

# SISTEMA AUTOMATIZADO E CONTROLE INTELIGENTE NA CULTURA DE TOMATES APLICADO NA CIDADE DE BARRO-CE

*AUTOMATED SYSTEM AND INTELLIGENT CONTROL IN THE CULTURE OF TOMATOES APPLIED IN THE CITY OF BARRO-CE*

Clóvis Dos Santos Araújo <sup>1</sup>  
Maria Valdelânia Rodrigues Dantas <sup>2</sup>  
Alessa Milyane Rolim De Araújo <sup>3</sup>  
Ana Letícia Tavares Araújo Batista <sup>3</sup>  
João Pedro Felipe De Oliveira <sup>3</sup>  
José Alcides De Oliveira Neto <sup>3</sup>

## RESUMO:

A cultura do tomate apresenta grande valor comercial e é uma das hortaliças mais consumidas no Brasil. Também é uma das mais cultivadas, podendo, assim, atender à demanda em épocas não favoráveis à sua produção. Dado a elevada exigência hídrica do tomateiro, este trabalho teve como objetivo desenvolver um sistema de irrigação automatizado utilizando-se de um sistema micro controlado, a custos acessíveis aplicados na Cidade de Barro-CE. Nessa perspectiva, evita-se os gastos excessivos de água, luz, reduz custos com mão de obra, aumenta-se a produtividade dos tomates, controla a temperatura ambiente e a quantidade de água a ser irrigada, é medido o PH do solo e usa-se a Internet das Coisas (IoT) para envio das informações de controle coletados no campo de plantio em tempo real. A proposta central do trabalho é que o agricultor possa, independentemente de uma variedade de equipamentos comerciais e testes disponíveis, encontrar uma solução simples e eficaz para o controle ambiental em qualquer cultivo de tomates.

**Palavras-chave:** Automação. Irrigação. Arduino. Sensores.

## ABSTRACT:

*The tomato crop has great commercial value and is one of the most consumed vegetables in Brazil. It is also one of the most cultivated, thus being able to meet the demand in times that are not favorable for its production. Given the high water requirement of tomato plants, this work aimed to develop an automated irrigation system using a micro controlled system, at affordable costs, applied in the City of Barro-CE. Avoiding excessive spending on water, electricity, reducing labor costs, increasing productivity, controlling room temperature, measuring soil PH, controlling the amount of water to be irrigated and using the Internet of Things (IoT) for sending the control information collected in the planting field in real time. The central proposal of the work is that the farmer can, independently of a variety of commercial equipment and tests available, find a simple and effective solution for environmental control in any tomato crop. The work is in the development stage, but expects greater tomato productivity, with an increase in yield, a decrease in water consumption and better fruit quality.*

**Keywords:** Automation. Irrigation. Arduino. Sensors.

1. Especialização em Docência para a Educação Profissional e Tecnológica pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES). Professor/coordenador do curso de Informática e Desenvolvimento de Sistemas na EEEP Professor José Osmar Plácido da Silva.  
2. Mestrado Profissional em Letras (UFCG). Professora de Língua Portuguesa e Redação na EEEP Professor José Osmar Plácido da Silva.  
3. Estudante do 2º ano de Informática da EEEP Professor José Osmar Plácido da Silva.

## 1. INTRODUÇÃO

A cultura do tomate apresenta grande valor comercial e é uma das hortaliças mais consumidas no Brasil. Também é uma das mais cultivadas, podendo, assim, atender à demanda em épocas não favoráveis à sua produção. Em 2022, segundo o IBGE, a estimativa da produção brasileira de tomates foi de 3,5 milhões de toneladas, indicando um declínio de 1,9% em relação a fevereiro. A área plantada apresentou redução de 1,3% e o rendimento médio, declínio de 0,7%. É uma cultura exigente em tratamentos culturais, dentre os quais a irrigação exerce forte influência na produção e qualidade dos frutos, uma vez que é considerada sensível ao déficit hídrico [Santana *et al.*, 2010].

O tomateiro é muito sensível ao clima e seus frutos não permitem armazenamento prolongado, sendo sua oferta ajustada à demanda, já que é um produto basicamente destinado ao consumo interno. Dessa forma, qualquer problema climático nas zonas produtoras desencadeia grandes variações nos preços de comercialização. Contudo, o aumento do preço do produto estimula novos plantios e, conseqüentemente, o aumento da produção regulariza o mercado, fazendo os preços voltarem aos patamares anteriores.

Ademais, com as mudanças e instabilidades climáticas que vêm se observando com o passar dos anos, crescem também com elas a necessidade de aplicação de tecnologia na produção de alimentos. De acordo com Filho (2017), atualmente há muitos modelos de controladores voltados para produção agrícola, porém, são sistemas fechados e pontuais para cada tipo de agricultura. No geral, são equipamentos de alto custo e que não estão acessíveis ao pequeno e médio agricultor.

Diante dessas problemáticas, observou-se a necessidade de desenvolver um sistema automatizado para controle ambiental e acompanhamento em tempo real do que está acontecendo na plantação do cultivo do tomate. Para tanto, o objetivo do projeto se consolidou ao desenvolver um sistema de irrigação automatizado utilizando-se de um sistema microcontrolado, a custos acessíveis aplicados na Cidade de Barro-CE. Além disso, construiu-se uma central de automação de baixo custo para automatizar sistemas de irrigação, utilizando micro controlador Arduino, como também, elaborou-se um Software baseado em linguagem C para utilização do controle do Arduino; e um sistema de comunicação usando a Internet das Coisas (IoT) para envio das informações de controle coletados no campo de plantio em tempo real.

Por conseguinte, é possível a redução do consumo de água para Irrigação, comparando com sistema não automatizado; redução de custos com mão de obra e energia elétrica, comparado com sistema de manejo tradicional; controle da quantidade de água a ser irrigada na plantação de tomates em tempo programado conforme especificações estabelecidas ao plantio; produção de frutos de melhor qualidade com a automatização, pois o excesso ou escassez de água causa danos à plantação.

Dessa forma, o projeto pode ser classificado como de alta complexidade, uma vez que engloba conhecimentos na área de agronomia, mecânica, informática, eletrônica, física e química. Por isso, contou com a parceria de outros profissionais e também foi direcionado para o aprimoramento das atividades agrícolas, integrando um sistema de controle dinâmico e de automação à produção de tomates e ou para as principais culturas ambientadas em cultivo na região do Cariri (Ceará) ou do Brasil. Destarte, com possibilidade de ajuste de programação e escolha da tecnologia usada de acordo com as necessidades do produtor e cultura vegetal, em cada fase de seu desenvolvimento, considerando características de amplitude térmica, pH do solo, controle de vazão e de umidade.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A tecnologia cada vez mais evoluiu nos últimos anos, tornando a vida das pessoas mais simples e prática, de forma geral. Para os agricultores de tomate, ela vai possibilitar maior praticidade para realizar algumas ações e controle da plantação. No caso da automação de irrigação, a tecnologia envolvida traz uma gama de possibilidades práticas e resultados satisfatórios no cultivo do tomate, diminuindo os gastos com água, luz, mão de obra, como também, aumentando a produtividade e qualidade dos frutos

Nessa perspectiva, “[...] a agricultura brasileira é reconhecida como altamente competitiva e geradora de empregos, de riqueza, de alimentos, de fibras e de bioenergia para o Brasil e para outros países.” (EMBRAPA, 2020, p.7). Assim, tal prática exige inovações tecnológicas diariamente. Nesse sentido, os pequenos produtores vêm buscando aprimorar sua produção para que possam garantir uma produção de alimentos com qualidade e quantidade para suprir a demanda da população, já que boa parte dos alimentos é oriunda de pequenos agricultores.

Vale ressaltar que “[...] dentre as atividades exercidas pelo agricultor familiar, muitas não utilizam insumos mecânicos (sistemas e/ou máquinas) automatizados no processo de irrigação, decidem manejar o cultivo por meio da mão de obra humana [...]” (CUNHA; ROCHA, 2015, p. 65).

Considerando as dificuldades enfrentadas pelos trabalhadores rurais com o manejo da terra e o uso da água apenas no momento certo e na quantidade necessária para a cultura, neste trabalho, será abordado o cultivo de tomates com foco nos agricultores da cidade de Barro – CE, com a implantação de um sistema automatizado de irrigação.

Atualmente, a produção de tomates teve um declínio devido as condições climáticas e a grande complexidade da cultura em se adaptar as condições do ambiente. Com isso, surge a necessidade de desenvolver novas tecnologias de produção para atender a demanda cada vez mais exigente do mercado brasileiro.

Nesse ínterim, “[...] a utilização de um sistema de irrigação automatizado reduz não só falhas humanas, como também, o consumo de insumos e o custo de produção” (BARBOSA, 2013, p. 14). Por sua vez, é importante destacar que os recursos hídricos estão cada dia mais escassos no planeta Terra, fato este ocasionado principalmente pela redução de chuvas e pelas altas temperaturas. De encontro a isso, “[...] a irrigação é uma técnica milenar com o objetivo de fornecer a quantidade de água necessária, na hora certa que a planta necessita.” (IRRIGAÇÃO, 2022).

De acordo com Reis (2015, p. 34),

Sistemas de irrigação vem sendo implantada com maior intensidade nos últimos anos, principalmente em função do surgimento de técnicas apropriadas que vem acompanhando a modernização crescente da agricultura e abertura do mercado brasileiro às importações, principalmente com relação à irrigação localizada.

Existem muitos métodos de irrigação, isto é, técnicas usadas para que a água chegue até as plantas. Os métodos podem ser classificados como superfície, aspersão e localizada, e dentro de cada um deles existem dois ou mais sistemas de irrigação que podem ser selecionados. Para isso, é de extrema importância verificar o tipo de topografia, solo, cultura, clima que predomina a disponibilidade de água, os custos, entre outros. (CUNHA; ROCHA, 2015).

Para escolher o melhor método de irrigação, é necessário avaliar qual se adapta melhor em cada situação, pois existem vantagens e desvantagens no emprego de cada um deles. Desse modo, os sistemas mais

apropriados para as hortaliças é o sistema de irrigação por aspersão e o sistema de irrigação localizado (microaspersão ou gotejamento).

No projeto, o método escolhido foi o sistema de irrigação localizado (Gotejamento), pois, “[...] são métodos de irrigação que conduzem a água da fonte até a área a ser irrigada por meio de tubulação, fazendo a aplicação da água junto às raízes das plantas através de emissores (gotejadores ou microaspersores).” (LUCIETTI, 2014, p.51).

As vantagens de utilizar este tipo de sistema são a economia da água, o baixo consumo de energia e o controle da água que é aplicada, sendo de forma lenta e uniforme. Podem ser utilizados em diferentes tipos de solos e permite a automação total da irrigação. Portanto, é o método de irrigação mais utilizado, visto a escassez de água em várias regiões do Brasil.

Dentre as tecnologias disponíveis que podem ser utilizadas para automatização do plantio de tomates, foi selecionado para este estudo o Arduino, um dispositivo de plataforma embarcada. Segundo informações do site, (ARDUINO) o Arduino é definido como uma plataforma eletrônica de código aberto baseada em hardware e software fáceis de usar. Ademais, destina-se a qualquer pessoa que faça projetos interativos. Com este dispositivo, é possível desenvolver equipamentos eletrônicos de baixo custo capazes de realizar as mesmas funções que equipamentos de alta tecnologia.

De acordo com Junior (2018, p.8),

Com entradas de tipo digital e analógicas, pode-se inserir um conjunto de instruções no microcontrolador integrado a ele para que as execute. Inicialmente desenvolvida para estudantes sem formação em eletrônica e programação, o Arduino acabou se tornando uma comunidade mais ampla e se adaptou às novas necessidades e desafios, apresentando diferentes placas para as mais variadas aplicações como IoT, wearable, impressão 3D e ambientes embarcados (Arduino.cc).

Tanto o hardware quanto o software arduino são de fonte aberta, ou seja, todo seu código e componentes necessários são disponibilizados pela equipe do arduino, podendo ser utilizado por qualquer pessoa e com qualquer propósito. Por esses motivos, a equipe optou pela escolha da tecnologia Arduino.

### 3. IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO

Trata-se de um projeto para desenvolver um sistema de irrigação automatizado por gotejamento, detectando a umidade e temperatura presentes no solo que são fatores importantes para o desenvolvimento deste trabalho. Dessa forma, a metodologia para desenvolvimento do trabalho proposto é dividida nas seguintes etapas:

- Etapa 1: Foi realizada uma extensa pesquisa bibliográfica sobre os sensores de umidade e temperatura, linguagem de programação C, conhecimentos sobre o cultivo de tomate e microcontrolador Arduino.
- Etapa 2: Foram realizadas pesquisas exploratórias de cunho qualitativo, na qual os instrumentos de coletas de dados foram entrevistas semiestruturadas aplicadas a profissionais da agropecuária e agricultores de tomates da cidade de Barro-CE, para identificar os desafios impostos a cultura de tomates, verificando as condições ambientais e tecnológicas.
- Etapa 3: Com a parceria do curso técnico de Agropecuária da EEEP Professor José Osmar Plácido da Silva, foi realizada preparação do solo, correção de pH do solo e plantio das mudas de tomates.

**Figura 1** – Entrevista de campo com agricultores locais e plantação das mudas de tomate.



Fonte: Produção dos autores do projeto.

- Etapa 4: Iniciou a construção do sistema de automação da irrigação que foi constituído de uma placa Arduino Mega R3 e uma placa Arduino uno em conjunto com os seguintes módulos: Módulo Relé, 1 Canal 5V, *display* de cristal líquido (LCD 16x2) que posteriormente será trocado por um 20x4, possibilitando uma maior visibilidade dos dados e módulo *WiFi* ESP8266 para oferecer uma forma fácil e barata de comunicação com seu projeto Arduino.
- Etapa 5: Foi utilizado uma válvula solenóide para água 127V (1/2 x 1/2) VA, sensor de fluxo de água para fazer o cálculo da quantidade de água que passa durante o período de irrigação e três sensores de umidade do solo. A central de automação possui sensor de umidade e temperatura do ar (DHT11), a fim de monitorar as condições climáticas do plantio no ambiente da plantação durante o período experimental.

A placa Arduino utilizada, Mega R3 e Uno, projetada com um microcontrolador ATmega2560, possui uma interface de barramento serial USB e tensão de funcionamento de 5V (podendo ser alimentado tanto pelo conector USB tipo A, quanto por uma fonte externa de 7 à 12V), possui pinos de entradas e saídas digitais, dos quais podem ser utilizados como saídas PWM e entradas analógicas.

O programa para a central de automação foi desenvolvido com a utilização do software Arduino IDE [versão 2.0.1], de código aberto e enviado diretamente para a placa por meio de um cabo USB.

Os sensores de umidade do solo serão instalados diretamente no campo de plantio dos tomates, utilizando uma pequena área do plantio para amostragem.

Figura 2 – Prototipação do sensor de temperatura.



Fonte: Produção dos autores do projeto.

As leituras dos sensores serão realizadas automaticamente, assim que o sensor de umidade detectar que o solo está seco mandará as informações para a controladora Arduino e de lá enviará os comandos para a solenoide, ativando e permitindo a passagem de água, quando o solo estiver úmido acontecerá o mesmo processo, mas o comando enviado pelo Arduino é para bloquear a passagem de água. Para o acionamento da válvula solenoide, utilizou-se um módulo Relé com um canal.

O sensor de fluxo de água foi conectado na válvula solenóide, possibilitando, dessa maneira, a leitura de dados mais detalhada, tornando possível medir o gasto total de água.

As informações dos sensores de umidade do solo, sensor de fluxo de água e temperatura serão exibidas no *display* LCD por meio de um menu. Esses dados foram analisados em um estudo do comportamento do sistema.

O Módulo ESP8266 é um dispositivo IoT (Internet das Coisas) que consiste de um microprocessador ARM de 32 bits com suporte embutido à rede *WiFi* e memória *flash* integrada. Essa arquitetura permite que ele possa ser programado de forma independente, sem a necessidade de outras placas microcontroladoras como o Arduino. Dessa forma, oferecerá uma forma fácil e barata de comunicação para o monitoramento e acompanhamento do plantio de tomates, utilizando a internet das coisas (IoT) o produtor vai poder acompanhar o sistema em tempo real direto da internet usando computador ou celular.

## 4. RESULTADOS

Foram desenvolvidos protótipos, testes e validações pelos agricultores, profissionais da agropecuária e equipe do projeto e outros populares, demonstrando maior controle na agricultura de tomates.

O pré-teste foi realizado na cidade de Barro-CE, teve participação de agricultores de tomates, profissionais da agropecuária, equipe do projeto e outros populares. A maioria destas pessoas não conheciam na prática um sistema de automação inteligente para o controle de água, ph do solo, temperatura ambiente e uso de internet das coisas, para envio das informações de controle coletadas no campo de plantio em tempo real. Após apresentação da proposta do trabalho, os populares realizaram o pré-teste com os protótipos.

Testaram-se todos os sensores utilizados, *display* LCD por meio de um menu e válvula solenoide com o objetivo de avaliar se os mesmos apresentam resultados satisfatórios e se a comunicação está sendo feita de forma eficaz e sem falhas.

Esses testes têm o objetivo de avaliar todo o desempenho do projeto e analisar se tudo que foi proposto está sendo atendido.

O primeiro protótipo testado foi o sensor de umidade de solo. O objetivo deste sensor é identificar se existe ou não umidade no solo, para isso foi utilizada calibração analógica e digital. No modo digital, utilizou uma chave para calibrar o potenciômetro e fazer a identificação do nível de umidade – ele vai passar de ligado para desligado.

O restante dos ajustes foi feito na programação e utilizou um serial *println* para verificar qual o valor da leitura que está sendo lido no sensor de umidade do solo. Nesse sensor de Arduino, a leitura vai de 0 a 1023, esse valor representará o que se está querendo medir no mundo físico, independente do sensor que se está usando. Neste projeto, a referência foram os valores maiores que 700, sem umidade e, abaixo disso, com umidade.

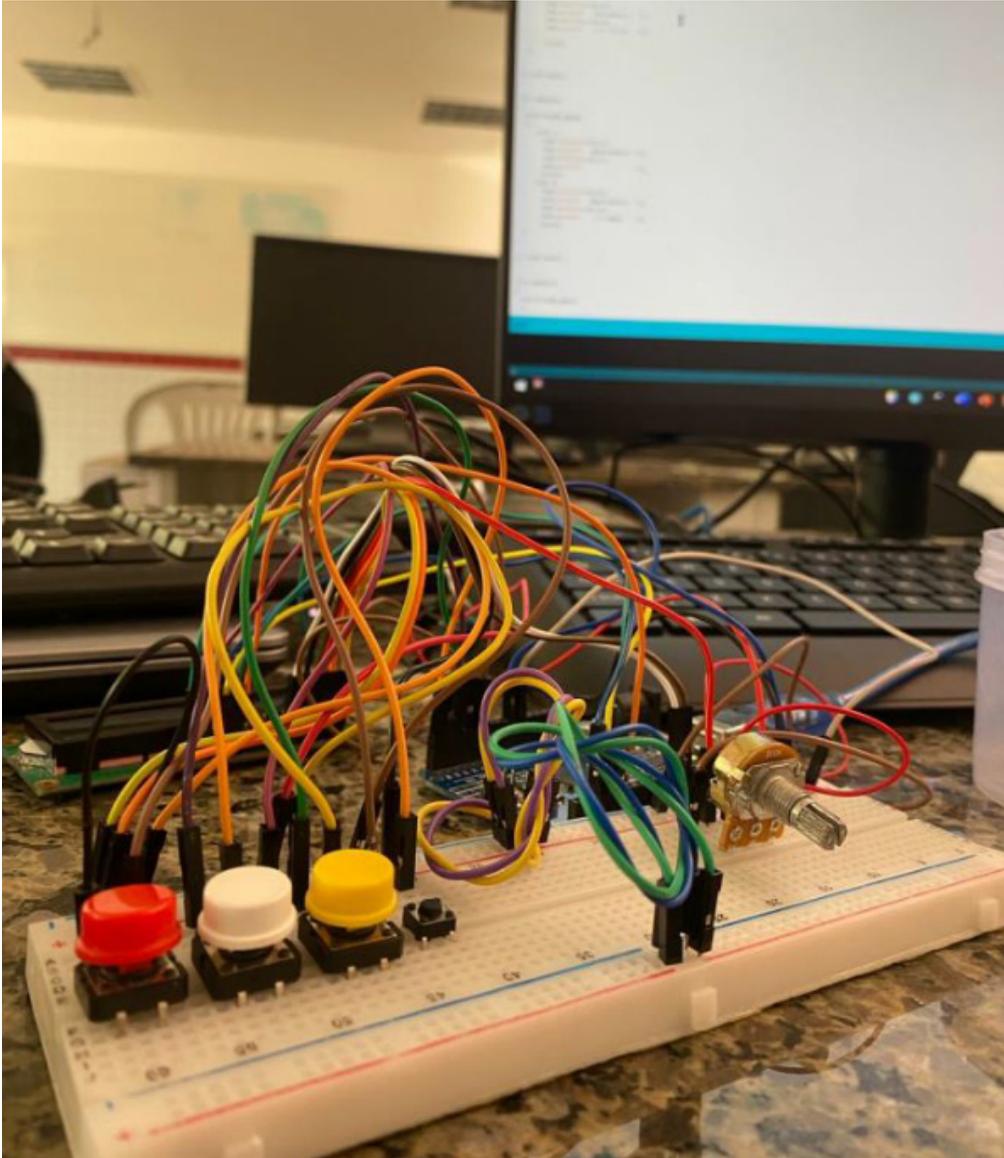
Com esse teste, é identificada a variação da umidade presente no solo quando está seco e quando está úmido.

Assim que o sensor de umidade detectava que o solo estava seco mandava as informações para o Arduino e de lá mandava os comandos para o solenóide, ativando e permitindo a passagem de água. Já quando o solo estava úmido acontecia o mesmo processo, mas o comando enviado pelo Arduino era para bloquear a passagem de água.

Nos testes, o sensor de umidade de solo apresentou rápida resposta às situações, atendendo as necessidades do projeto. Quando o solo está seco a saída do sensor fica em estado alto, e quando úmido em estado baixo.

O teste do sensor de fluxo de água foi conectado na saída válvula solenóide possibilitando, dessa forma, a leitura de dados mais detalhada e tornando possível medir o gasto total de água, além de fazer comparações com contas de água anteriores.

**Figura 3** – Prototipação do sistema de automação e teste de usabilidade com o sensor de vazão.



Fonte: Produção dos autores do projeto.

O sensor de fluxo de água mostrou-se eficiente atendendo os pré-requisitos do projeto. Conseguiu-se medir com exatidão a quantidade de água que passava para a irrigação.

O próximo sensor testado foi o sensor de temperatura DHT11. Este sensor se comunica com o Arduino através do sinal digital. Possui um tempo de resposta mais lento que outros sensores, o seu tempo de atualização é de 5 segundos, para o projeto esse atraso é desprezível. Para a realização do teste, foi utilizado o laboratório de informática com ar-condicionado próximo ao sensor, e um ambiente sem a presença do ar-condicionado, todos eles simulando a variação da temperatura da plantação.

Depois dos testes dos sensores, foram testados o sistema por completo, o funcionamento da válvula solenóide e o *display* LCD por meio de um menu. Essas informações dos sensores de umidade do solo e temperatura foram exibidas. Esses dados foram analisados para um estudo do comportamento do sistema.

**Figura 4** – Testes de usabilidade e aceitação com a equipe do projeto.

Fonte: Produção dos autores do projeto.

Houve adesão de 100% dos envolvidos no projeto. Durante os testes não houve nenhuma dificuldade no uso das ferramentas e testes na realização de tarefas por parte dos participantes no projeto.

No fim dos pré-testes, ficou evidente que todos os agricultores e envolvidos que utilizaram as novas tecnologias perceberam maior eficiência e independência na execução e controle das atividades diárias no plantio de tomate.

Portanto, com a utilização de protótipo de baixo custo pelos agricultores, espera-se uma diminuição nos gastos excessivos de água, luz, redução de custos com mão de obra, aumento da produtividade, produzir frutos de melhor qualidade e um melhor controle do plantio em tempo real utilizando da Internet das Coisas (IoT).

## 5. CONCLUSÕES

Com base nos objetivos traçados, ferramentas e materiais disponíveis e testes realizados, o projeto se mostrou eficiente e capaz de monitorar e acionar o sistema de irrigação, mantendo a umidade do solo dentro dos padrões pré estabelecidos, verificando a temperatura ambiente, calculando a quantidade de água usada e fazendo o acompanhamento em tempo real com uma comunicação entre pessoas e processos do campo de plantio de tomates. O sistema é expansível, ou seja, existe a possibilidade de se adicionar mais sensores e mais bombas para aumentar sua capacidade de irrigação.

Apesar do foco deste trabalho ter sido o plantio de tomates, as possibilidades de aplicação deste tipo de sistema não se limitam a esta cultura.

Para o desenvolvimento do projeto, dificuldades foram encontradas. Porém foram superados com muitas pesquisas em livros, na internet, videoaulas, contato com o público-alvo (agricultores) e a prática, que proporcionou novas descobertas e conhecimentos sobre o assunto para os pesquisadores.

Além do vasto conhecimento científico adquirido, acredita-se que as habilidades interpessoais também foram desenvolvidas; a citar: comunicação com a equipe, saber lidar com outros tipos de ideias e, em hipótese de discussão, saber resolver com facilidade.

O projeto desenvolvido atendeu todas as necessidades propostas de criar um sistema de irrigação capaz de ser acionado e/ou desligado de acordo com o cultivo escolhido. Ainda assim, o projeto poderá ser melhorado, a partir das seguintes implementações:

- Utilização de sensores mais eficientes para o envio de informação.
- Aplicação do sistema proposto em grande escala, aumentando assim a quantidade dos sensores utilizados, verificando se o sistema atende todas as necessidades exigidas do cultivo a ser desenvolvido.
- Instalação de câmeras em toda a plantação, possibilitando assim que o agricultor acompanhe seu cultivo e veja o que está sendo feito nele.
- Realizar a irrigação com a reutilização da água da chuva, contribuindo assim com o meio ambiente.

Diante dos objetivos traçados e alcançados, o projeto contribuiu e despertou o interesse em novas áreas, antes não aprofundadas no cotidiano do curso de informática dos alunos pesquisadores, além de proporcionar-lhes uma experiência profissional quando conviveram com profissionais de diversos âmbitos, principalmente nos campos do agronegócio e educação. Ademais, nas partes de planejamento e execução do projeto, praticou-se criatividade, equilíbrio e resolução de problemas necessários no mundo do trabalho.

## REFERÊNCIAS

- ARDUINO. Arduino. [S.l.]. Disponível em: <https://www.arduino.cc>. Acesso em: 06 out. 2022.
- BARBOSA, W. B., 2013. **Sistema de irrigação automatizado utilizando plataforma arduino**. FEMA-Fundação Educacional do Município de Assis. Disponível em: <https://cepein.femanet.com.br/Bdigital/arqTccs/1011330043.pdf>. Acesso em: 19 out. 2022.
- CUNHA, K. C. B. da; ROCHA, R. V. Automação no processo de irrigação na agricultura familiar com plataforma Arduino. RECoDAF – **Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, Tupã, v. 1, n. 2, p. 62-74, 2015.
- EMBRAPA. **VII Plano Diretor da Embrapa: 2020–2030**. Brasília, DF. 2020. 31 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/217274/1/VII-PDE-2020.pdf>. Acesso em: 20 out. 2022.
- FILHO, Aldir Marques Carpes. **Sistema de automação e controle inteligente para cultivo protegido: tecnologia acessível ao pequeno produtor**. Dissertação [Programa de Mecatrônica] – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.
- GONTIJO, G. M. *et al.* **Uso Conservativo da Água na Agricultura Irrigada**. Brasília: MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/EMATER-DF, 2019. Disponível em: <https://www.arduino.cc>. Acesso em: 06 out. 2022.
- IRRIGAÇÃO. Emater-RS. 2009. Disponível em: <https://www.emater.tche.br/site/area-tecnica/apoio-a-gestao-e-producao/irrigacao>. Acesso em: 10 out. 2022.
- JUNIOR, J. P. A. G. **Pomodoro: Sistema de Monitoramento e Controle de Umidade do Solo para o Cultivo de Tomate em Estufa**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/bitstream/>. Acesso em: 15 nov. 2022.
- LIMA, J.; FERREIRA, R. S. A.; CHRISTOFIDIS, D. **O uso da irrigação no Brasil**. O estado das águas no Brasil. Agência Nacional de Energia Elétrica., 1999.
- LUCIETTI, Donato. Irrigação das hortaliças. 2014. Disponível em: <http://cultivehortaorganica.blogspot.com/2014/01/irrigacao-das-hortalicas.html>. Acesso em 10 out. 2022.
- REIS, Jéssica Sarto dos. **Sistema de controle aplicado à automação de irrigação agrícola**. Trabalho de Conclusão de Curso [Tecnólogo em Automação Industrial] – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Cornélio Procópio, 2015.
- SANTANA, M. J.; VIEIRA, T. A.; BARRETO, A. C.; CRUZ, O. C. Resposta do tomateiro irrigado a níveis de reposição de água no solo. **Irriga**, v.15, n.4, p.443-454, 2010.
- TESTEZLAF, R. **Irrigação: métodos, sistemas e aplicações**. Faculdade de Engenharia Agrícola Unicamp – FEAGRI, 2011.