

# CAPÍTULO 1

## PROTÓTIPO ECONÔMICO UTILIZANDO PLATAFORMA ARDUÍNO PARA SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO VOLTADOS PARA AGRICULTURA FAMILIAR E PRODUÇÃO EM ESCOLAS MUNICIPAIS DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI – INCENTIVO ÀS POLÍTICAS PÚBLICAS REGIONAIS

**Letícia Silva Filgueiras**  
**Daniel Moraes Santos**  
**Rafael Alvarenga Almeida**

### RESUMO

Fundamentado na premissa de que a agricultura representa uma importante atividade para promover o desenvolvimento regional do semiárido brasileiro, o uso da tecnologia de informação se faz cada vez mais presente nesse setor, atualmente estão sendo realizados muitos estudos visando facilitar o manejo e aumentar a produtividade das culturas. O processo de irrigação de pequenos agricultores tem se mostrado atrasada, quando não se é possível a obtenção de modelos de irrigação convencionais pelo seu alto custo, se faz necessária a irrigação de forma manual. O objetivo deste projeto é através do Arduino automatizar o controle de irrigação de água e suprir possíveis deficiências do solo através de um sistema de irrigação. Para isso, é feita uma análise do solo o qual deverá mostrar as deficiências de nutrientes presentes no mesmo, e através do sistema de irrigação será levados tais nutrientes para suprir as necessidades. Este é focado em um sistema que traga disponibilidade de tempo para ligar, irrigar e desligar mangueiras e outros recursos utilizados para irrigação, além do não desperdício de água que é envolvido no processo manual, sendo assim, a utilização de um sistema automatizado de irrigação de baixo custo é indispensável a esse público.

**PALAVRAS-CHAVE:** Arduino. Irrigação. Economia. Administração pública.

### 1. INTRODUÇÃO

A agricultura irrigada tem sido importante estratégia para otimização da produção mundial de alimentos, proporcionando desenvolvimento sustentável no campo, com geração de empregos e renda de forma estável (MANTOVANI *et al.*, 2009). É o setor que mais consome água potável no Brasil, conseqüentemente, o que mais desperdiça. De acordo com estimativas do Fundo das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 2007) a agropecuária usa 70% da água no país e metade dessa quantidade é jogada fora durante o processo de cultivo. Estima-se que se o meio rural diminuir apenas 10% do que consome seria suficiente para abastecer duas vezes a população mundial.

Para Malu Ribeiro, coordenadora da Rede das Águas da ONG SOS Mata Atlântica: “A eficiência passa por criar uma relação mais “sustentável” entre o setor e os recursos hídricos” (IDOETA, 2015).

Há setores que têm reduzido sua pegada hídrica. É preciso separar a agricultura que incorporou a sustentabilidade – muitas vezes porque depende disso para obter certificados internacionais que a permita exportar – da perversa, de muitas monoculturas (que exaurem os recursos do solo) e dos setores que usam muito veneno,

opina (IDOETA, 2015, p. 1).

De acordo com o Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos, até 2050, a agricultura deverá produzir globalmente 60% a mais de alimentos, e 100% a mais nos países em desenvolvimento, incluindo Brasil. Dessa forma, o setor terá de aumentar sua eficiência no uso dessa água, reduzindo as perdas e, ainda mais importante, aumentando a produtividade das culturas em relação aos recursos hídricos utilizados (UNESCO, 2015). Como se espera, até 2030, haverá um aumento na população mundial de aproximadamente (83) 3322.3222 8.100 milhões de pessoas, e será, portanto, necessário destinar 14% a mais de água doce em uso agrícola, para manter o ritmo crescente na oferta de alimentos (FAO, 2007).

A administração pública pode ser definida como um conjunto de órgãos criado com o objetivo de gerenciar os serviços públicos prestados a toda a população. Segundo Meirelles (1994), o estudo da Administração Pública em uma definição geral, abrangendo a sua estrutura e as suas atividades, deve partir do conceito de Estado, sobre o qual repousa toda a concepção moderna de organização e funcionamento dos serviços públicos a serem prestados aos administrados.

Em 1986, o governo José Sarney estabeleceu o Programa Nacional de Irrigação (Proni), que apresentava metas e objetivos para a Política Nacional de Irrigação (Proni, 1986). No estado de Minas Gerais, foi estabelecido o Plano Mineiro de Irrigação e Drenagem, que tinha como objetivo contribuir para o crescimento econômico-social do estado pela criação de empregos, distribuição de renda, aumento da produção agrícola, melhoria do abastecimento interno e formação de excedentes exportáveis (PMID, 1986). Deste modo, em sua concepção, a Política Nacional de Irrigação tinha duas vertentes distintas, mas complementares: aprimorar a agricultura do país através de tecnologia e desenvolver de forma sustentável (com foco nos extratos mais pobres da população) a economia nacional.

É comum observar em vários sistemas de irrigação que o manejo é muito dependente da atuação humana e mesmo quando os projetos foram bem planejados e implantados, o rendimento não é tão elevado quanto um sistema automático e mais independente. Irrigação mal planejada e manejada pode representar importante fator no resultado da produção, podendo haver perdas 100% em situações extremas. O simples fato de não controlar com precisão o tempo de irrigação em determinada área do plantio pode provocar perdas de produção, desperdício de energia, aumento de custos de produção, dentre outras consequências (GUIMARÃES, 2017).

Segundo Correia *et al.* (2016), uma forma de controlar o desperdício da água na agricultura é estimar a necessidade hídrica da cultura, repondo a quantidade certa de água no solo e, assim, garantindo à planta o suprimento necessário para um bom desenvolvimento. O que tem dificultado o manejo da irrigação, principalmente em pequenas propriedades (agricultura familiar), é a falta de monitoramento dos dados meteorológicos para estimar a demanda hídrica das culturas. Os produtores não dispõem de capital financeiro para investirem na aquisição de uma estação meteorológica.

Existem diversos modos utilizados para determinar a umidade do solo, no entanto não há se falar em um melhor, especificadamente, a escolha deverá levar em conta os objetivos desejados pelo pesquisador e/ou produtor, do projeto ou produto, do nível de precisão desejada, entre outros fatores que possam limitar sua escolha. Coelho (2008) relata que todos os métodos utilizados na determinação da umidade do solo apresentam limitações: ou quanto à precisão, ou por serem dispendiosos, ou excessivamente morosos. Libradi (1999 *apud* COELHO, 2008) confirma as limitações citadas e ressalta o elevado nível de complexidade de alguns métodos.

A criação de um sistema de irrigação automatizado para o controle de áreas agrícolas, não vem a ser uma descoberta recente, considerando a existência de um vasto mercado voltado para esta área, todavia por apresentar uma tecnologia de alto custo, torna-se de difícil acesso para pequenos e médios agricultores (SILVA *et al.*, 2007).

Segundo MCROBERTS (2011), o Arduíno é uma plataforma embarcada, constituído por hardware e software ambos de fonte aberta, dessa forma, podem criar inúmeros projetos independentes de controle, monitoramento, interatividade, basta somente conectá-lo a um computador ou rede e assim receber e enviar dados do Arduíno para os dispositivos que estiverem interligados a ele. Foi projetado como uma forma simples e barata de envolver os indivíduos com a eletrônica de microcontroladores.

Com Arduíno, um designer ou artista pode facilmente conhecer as noções básicas de eletrônica e sensores de forma muito rápida e pode começar a construir protótipos com muito pouco investimento (RODRIGUES; SARTORI; GOUVEIA, 2012).

Um sistema automático simples para fazer o controle da irrigação, com baixo custo de implantação e manutenção e facilidade de manuseio, auxiliaria os pequenos agricultores na contenção de água, diminuindo consideravelmente o desperdício de água, além de contribuir para o crescimento econômico dos mesmos. Aí que entra o papel da administração pública, onde refere-se à função administrativa, ou seja, ao conjunto de serviços atribuídos a realização

de atividades de interesse público e atendimento aos cidadãos numa comunidade ou organização.

A plataforma Arduino tem sido empregada em diversas áreas e com finalidades distintas, esse método de irrigação usando o Arduino se adaptaria perfeitamente as necessidades desses agricultores.

## 2. METODOLOGIA

Os ensaios foram realizados no laboratório de fenômenos eletromagnéticos do Instituto de Ciência, Engenharia e Tecnologia (ICET), na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), campus Mucuri, Teófilo Otoni/MG.

### 2.1 Primeiro Sistema: Determinação da umidade ideal

Para o desenvolvimento do sistema foi utilizado a placa de prototipagem Arduino, um sensor de umidade, um vaso de planta e uma balança.

O primeiro passo foi determinar a massa do vaso de planta que foi de 2,513 kg, após a pesagem colocou-se o sensor de umidade dentro do vaso e este leu o valor inicial de 991 S/cm. Retirou-se o sensor e encheu o recipiente de água cerca de 1400 ml, deixou-se escoar a água até parar de pingar, pesou-se novamente o vaso que obteve 3,150 kg, colocou-se o sensor de novo. A partir disso, o programa gerou a cada 3 horas o valor da condutividade elétrica do solo (teor de umidade S/cm), armazenou esse valor e a hora medida. Com os dados obtidos foi possível construir a tabela e gerar a curva de condutividade do solo.

**Figura 1:** Sistema de umidade ideal.



**Fonte:** Autoria própria (2019).

## 2.2 Segundo Sistema: Protótipo do sistema de irrigação

Para o desenvolvimento do projeto foi utilizado (Figura 2) a placa de prototipagem Arduino UNO, uma placa de *protoboard* contendo luzes de *led* (*Light Emitting Diode*), resistores de  $10k\Omega$  (ohm), módulo relé, válvula solenoide e jumper macho e fêmea. Foram elaborados todos os componentes visuais dos *led's* através da linguagem Arduino pelo software Arduino IDE.

A princípio no software desenvolvido foram criadas duas variáveis para armazenar a leitura do sensor; o *setup* é acionado quando o arduino é ligado, informando que a porta 8 do Arduino será usada para ler informações do sensor. No atuador, a porta 12 será utilizada para acionar o relé, a porta 5 será utilizada para ativar o *led* vermelho, a porta 6 para ativar o *led* amarelo e a porta 7 para ativar o *led* verde.

Após o Arduino saber a função de cada porta, foi usado o *loop* para garantir o funcionamento constante que o programa irá executar. Logo o programa lê constantemente a porta 8, onde tem um sensor ligado, que irá mandar a informação sobre a umidade do solo, essa informação será recebida e guardada na variável. Se a variável receber o valor “HIGH” isso significa que o solo estará seco, o *led* vermelho é ligado e o *led* verde se apaga, caso contrário, o solo estará úmido e o *led* vermelho se apaga e o verde é ligado.

Quando o sistema entrar no modo seco, na transição que é definida pela comparação, é dado o tempo de 5 segundos para evitar que entre no modo de irrigação quando o solo ainda estiver na transição de solo úmido para seco. Passado os 5 segundos, se o solo continuar em estado seco, o *led* vermelho se apaga e o *led* amarelo é aceso, onde o programa repete até que o solo fique úmido. Enquanto o estado do solo estiver seco, o programa aciona a porta 12, onde está conectado o relé, que por sua vez aciona a válvula solenoide, que funciona por 0,5 (meio) segundo e desliga. Isso dá um pulso na válvula que faz com que a água passe para o sistema aguardando mais 10 segundos e depois avalia novamente. O *led* amarelo se apaga e o programa entra no *loop* novamente.

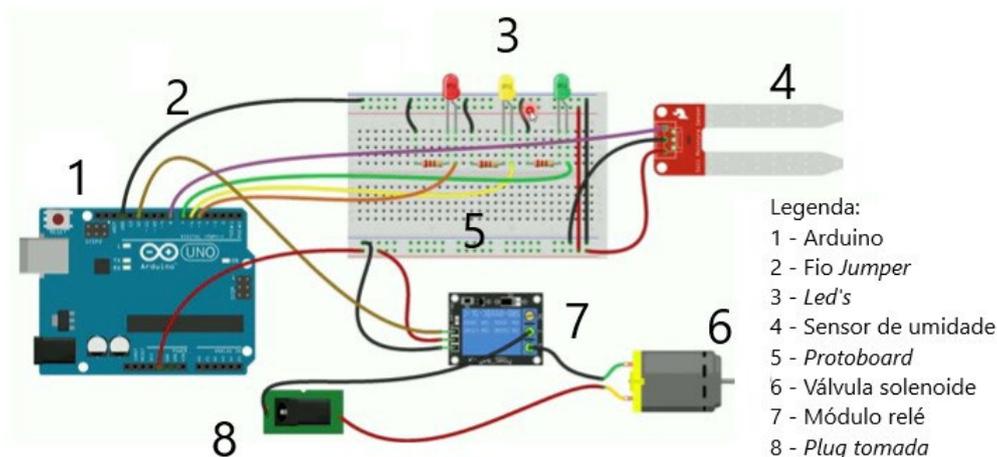
Através do código desenvolvido o Arduino faz a leitura do sensor de umidade processa as informações para acender as luzes de *led*. A cor dos *led's* indica o grau de umidade, verde para umidade adequada, amarelo para acionar a válvula solenoide e vermelho para “solo seco” (significando que o solo precisa ser irrigado).

Assim que o *led* acender a cor vermelha ele é posteriormente apagado e o *led* amarelo é aceso mandando um sinal para um módulo relé. Este, por sua vez, aciona a válvula solenoide

ligada a ele, inicialmente em estado fechado, a válvula recebe o sinal e abre de maneira que possibilite a passagem de água pela encanação irrigando o plantio, a irrigação é pausada assim que o solo alcança a umidade necessária e a luz de *led* verde acende.

O processo se repete sempre que necessário, com isso, a proposta é evitar o desperdício de água e uma irrigação sem necessidade de supervisão.

**Figura 2:** Protótipo do sistema.



Fonte: Autoria própria (2019).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A tabela a seguir mostra o teor de umidade medido a cada três horas, a fim de determinar o valor da umidade a partir da capacidade de campo que é a ideal para a irrigação.

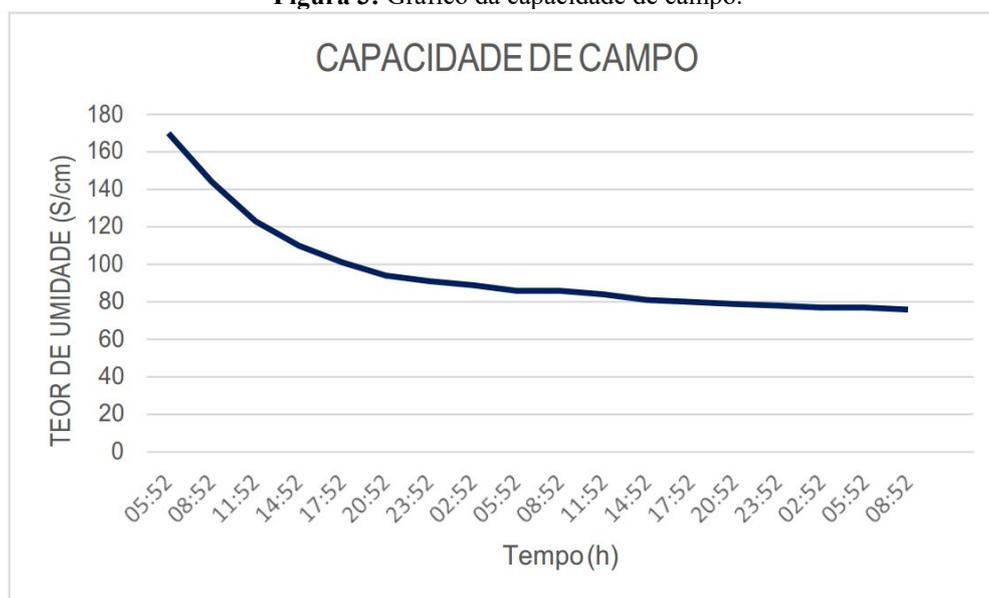
**Tabela 1:** Capacidade de Campo.

Tempo (h)	Teor de umidade (S/cm)
05:52	170
08:52	144
11:52	123
14:52	110
17:52	101
20:52	94
23:52	91
02:52	89
05:52	86
08:52	86
11:52	84
14:52	81
17:52	80
20:52	79
23:52	78
02:52	77
05:52	77
08:52	76

Fonte: Autoria própria (2019).

O gráfico abaixo apresenta a curva gerada através dos valores medidos pelo sistema usando o sensor de umidade.

**Figura 3:** Gráfico da capacidade de campo.



**Fonte:** Autoria própria (2019).

Após todos os procedimentos efetuados, dados recolhidos e analisados notou-se que, a capacidade de campo para o solo é de 76 S/cm. Para efetuar o cálculo de umidade ideal para ligar o segundo sistema é necessário determinar o ponto de murchamento.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O primeiro sistema que é analógico e determina a umidade ideal para o solo, tem uma aplicação bastante eficiente e importante, que é identificar o momento em que uma plantação deve ser irrigada para que o segundo sistema seja ativado e assim efetivada a irrigação do plantio. Obtendo assim redução do desperdício de água, qualidade da plantação e principalmente economia.

Foi possível observar a exatidão do sensor e a capacidade de processamento do Arduino, ficando explícita a facilidade de implantação do sistema para irrigação, com apenas um conhecimento básico de microcontroladores, programação e eletrônica.

A administração pública brasileira tem se modificado no decorrer dos anos devido às novas funções dos administradores, necessitando profissionais cada vez mais capacitados para aprimorar a qualidade na execução de suas ações.

Com isso, é essencial ressaltar que a implementação de um sistema automatizado, é capaz de conter o desperdício de água na irrigação, de energia, produção e principalmente

otimizar o tempo nas atividades em que o agricultor familiar executa na sua plantação, por exemplo, as inúmeras vezes em que é necessário averiguar quando a plantação deve ser irrigada, ou quanto de água deve ser aplicado.

Além de ser um mecanismo que aprimora em tempo e custo o trabalho do produtor rural, abre amplas opções de comercializar seus produtos nos municípios regularmente e assim obtendo um ciclo econômico.

Espera-se que com o circuito desenvolvido no trabalho em questão, o sistema se torne mais eficiente e acessível a todos, podendo assim tornar um projeto totalmente viável.

## REFERÊNCIAS

ARDUINO. **Recursos da plataforma Arduino**. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/>> Acessado em: Mai. 2019.

BERNARDO, S.; SOARES, A.; MANTOVANI, E. **Manual de irrigação**. 8.ed. Viçosa: Editora UFV, 2006.

COELHO, S. L. **Desenvolvimento de um tensiômetro eletrônico para o monitoramento do potencial da água no solo**. 213 páginas. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2008.

CORREIA, G. R.; OLIVEIRA ROCHA, H. R. de; RISSINO, S. das. D. Automação de sistema de irrigação com monitoramento via aplicativo web. **REVISTA ENGENHARIA NA AGRICULTURA-REVENG**, v. 24, n. 4, p. 314-325, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/reveng/article/view/609>. Acessado em: Out. 2019.

GUIMARÃES, V. G. **Automação e monitoramento remoto de sistemas de irrigação visando agricultura familiar**. 2017. Disponível em: [https://bdm.unb.br/bitstream/10483/15621/1/2011\\_ViniciusGalvaoGuimaraes\\_tcc.pdf](https://bdm.unb.br/bitstream/10483/15621/1/2011_ViniciusGalvaoGuimaraes_tcc.pdf), Acessado em: Out. 2019.

IDOETA, P.A. **A agricultura é vilã ou vítima na crise hídrica?** BBC, 2015. Disponível em: <[https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2015/03/150302\\_agua\\_agricultura\\_pai](https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2015/03/150302_agua_agricultura_pai)>. Acessado em: Jul. 2019.

MANTOVANI, E.C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2009. 355p.

MICROBERTS, M. **Arduino básico**. 1 ed. São Paulo: Novatec, 2011.

MEIRELLES, H. L. **Direito Administrativo Brasileiro**. 19 ed. atual. São Paulo: Malheiros Editores, 1994.

PMID. **Plano Mineiro de Irrigação e Drenagem**. Governo de Minas Gerais — governador Hélio Garcia. Jan. 1986.

POVO, Gazeta. Vida e Cidadania. **Quase metade da água utilizada na agricultura é desperdiçada.** 2019. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/quasemetade-da-agua-usada-na-agricultura-e-desperdicada8cloqojzd90xgtv7tdik6pn2>>. Acessado em: Jun. 2019.

PRONI. **Programa Nacional de Irrigação.** Governo José Sarney, 1986.

RÁDIO TEÓFILO OTONI. **Seca provoca situação de emergência em Teófilo Otoni e outros 150 municípios de MG.** Disponível em: <<http://www.radioteofilotoni.com.br/noticia/seca-provoca-situacao-de-emergencia-em-teofilo-otoni-e-outros-150-municipios-de-mg-6664>>. Acessado em: Jun. 2019.

RODRIGUES, L.; SARTORI, E.; GOUVEIA, B. **Introdução ao Arduino.** Mato Grosso do Sul: Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2012. 25 p.

UNESCO. **Programa de Avaliação Mundial da Água das Nações Unidas.** Colombella, Perugia, Itália. 2015.