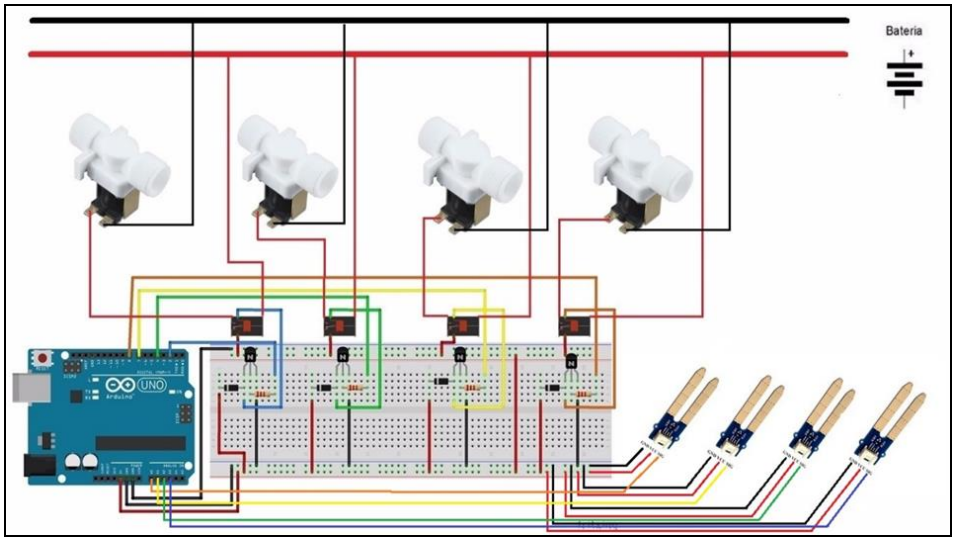
Neste projeto forão utilizadas mangueiras com pequenas perfurações (*gotejadores*) por onde a água de irrigação escoa quando as valvulas solenoides são abertas e permitem o fluxo de acordo com a nessecidade do cultivo programada no Arduino.

A *irrigação localizada* possui vantagens de economia de água e baixo consumo de energia, devido ao controle de fluxo de água feita de forma lenta e uniforme, apenas quando os sensores identificam baixa umidade, o que permite automação total da irrigação; podendo ser utilizada em diferentes tipos de solos e declividades. Há também desvantagens relacionadas ao alto investimento inicial, risco de entupimento dos gotejadores, etc. (SANTOS 2014).

Após a montagem do circuito e programação em laboratório, o sistema de irrigação foi montado por completo na casa de vegetação. Para a interconexão e montagem dos dispositivos do protótipo, foram utilizados fios, cabos, fitas, suportes plásticos e peças diversas. O sistema foi produzido para ser acessível financeiramente, usando componentes facilmente encontrados. O circuito com os componentes já citados está esquematizado abaixo (Figura 1).

Figura 1. Esquema do circuito para o sistema de irrigação automatizado em casa de vegetação.

 ISBN: 978-85-5722-005-8



RESULTADOS

Antes de utilizar o sistema ciberfisico para adquirir dados da umidade do solo, verificou-se qual era o valor médio de resistência dentro d'água e fora d'água (Tabela 1). Dessa forma, obteve-se valores que foram aplicados como parâmetros de comparação com o valor da umidade em solo. Percebeu-se que dentro d'água o valor de resistência não chega a 0 Ω, visto que mesmo a 100% de umidade é possível a passagem de corrente elétrica.

Tabela 1. Valores de máximo, média e mínimo da aquisição de dados para calibração do sensor de umidade do solo realizado no Laboratório de Física da UFRA.

	Seco (Ω)	**Submerso (Ω)**
Máx.	1023	263
Méd.	1023	243
Mín.	1023	212

No primeiro monitoramento realizado com o sistema ciberfisico em laboratório com o solo na capacidade de campo (80% de água), obteve valor médio de 259,5 Ω e desvio padrão de 0,9159 (Tabela 2). Esse monitoramento foi feito por um período de aproximadamente 1 hora, pois levou-se em consideração o fato de que ao passar do tempo, o solo continuava perdendo água por evaporação, podendo interferir na leitura do sensor.

Tabela 2. Dados referentes ao monitoramento do solo a 80% da capacidade de campo realizado com o sistema de aquisição de dados no laboratório de física da UFRA.

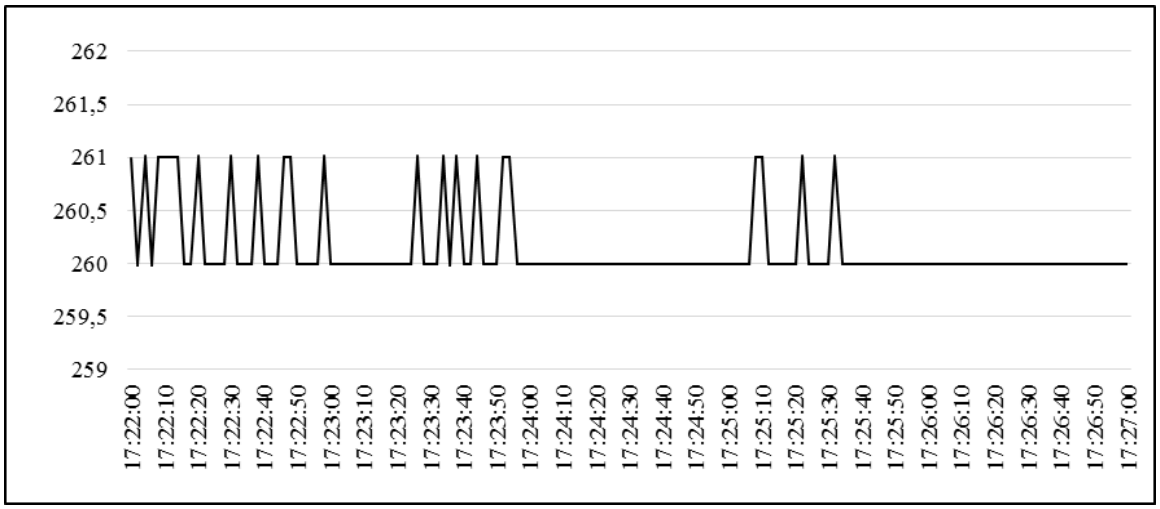
Umidade do Solo (Ω)

 ISBN: 978-85-5722-005-8

Máximo	Média	Mínimo	Desvio Padrão	**Total de dados**
261	259,5	257	0.915909	**1811**

A Figura 2 mostra a resistência do solo a 80% da capacidade de campo ao longo de 5 minutos, verifica-se que a variação da resistência é mínima, sugerindo que os dados são representativos para esse monitoramento. Assim, pode-se calibrar os quatro sensores por meio de uma regra de três e fazendo as devidas alterações na programação do Arduino.

Figura 2. Monitoramento da umidade do solo a 80% da capacidade de campo realizado com o sistema ciberfisico em um intervalo de 5 minutos.



Ao final de todas as análises e cálculos, utilizando regra de três para associar o valor de resistência a valores de umidade de 60 e 80%, foram obtidos os resultados apresentados na Tabela 3, usados na programação para determinar o momento de acionamento e desligamento das válvulas. Assim, as plantas recebem a quantidade de água adequada para seu desenvolvimento considerando todos os fatores interferentes: evapotranspiração, tipo de solo, entre outros.

Tabela 3. Leitura e tratamento dos dados coletados pelos quatro sensores de umidade do solo a 100% de umidade (dentro d'água) no Laboratório de Física da UFRA.

Sensor	**100%**	**80%**	**60%**
1	53	42,4	31,8
2	54	43,2	32,4
3	82	65,6	49,2
4	56	44,8	33,6

 ISBN: 978-85-5722-005-8

Na casa de vegetação, o sistema identificou corretamente a umidade do solo e acionou a válvula, e concomitantemente o gotejamento, conseguindo elevar a umidade do solo até a faixa de umidade necessária, valor equivalente a 70 % da capacidade de campo. Utilizando o sistema, esse percentual foi previamente estabelecido para solo úmido e foi alcançado pois nesse instante a válvula volta a condição de normalmente fechada, demonstrando a eficiência do protótipo, uma vez que o programa identificou o atendimento à condição de ajuste pré-estabelecida.

Nos testes preliminares, o sistema controlou a umidade da amostra de terra preta de forma eficiente.

Frente a alguns sistemas com a mesma função disponíveis no mercado produzidos por grandes empresas, o circuito do sistema de irrigação desenvolvido com quatro sensores e quatro válvulas custou, aproximadamente, 300 reais, mantendo uma boa relação de custo benefício. Deve-se atentar também, a importância da racionalização da água através destes sistemas que buscam a redução do desperdício de água para irrigação, otimizando a água consumida.

Salienta-se que um sensor possui capacidade de representar mais de uma bancada, diferentemente do que está sendo proposto no presente trabalho, possibilitando a expansão do sistema de forma que mais bancadas sejam irrigadas ao mesmo tempo ao sinal do sensor que às representa, diminuindo ainda mais os custos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível comprovar neste trabalho a eficácia, a viabilidade e a aplicabilidade da plataforma Arduino para controle de umidade de solos, tornando possível o desenvolvimento de um sistema de irrigação automático a partir do hardware e software aplicados ao longo deste estudo. O sistema foi capaz de identificar o atendimento à condição de ajuste programado, acionando e desativando as válvulas no momento adequado.

Para futuros trabalhos que utilizarão deste método, a etapa de análise de Capacidade de Campo do solo que será usado no experimento é muito importante para determinar a faixa ideal de umidade disponível para a planta, para então determinar valores para acionamento do sistema de irrigação.

REFERENCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: 2013/ Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2013.p. 354.

 ISBN: 978-85-5722-005-8

BARROS, T. T. T.; BORIN, L. C. SISTEMA AUTOMATIZADO DE CONTROLE E IRRIGAÇÃO PARA PLANTAÇÕES EM ESTUFAS. Anais do Salão de Ensino e de Extensão, p. 365, 2014.

BORGES, Francisco Fechine et al. SISTEMA DE BAIXO CUSTO PARA IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADA, BASEADO NA PLATAFORMA ARDUINO. XI CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS. Poços de Caldas – MG, 2014.

CALBO, A.G.; SILVA, W.L.C. Irrigas – novo sistema para o controle da irrigação. Anais do XI Congresso Brasileiro de Irrigação e Drenagem. Fortaleza. p. 177-182, 2001.

CALVALCANTE, M. A.; TAVOLARO, C. R. C.; MOLISANI, E. Física com Arduino para iniciantes. Revista Brasileira de Ensino da Física, v.33, n.4, 4503, 2011.

DE SOUZA, Anderson R. et al. A placa Arduino: uma opçao de baixo custo para experiências de fısica assistidas pelo PC. Revista Brasileira de Ensino de Fısica, v. 33, n. 1, p. 1702.2011.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: Embrapa Produção de Informação. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 1999. 412 p.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, 1979. 271p.

FARIA et al. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande, PB, 2002. v.6, n.2, p.189-194.

FERREIRA, Valber Mendes. Irrigação e drenagem. Floriano, PI: EDUFPI, 2011. p. 15.

GUIMARÃES, V. G. & BAUCHSPIESS, A.Automação e monitoramento remoto de sistemas de irrigação visando a agricultura familiar. Anais do XIX Congresso Brasileiro de Automática, CBA. 2012.

MONK, S. Programação com Arduino: começando com Sketches. Porto Alegre: Bookman, 2013.

OKABE, A. M. S.; FERREIRA, B. O.; BRANDÃO, A. T. O.; ALMEIDA, J. F. S.; CHASE, O. A. Monitoramento da temperatura e umidade relativa em um ambiente para secagem de madeira. In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC 2015/72ªSOEA, Fortaleza – CE, 2015.

 ISBN: 978-85-5722-005-8

PELLISON, Antonio Tadeu. Proposta de um sistema automatizado para controle de nível freático em sub-irrigação. 2001. x, 109 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, 2001. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/93823>.

ONU ÁGUA. Dia Mundial da Água. 2010. Disponível em: < Http://nacoesunidas.org/acao/agua/>. Acesso em: 11/12/2015.

PREVEDELLO, C.L. Física do solo com problemas resolvidos. Curitiba. SAEAFS, 1996. 446p

ROCHA, Felipe Barbalho et al. PLATAFORMA DE COMUNICAÇÃO SEM FIO APLICADA A SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO. HOLOS, v. 5, p. 269-282, 2014.

RODRIGUES, Marcelo Amaral; SOBRINHO, Elionai; CHASE, Otávio. Amazon Eye–Sistema de Visão Computacional Cognitivo da Amazônia.Engenharia de Computação em Revista, v. 1, n. 1, 2011.

SANTOS, Lorena Beatriz. Sistema automatizado para controle de umidade e temperatura em cultura de morangos aplicados aos pequenos agricultores / Lorena Beatriz Santos. – Brasília : UniCEUB, 2014.

SILVA, Danielle et al. Controle automático da umidade do solo com energia solar para pequenos produtores. Embrapa Pantanal-Artigo em anais de congresso (ALICE). SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SOCIOECONÔMICOS DO PANTANAL, 6.; EVENTO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO PANTANAL, 1., 2013, Corumbá, MS. Desafios e soluções para o Pantanal: resumos. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2013.

SILVA, W.L.C.; MAROUELLI, W.A. Manejo da irrigação em hortaliças no campo e em ambientes protegidos. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. UFLA/SBEA, 1998. p. 311-348.

SIMÃO, Antônio Humberto; MANTOVANI, Everardo Chartuni; SIMÃO, Fúlvio Rodriguez. Irrigação e fertirrigação na cultura da mangueira. Manga–Produção integrada. industrialização e comercilização. Viçosa: UFV, 2004. p. 251 e 257.

SOUZA, A. R. de; PAIXÃO, A. C.; UZÊDA, D. D.; DIAS, M. A.; DUARTE, S.; AMORIM, H. S. de. A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC. Revista Brasileira de Ensino da Física, v.33, n.1, 1702, 2011.

ISBN: 978-85-5722-005-8

VIEIRA, T. A. et al. Métodos de manejo da irrigação no cultivo da alface americana. SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO CEFET, v. 1, p. 21-25, 2008.