

## CUSTO DE PRODUÇÃO DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO INTELIGENTE COM ARDUINO

### COST OF PRODUCING A SMART IRRIGATION SYSTEM WITH ARDUINO

Julio Ferreira Falcão<sup>1</sup>  
Breno Matias de Souza<sup>2</sup>  
Devani Bezerra de Amorim Filho<sup>3</sup>  
João Eliton Oliveira Vieira<sup>4</sup>  
Rogevan de Souza Lima<sup>5</sup>

**RESUMO:** A introdução de tecnologia nos processos produtivos do setor agrícola é uma realidade vivenciada em todas as regiões do Brasil. Essa tecnologia vem auxiliando no desenvolvimento do setor rural, desonerando o custo de produção e reduzindo o tempo de execução de determinadas atividades dentro dos sistemas produtivos. Este projeto teve como objetivo a produção de um sistema de irrigação automatizada com Arduino, desenvolvida em observância com as particularidades climáticas do município de Lábrea, Amazonas, avaliando os custos de produção e tornando viável economicamente a implementação para os agricultores. Na construção do projeto para automatizar o processo de irrigação utilizou-se de sensores de umidade do solo, uma placa Arduino, uma placa protoboard, uma válvula solenoide, um módulo relé, cabos de conexão e de alimentação. Foi realizada a montagem dos sensores na placa protoboard e realizada a programação do Arduino com ajustes no código para a leitura precisa dos sensores e controle da válvula solenoide conforme a umidade do solo. O custo total de produção foi de R\$265,08 reais, todos os componentes foram adquiridos através de empresas sediadas em Manaus, Amazonas. Para a irrigação automática foram estabelecido o nível de umidade presente no solo para o acionamento e desligamento da válvula solenoide, respectivamente mínimo de 40% e o nível máximo de 100%. Os preços dos componentes utilizados no sistema foram 45% mais altos quando comparados aos preços dos produtos disponíveis nos sites online. O projeto demonstrou a viabilidade econômica para uso em pequenas hortas, oferecendo uma solução promissora, reduzindo custos e minimizando o impacto ambiental.

2579

**Palavras-Chave:** Tecnologia. Irrigação Automatizada. Viabilidade Econômica.

<sup>1</sup>Mestre em Ciências florestais e Ambientais. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campus Lábrea.

<sup>2</sup>Técnico de Nível Médio em Informática na Forma integrada. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campus Lábrea.

<sup>3</sup>Técnico de Nível Médio em Informática na Forma integrada. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campus Lábrea.

<sup>4</sup>Técnico de Nível Médio em Informática na Forma integrada. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campus Lábrea.

<sup>5</sup>Técnico de Nível Médio em Informática na Forma integrada. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campus Lábrea.

**ABSTRACT:** The introduction of technology into production processes in the agricultural sector is a reality experienced in all regions of Brazil. This technology has been helping to develop the rural sector, relieving production costs and reducing the execution time of certain activities within production systems. This project aimed to produce an automated automation system with Arduino, developed in observation of the climatic particularities of the municipality of Lábrea, Amazonas, evaluating production costs and making implementation economically viable for farmers. In the construction of the project to automate the safety process used are soil moisture sensors, an Arduino board, a breadboard, a solenoid valve, a relay module, connection and power cables. The sensors were assembled on the breadboard and the Arduino was programmed with adjustments to the code for accurate reading of the sensors and control of the solenoid valve according to soil humidity. The total production cost was R\$265,08, all components were purchased through companies based in Manaus, Amazonas. For automatic safety, the level of humidity present in the soil was programmed to activate and deactivate the solenoid valves, respectively a minimum of 40% and a maximum level of 100%. The prices of the components used in the system were 45% higher when compared to the prices of products available on online websites. The project presented economic predictions for use in small gardens, offering a promising solution, reducing costs and minimizing environmental impact.

**Keywords:** Technology. Automated Irrigation. Economic Viability.

## INTRODUÇÃO

A irrigação inteligente é uma técnica que utiliza tecnologias avançadas para otimizar a utilização da água nas plantações, aumentando a eficiência da irrigação e reduzindo os custos de produção. 2580

Uma das tecnologias utilizadas na irrigação inteligente é o Arduino, uma plataforma de desenvolvimento eletrônico que permite a criação de sistemas inteligentes e automatizados (Rodrigues, 2020).

O Arduino é um microcontrolador programável que pode ser utilizado em conjunto com sensores e atuadores para monitorar e controlar diversos aspectos do processo de irrigação, como a umidade do solo, a temperatura e a luminosidade (Junior, 2016)

Com essas informações em mãos, é possível criar um sistema de irrigação inteligente que ajusta automaticamente a quantidade de água fornecida às plantas de acordo com suas necessidades específicas (Barbosa, 2013).

Neste contexto, o uso do Arduino se torna uma alternativa viável e acessível para produtores rurais que desejam melhorar a eficiência da irrigação em suas plantações, ao mesmo tempo em que reduzem o desperdício de água e os custos operacionais. Ao adotar a irrigação inteligente com Arduino, é possível obter melhores resultados na produção agrícola, ao mesmo tempo em que se contribui para a sustentabilidade do planeta (Garibalde, 2021).

Por meio da automação do sistema de irrigação com Arduino busca-se fornecer uma alternativa mais econômica para a irrigação de lavouras, reduzindo o consumo de água, minimizando o desperdício e otimizando a produção agrícola. Tornando mais prático e fácil o uso a difusão dessa tecnologia, permitindo que mesmo os pequenos produtores rurais possam usufruir de seus benefícios bem como maior eficiência e precisão no gerenciamento da irrigação das plantações.

O município de Lábrea, Amazonas, possui particularidades climáticas, possuindo médias de temperaturas nos meses mais quentes, setembro e outubro, acima de 37º C. O uso de irrigação automática é uma alternativa para conseguir realizar a produção de hortaliças folhosas no município, mas ainda não foi difundida para os agricultores.

Para que estes sistemas de irrigação automática por Arduino seja uma opção atraente e acessível para os pequenos agricultores necessita-se a realização testes de uso e análise de custo financeiros de implementação.

Este projeto teve como objetivo a produção de um protótipo controladora de irrigação automatizada com Arduino, desenvolvida em observância com as particularidades climáticas do município de Lábrea, avaliando os custos de produção e tornando viável economicamente implementação para os agricultores.

2581

## METODOLOGIA

O presente projeto foi desenvolvido no Instituto Federal De Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas campus Lábrea, Amazonas. Utilizando a estrutura da sala da Coordenação de Pesquisa e Inovação e Área de Produção Vegetal, onde ocorreu a realização do experimento e teste de viabilidade.

Para que o projeto fosse realizado foi construída uma unidade experimental com um canteiro suspenso e um suporte para armazenamento de água. Figura 1 e figura 2.

Figura 1 - Canteiro suspenso.



Fonte: Autoria própria

Figura 2 - Suporte para armazenamento de água.



Fonte: Autoria própria

A excursão do projeto de irrigação inteligente automatizada com Arduino foi dividida em etapas:

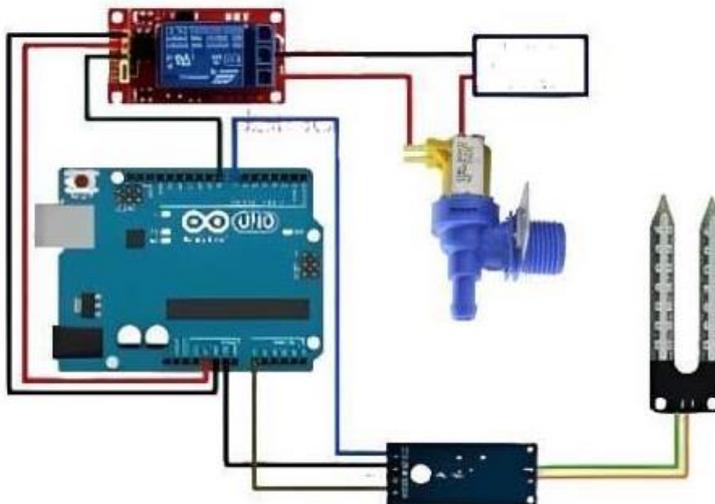
### Levantamento da bibliográfico

A primeira etapa foi realizada o levantamento bibliográfico de projetos de irrigação utilizando Arduino em várias plataformas especializadas com o objetivo verificar o estado da arte da tecnologia a ser aplicada no projeto.

### Levantamento dos componentes e de custos

Nesta etapa foram identificados os itens necessários para realização do projeto, para isto foi realizado a confecção de um croqui do sistema a ser produzido, identificando cada componente do sistema que deveriam ser adquiridos e os circuitos a confeccionados

Figura 3 - Croqui inicial do sistema de irrigação com Arduino.



Fonte: Adaptada de Straub, 2019, por Sousa, 2023.

Para a realização da análise de custo de produção foi utilizada a metodologia de Martins et al. (1996), na qual se reuniu os componentes de custos, agregando-os para ser realizada a análise do custo total.

### **Montagem do sistema**

A montagem do sistema envolveu a conexão dos componentes seguindo o esquema de circuito estabelecido no projeto, seguindo os seguintes passos:

Conexão do Arduino a uma fonte de energia de 12V, garantindo a correta alimentação e aterramento do sistema;

Conexão do positivo e do negativo do Arduino na Protoboard, assegurando a alimentação da Protoboard;

Conexão do Módulo do Sensor de Umidade, envolvendo a conexão do positivo e do negativo na Protoboard, a saída analógica em uma das portas Analógica do Arduino e, por último, as pontas de prova do sensor;

Conexão do Módulo Relé, conectando o positivo e o negativo na protoboard e o pino digital em uma das portas Digitais do Arduino;

Conexão da Válvula Solenoide ao módulo relé seguindo as regras de conexão dos cabos elétricos para que o módulo controle a Válvula corretamente. 2583

### **Programação do dispositivo Arduino**

O desenvolvimento do código para o projeto teve como base os códigos disponibilizados no site [makerhero.com/blog\(2023\)](https://makerhero.com/blog(2023)) e [https://www.usinainfo.com.br/blog\(2019\)](https://www.usinainfo.com.br/blog(2019)), sendo os códigos usados “Controle uma válvula solenoide com o Arduino”, “Programa de monitoração de planta usando Arduino” e “PROJETO ARDUINO DE IRRIGAÇÃO AUTOMÁTICA – SUA PLANTA SEMPRE BEM CUIDADA” respectivamente.

Foi necessário reescrever parte do código para que o Arduino pudesse coletar dados dos sensores, interpretar as leituras e controlar a válvula solenoide com base nas informações de teor de umidade do solo.

### **Coleta de dados, calibração e monitoramento**

Após a programação inicial do Arduino para a leitura dos dados do sensor de umidade do solo, foram realizados testes para definir os níveis mínimo e máximo de umidade para o

acionamento da válvula solenoide, levando em consideração as leituras da umidade no solo, o tempo abertura da válvula solenoide e tempo mínimo de irrigação de todo sistema.

Foram realizados testes para verificar o funcionamento correto do sistema de irrigação e realizado a calibração dos sensores para garantir medições precisas, ajustando o código para melhorar a eficácia da irrigação.

O sistema foi monitorado durante uma semana, sendo feita leituras regularmente dos sensores e verificando o funcionamento da irrigação automatizada. Os dados foram coletados para verificar se o sistema estava operando conforme o esperado.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a produção do projeto de irrigação inteligente automatizada com Arduino todos os componentes foram adquiridos através de empresas sediadas em Manaus, Amazonas . Tabela 1.

Tabela 01 – Detalhamento da descrição dos materiais e os valores de custo

Descrição do material	Quant	Preço em R\$	Valor total em R\$
Sensor de Umidade do Solo (Higrômetro Para Arduino)	01	8,83	8,83
PLACA ARDUINO UNO R3 com cabo USB	01	104,90	104,90
Módulo relé 1 canal 5V	01	39,90	39,90
Protoboard 400 Furos	01	18,00	18,00
Kit cabo jumper macho-macho, 40 unidades 20cm	01	18,50	18,50
Kit cabo jumper fêmea-fêmea, 40 unidades 20cm	01	18,50	18,50
Módulo de Tomada fêmea 10A 127V 2P	06	15,00	90,00
Válvula de vazão Solenoide 127V 1/2 polegada	01	56,45	56,45
Total			R\$ 265,08

Fonte: Autoria própria

Os preços dos componentes foram quarenta e cinco por cento (45 %) mais altos quando comparados aos preços dos produtos disponíveis na sites online, fato que pode aumentar a viabilidade de produção desse sistema de irrigação automática devido ao baixo investimento se os componentes forem comprados online.

Tabela 02 – Detalhamento da descrição dos materiais e os valores de custo

Descrição do material	Quant.	Preço em R\$	Valor total em R\$
Sensor de Umidade do Solo (Higrômetro Para Arduino)	01	1,20	1,2
PLACA ARDUINO UNO R3 com cabo USB	01	36,00	36
Módulo relé 1 canal 5V	01	5,70	5,7
Protoboard 400 Furos	01	9,90	9,9
Kit cabo jumper macho-macho, 40 unidades 20cm	01	9,90	9,9
Kit cabo jumper fêmea-fêmea, 40 unidades 20cm	01	8,00	8
Módulo de Tomada fêmea 10A 127V 2P	06	5,00	30
Válvula de vazão Solenoide 127V 1/2 polegada	01	12,00	12
Total			R\$ 112,7

Fonte: Autoria própria

Mendes, 2022 ao realizar levantamento de custos para a produção de um sistema de baixo custo para controle de temperatura e umidade intergranular em silos de armazenamento de milho, encontrou valores dos Arduino Uno e dos sensores DHT 22 aproximados de fornecedores online pesquisados, estando estes valores muito abaixo do valor praticado nas lojas físicas

encontradas em Manaus, Amazonas, portanto sendo um fator a ser considerado na montagem do sistema pelos agricultores.

### **Montagem do sistema**

Segue o detalhamento da montagem do sistema irrigação inteligente com a utilização do Arduino:

Para a conexão do Arduino à Protoboard, utilizou-se a porta 5V do Arduino à trilha de positivos da Protoboard, utilizando um cabo Jumper Macho para Macho. Logo após, conectamos a porta GND do Arduino à trilha de negativos da Protoboard, utilizando um cabo Jumper Macho para Macho.

Para a Instalação do Módulo do Sensor de Umidade: Conectou-se o módulo do sensor à Protoboard, encaixando diretamente o módulo na Protoboard ou utilizando três cabos jumpers para conectar o módulo do sensor na Protoboard. E utilizando a porta A0 do Arduino e conectando-a à coluna da Protoboard onde o pino A0 do módulo do sensor está encaixado, utilizando um cabo Jumper Macho para Macho. Conectou-se o positivo da Protoboard à coluna onde o pino VCC do módulo está encaixado, utilizando um cabo Jumper Macho para Macho. Conectou-se o negativo da Protoboard à coluna onde o pino GND do módulo está encaixado, utilizando um cabo Jumper Macho para Macho. Realizamos a conexão da ponta de prova ao módulo do sensor utilizando dois cabos Jumpers Fêmea para Fêmea.

2586

Para a conexão do Módulo Relé: Conectou-se o pino IN do módulo relé à porta 8 do Arduino, utilizando um cabo Jumper Macho para Fêmea. Conectou-se o pino VCC do módulo relé ao positivo da Protoboard, utilizando um cabo Jumper Macho para Fêmea. Conectou-se o pino GND do módulo relé ao negativo da Protoboard, utilizando um cabo Jumper Macho para Fêmea.

Para a Conexão da Válvula Solenoide: foram realizadas as conexões físicas dos terminais do Módulo Relé na Válvula. No Módulo Relé, identifique os terminais COM (comum) e NC (normalmente fechado).

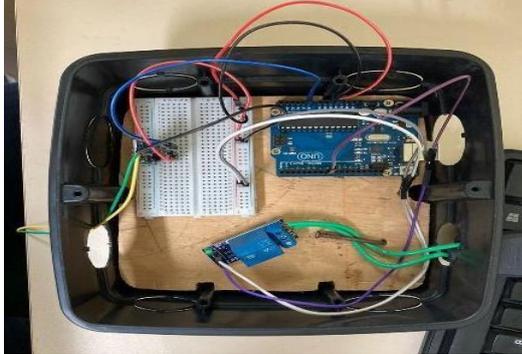
Nas conexões físicas realizadas foram utilizados três fios elétricos, sendo dois conectados em uma fonte de energia de 127 volts e um sem ser energizado.

Segue o passo a passo: Conectou-se um dos fios elétricos energizado diretamente em uma das pontas de energia da Válvula Solenoide. Conectou-se o outro fio energizado no Módulo Relé ao terminal COM. Conectou-se um lado do terceiro fio sem nenhuma carga no Módulo Relé ao

terminal NC. Conectou-se o segundo lado do fio do terminal NC na segunda ponta de energia da Válvula Solenoide.

Todas as conexões descritas podem ser observadas na figura 4.

Figura 4 - Sistema de controle da irrigação inteligente com Arduino.



Fonte: Autoria própria

Durante a montagem do sistema foi verificado que a válvula solenoide de 12 volts, não estava funcionando corretamente, esta foi substituída por uma válvula solenoide de 127 volts frequentemente utilizada em máquinas de lavar roupa.

Essa mudança modificou o esquema de alimentação do circuito, incrementando uma fonte de 127 volts ligadas no módulo relé.

Figura 5 - Canteiro suspenso.



Fonte: Autoria própria

### Programação do dispositivo arduino

Para a programação do Arduino Uno foi utilizado o código da linguagem C++.

Após testes de calibração foram estabelecidos o nível mínimo de quarenta por cento (40%) e o nível máximo de cem por cento (100%) de umidade presente no solo para o acionamento e desligamento da válvula solenoide. Para o tempo de leitura do sensor de umidade ficou estabelecido um *loop* de 1 segundo.

Após as leituras da umidade do solo se esta estiver abaixo do nível mínimo de umidade estipulado será realizado a abertura da válvula solenoide com tempo mínimo de irrigação de 30 segundos para realizar a releitura do sensor de umidade e fechamento da válvula solenoide.

Figura 6 - Código da placa Arduino

```
1 #define pinoSensor A0 // Define a porta A0 do Arduino como "pinoSensor"
2 #define pinoRele 8 // Define a porta 8 do Arduino como "pinoRele"
3
4 int ValorSensor;
5
6 void setup() {
7   Serial.begin(9600); /* Utiliza a função Serial.begin para visualizar informações através
8     do monitor serial da IDE */
9
10  pinMode(pinoRele, OUTPUT); // Declara o pinoRele como Saída
11
12 }
13
14 void loop() {
15
16   ValorSensor = analogRead(pinoSensor); /* Utiliza a função analogRead para ler e armazenar
17     os valores do sensor de umidade na variável */
18
19   int Porcentagem = map(ValorSensor, 1023, 0, 0, 100); /* Utiliza a função map para transformar
20     os valores encontrados no sensor de umidade em porcentagem */
21   Serial.print(Porcentagem); // Imprime o valor da porcentagem no monitor Serial
22   Serial.println("%"); // Imprime o símbolo de porcentagem junto ao valor encontrado
23
24   if (Porcentagem <= 40) { // Se a porcentagem for menor ou igual à 40
25     Serial.println("Irrigando a planta.."); // Imprime a frase no monitor serial
26     digitalWrite(pinoRele, HIGH); // Altera o estado do pinoRele para nível Alto
27
28     delay(30000); /* Estabelece o tempo de 30 segundos para o módulo relé deixar a válvula
29       solenoide aberta */
30   }
31
32   else { // Se não...
33     Serial.println("Planta Irrigada.."); // Imprime a frase no monitor serial
34     digitalWrite(pinoRele, LOW); // Altera o estado do pinoRele para nível Baixo
35   }
36
37   delay(1000); // Estabelece o tempo de 1 segundos para reinicializar a leitura
38 }
39
```

Fonte: Autoria própria

A codificação em C++ no Arduino foi intuitiva e fácil de ser executada, sendo encontrada exemplos em multiplataformas com algoritmos adaptados a diversas atividades cotidianas e no caso a um sistema de irrigação.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que o sistema de irrigação inteligente automatizado com Arduino apresentou uma eficiência significativa na gestão da irrigação em uma horta de pequenas dimensões.

O uso de sensores e a programação adequada no Arduino permitem a viabilidade econômica na implantação do sistema de irrigação inteligente automatizado em pequenas áreas, proporcionando benefícios econômicos e sustentáveis para os produtores rurais.

### Propostas de trabalhos futuros:

Com base nas experiências e resultados deste trabalho, algumas propostas de trabalhos futuros podem ser consideradas. Uma delas é a expansão do sistema para áreas maiores, avaliando sua efetividade em plantações comerciais. Além disso, o aprimoramento do aplicativo e a integração de outros dispositivos e tecnologias podem ser explorados para fornecer um sistema ainda mais completo e eficiente, como placa Wireless e conector de cartão de memória para armazenamento de dados.

## REFERÊNCIAS

2589

AZEVEDO JUNIOR, AMBER LEITE DE. SISTEMA DE MONITORAMENTO E CLIMATIZAÇÃO DE ESTUFA DE PEQUENO PORTE EM UM CONTEXTO DOMÉSTICO. Orientador: Francisco Javier De Obaldía Díaz. 2016. 84 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia de Computação) - Fundação Educacional do Município de Assis, Brasília, 2016. Disponível em: <https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/235/8677/1/20766579.pdf>. Acesso em: 2 out. 2023.

BARBOSA, JOSÉ WILIAN. SISTEMA DE IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADO UTILIZANDO PLATAFORMA ARDUINO. Orientador: Osmar Aparecido Machado. 2013. 57 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) - Fundação Educacional do Município de Assis, Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, 2013. Disponível em: <https://cepein.femanet.com.br/BDigital/arqTccs/1011330043.pdf>. Acesso em: 2 out. 2023.

BRASIL avança em tecnologia de irrigação de precisão com uso de Internet das Coisas. *In*: Brasil avança em tecnologia de irrigação de precisão com uso de Internet das Coisas. Embrapa Informática Agropecuária: Nadir Rodrigues, 17 jul. 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/54293512/brasil-avanca-em-tecnologia-de-irrigacao-de-precisao-com-uso-de-internet-das-coisas>. Acesso em: 2 out. 2023.

CARVALHO, Everton Silva, ARAUJO, Luis, IRRIGAÇÃO INTELIGENTE, ANUÁRIO DA PRODUÇÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DISCENTE, Vol. 13, N. 17, Faculdade

Anhanguera de Matão, Publicado no I Congresso de Iniciação Científica Instituto Sustentar - 2010. Disponível em: <https://repositorio.pgsskroton.com/bitstream/123456789/1164/1/artigo%2023.pdf>. Acesso em 22/09/2023.

CARVALHO, Prof. Fonseca de. ENGENHARIA DE ÁGUA E SOLO. 2010. 66 f. Dissertação - Departamento de Engenharia, Universidade Federal Rural Do Rio De Janeiro, Seropédica-RJ, 2010

CARVALHO, Silva, ARAUJO, Luis Antônio O. IRRIGAÇÃO INTELIGENTE. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTIFICA INSTITUTO SUSTENTAR, 17. 2010, Valinhos - SP. Anuário de Iniciação científica, Discente. Valinhos- SP: Anhanguera Educacional Ltda., 2010. p. 323 - 336.

GARIBALDE. H . AUTOMATIZAÇÃO E MONITORAMENTO DE SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA. Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP Escola de Minas Colegiado do curso de Engenharia de Controle e Automação – CECAU. Abril de 2021. Disponível em : [https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/3197/1/MONOGRRAFIA\\_Automatiza%C3%A7%C3%A3oMonitoramentoSistema.pdf](https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/3197/1/MONOGRRAFIA_Automatiza%C3%A7%C3%A3oMonitoramentoSistema.pdf)

SILVA, Joana. Dia de Campo na TV - Sensores de baixo custo para o manejo da irrigação. Embrapa. Este programa foi ao ar no dia 14 de novembro de 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2305558/dia-de-campo-na-tv---sensores-de-baixo-custo-para-o-manejo-da-irrigacao>. Acesso em 30/09/2023

2590

STRAUB, Matheus Gebert. PROJETO ARDUINO DE IRRIGAÇÃO AUTOMÁTICA – SUA PLANTA SEMPRE BEM CUIDADA. USINAINFO, 17 jul. 2019. Disponível em: <https://www.usinainfo.com.br/blog/projeto-arduino-de-irrigacao-automatica-sua-planta-sempre-bem-cuidada/>. Acesso em: 9 nov. 2023.

Tecnologianocampo. Irrigação por Gotejamento: Dobre a sua produtividade. Disponível em: <https://www.cptcursospresenciais.com.br/blog/irrigacao-por-gotejamento/>. Acesso em: 18/09/2023