

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS LAGOA DA CONFUSÃO
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRÔNOMICA**

RAY DE FREITAS CRUZ

DESENVOLVIMENTO DE UM CONTROLADOR DE IRRIGAÇÃO COM ARDUINO

**LAGOA DA CONFUSÃO
2025**

RAY DE FREITAS CRUZ

DESENVOLVIMENTO DE UM CONTROLADOR DE IRRIGAÇÃO COM ARDUINO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso Superior de Bacharelado
em Engenharia Agrônômica do Campus Lagoa
da Confusão, Instituto Federal do Tocantins
como exigência à obtenção do título de Bacharel
em Engenharia Agrônômica.

Orientador: MSc. José Robson Mariano
Alves

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

C955d Cruz, Ray de Freitas
Desenvolvimento de um Controlador de Irrigação com Arduino /
Ray de Freitas Cruz. – Lagoa da Confusão, TO, 2025.
31 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia
Agrônômica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
do Tocantins, Campus Lagoa da Confusão, Lagoa da Confusão, TO,
2025.

Orientador: Me. José Robson Mariano Alves

1. Automação. 2. Arduino. 3. Irrigação. I. Alves, José Robson
Mariano. II. Título.

CDD 630

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins
de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a).**



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins
Reitoria
Campus Avançado Lagoa da Confusão
Coordenação do Curso Superior em Engenharia Agrônoma

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Desenvolvimento de um Controlador de Irrigação com Arduino

AUTOR : Ray de Freitas Cruz

ORIENTADOR: José Robson Mariano Alves

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia do
Tocantins, *Campus Avançado Lagoa
da Confusão*, como parte das
exigências para a conclusão do
Curso de Bacharelado em
Engenharia Agrônoma.

José Robson Mariano Alves (Orientador)

Rogério Lorençoni (Avaliador 1)

Reinaldo Ferreira Medeiros (Avaliador 2)

Aprovado em 25 de junho de 2025



Documento assinado eletronicamente por **Reinaldo Ferreira Medeiros, Gerente**, em 25/06/2025, às 10:01, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Rogério Lorenconi, Servidora**, em 25/06/2025, às 10:04, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Jose Robson Mariano Alves, Servidora**, em 25/06/2025, às 10:07, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.iftto.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2821602** e o código CRC **CA960C15**.

Rua 02, Quadra 05A, Lote 01, Setor Lagoa da Ilha — CEP 77.493-000 — Lagoa da Confusão/TO
portal.iftto.edu.br — reitoria@iftto.edu.br

Referência: Processo nº
23235.013947/2025-99

SEI nº 2821602

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um protótipo de uma central de irrigação automatizada utilizando a plataforma Arduino, com foco em oferecer uma solução de baixo custo, de fácil implementação e operação, especialmente voltada para pequenos e médios produtores rurais. O sistema permite a configuração de parâmetros como dias da semana, horário de início e tempo de duração dos ciclos de irrigação, além de contar com um sensor de chuva que bloqueia automaticamente a irrigação em caso de precipitação, contribuindo para o uso racional da água. O projeto foi dividido em etapas que envolveram o levantamento teórico, a seleção dos componentes eletrônicos, o desenvolvimento do circuito, a elaboração do código de controle e a construção de uma estrutura física para abrigar os equipamentos. O funcionamento do sistema foi validado por meio de testes, nos quais foi possível verificar o acionamento correto da bomba d'água e das válvulas solenoides, a precisão na contagem de tempo utilizando um módulo RTC e a persistência das configurações salvas em um cartão SD, mesmo após quedas de energia. O sistema conta com uma interface simples, composta por um display OLED e botões físicos, que permite ao usuário configurar e acompanhar o funcionamento da central de irrigação. A opção pelo uso de um display de pequenas dimensões se deu como estratégia para manter o custo reduzido, embora isso limite a possibilidade de uma interface mais detalhada. Os resultados demonstraram que o protótipo desenvolvido é funcional, eficiente e economicamente viável, apresentando um custo significativamente inferior quando comparado a centrais de irrigação comerciais. Como trabalhos futuros, sugere-se a realização de testes práticos em uma horta real, com todo o sistema de irrigação instalado, além da implementação de sensores de umidade do solo, aprimoramento da interface e adição de conectividade para controle remoto. O sistema proposto contribui para a democratização do acesso à automação agrícola, promovendo sustentabilidade, economia de recursos e aumento da produtividade.

Palavras-chave: Irrigação Automatizada. Arduino. Agricultura de Precisão. Automação Agrícola. Sustentabilidade.

ABSTRACT

This work presents the development of a prototype of an automated irrigation controller using the Arduino platform, aiming to offer a low-cost, easy-to-implement, and easy-to-operate solution, especially targeted at small and medium-sized farmers. The system allows the configuration of parameters such as days of the week, start time, and irrigation duration. It also includes a rain sensor that automatically cancels irrigation in case of precipitation, contributing to water conservation and sustainable practices. The project was divided into stages, including theoretical research, selection of electronic components, circuit development, creation of the control code, and construction of a physical enclosure to house the equipment. The system's functionality was validated through tests, which confirmed the correct operation of the water pump and solenoid valves, the accurate timekeeping using a real-time clock (RTC) module, and the reliability of saving user configurations on an SD card, even in the event of power failures. The system features a simple user interface composed of an OLED display and physical buttons, allowing users to configure and monitor the irrigation controller. The choice of a small-sized OLED display was a strategy to maintain low costs, although it limits the development of a more detailed interface. The results demonstrated that the prototype is functional, efficient, and economically viable, with a significantly lower cost compared to commercial irrigation controllers. Future work includes conducting practical tests in a real vegetable garden with a complete irrigation system, adding soil moisture sensors, improving the user interface, and implementing remote connectivity features. The proposed system contributes to democratizing access to agricultural automation, promoting sustainability, resource savings, and increased productivity.

Keywords: Automated Irrigation. Arduino. Precision Agriculture. Agricultural Automation. Sustainability.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 OBJETIVOS	10
2.1 Objetivo Geral	10
2.2 Objetivos Específicos	10
3 REFERENCIAL TEÓRICO	11
3.1 Sistemas de irrigação	11
3.2 A Plataforma Arduino	12
3.2.1 Sensores	13
3.2.2 Atuadores	13
3.2.3 Funcionamento Integrado	13
3.3 Trabalhos Relacionados	14
4 METODOLOGIA	16
4.1 Funcionamento do Sistema	16
4.2 Componentes utilizados	17
4.3 Circuito Eletrônico	18
4.4 Elaboração do Código	20
4.5 Confeção da caixa	21
4.6 Validação e Testes do Protótipo	22
4.7 Orçamento	23
5 CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO	24
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
REFERÊNCIAS	29
APÊNDICE A – MANUAL DE UTILIZAÇÃO	30

1 INTRODUÇÃO

A irrigação é uma prática essencial para garantir o desenvolvimento adequado das culturas agrícolas, especialmente em regiões onde a disponibilidade de água é limitada ou apresenta variações sazonais. Essa prática possibilita a manutenção da produtividade agrícola e assegura melhores condições para o crescimento e desenvolvimento das plantas, mesmo em períodos de estiagem ou irregularidade climática.

Com o avanço das tecnologias, surgem soluções capazes de tornar os sistemas de irrigação mais eficientes, reduzindo desperdícios, otimizando recursos e aumentando os índices de produtividade. Nesse cenário, os sistemas de automação agrícola têm se tornado cada vez mais relevantes, permitindo que produtores adotem práticas mais inteligentes, eficientes e sustentáveis. Entre as ferramentas acessíveis para esse fim, destaca-se a plataforma Arduino, que oferece uma solução de baixo custo e fácil implementação para diferentes aplicações no campo.

O aumento da demanda por alimentos e a necessidade de tornar a agricultura mais eficiente e sustentável impulsionam a busca por alternativas que melhorem o uso dos recursos naturais, especialmente da água. Entretanto, grande parte dos sistemas de irrigação automatizados disponíveis no mercado apresenta custos elevados e, muitas vezes, é inviável para pequenos e médios produtores, seja pela complexidade, seja pela dificuldade na manutenção desses sistemas.

Neste contexto, o desenvolvimento de tecnologias de baixo custo surge como uma alternativa viável e necessária. A utilização de microcontroladores, sensores e atuadores permite criar sistemas inteligentes capazes de monitorar variáveis ambientais e realizar o controle preciso da irrigação, de acordo com as necessidades das plantas e das condições do ambiente.

O Arduino surgiu no início dos anos 2000, na Itália, como um projeto educacional voltado para facilitar o ensino de eletrônica e programação para estudantes. Seu desenvolvimento foi motivado pela necessidade de criar uma plataforma de hardware acessível, simples, de baixo custo e fácil de programar. Inicialmente projetado para auxiliar alunos de design e artes interativas, o Arduino rapidamente ultrapassou os limites acadêmicos e se popularizou mundialmente, sendo adotado em diversas áreas, incluindo automação residencial, projetos de robótica, controle de processos e, mais recentemente, na agricultura. Sua principal característica é ser uma plataforma de código aberto, tanto em hardware quanto em software, o que permite que qualquer pessoa tenha acesso aos seus esquemas, códigos e documentação, possibilitando a criação de soluções personalizadas e adaptáveis às mais variadas necessidades.

Um dos fatores que contribuíram para a ampla adoção do Arduino é sua interface simplificada e sua capacidade de interagir facilmente com sensores e atuadores. Isso possibilita que profissionais, estudantes, pesquisadores e produtores desenvolvam sistemas automatizados de forma intuitiva e com investimento reduzido. No contexto agrícola, essa tecnologia se mostra especialmente promissora, permitindo a automação de processos como irrigação, monitoramento climático, controle de luminosidade e até gestão de sistemas hidropônicos.

Um sistema automatizado de irrigação, além de contribuir para a economia de água,

também proporciona maior controle sobre os processos produtivos, reduzindo a necessidade de intervenção manual e permitindo que o produtor direcione sua atenção para outras atividades na propriedade. Além disso, possibilita a irrigação nos horários mais adequados, otimizando o aproveitamento da água e melhorando as condições para o desenvolvimento das culturas.

Entre os principais benefícios proporcionados pela automação da irrigação, destacam-se:

- **Eficiência no uso da água:** irrigação realizada de acordo com a real necessidade das plantas, evitando desperdícios;
- **Redução de custos:** diminuição no consumo de água, energia e mão de obra;
- **Aumento da produtividade:** manutenção de condições adequadas para o desenvolvimento das culturas;
- **Sustentabilidade:** uso racional dos recursos naturais, contribuindo para a preservação ambiental;
- **Facilidade operacional:** sistemas que funcionam de forma autônoma, com baixo custo de manutenção e simples operação.

A modernização das atividades agrícolas, por meio da adoção de tecnologias acessíveis, permite ampliar a competitividade dos pequenos produtores, promover a sustentabilidade da produção e melhorar a gestão dos recursos naturais. Sistemas de irrigação inteligentes e de baixo custo são fundamentais para enfrentar os desafios atuais da agricultura, garantindo maior eficiência e contribuindo para a segurança alimentar e a preservação ambiental.

Diante desse cenário, este trabalho tem como objetivo desenvolver um controlador de irrigação automatizada utilizando a plataforma Arduino, capaz de controlar os parâmetros de irrigação de forma precisa, considerando critérios como horário, duração e condições climáticas, oferecendo uma solução acessível, eficiente e sustentável para o manejo hídrico em pequenas e médias propriedades rurais.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Desenvolver um protótipo de um controlador de irrigação automatizada utilizando a plataforma Arduino, capaz de realizar o controle dos ciclos de irrigação de forma eficiente e de baixo custo.

2.2 Objetivos Específicos

- Projetar um sistema eletrônico baseado em Arduino para o controle automatizado da irrigação;
- Desenvolver a programação do microcontrolador, permitindo a gestão dos ciclos de irrigação com definição de parâmetros como horário, duração e quantidade de repetições;
- Integrar sensores ambientais, como sensores de chuva, a fim de tornar o sistema mais inteligente e eficiente no uso da água;
- Implementar um sistema de acionamento automático de bombas, válvulas ou solenoides;
- Desenvolver uma interface simples e intuitiva que permita ao usuário configurar os parâmetros de irrigação;
- Realizar testes no protótipo, visando a identificação e correção de eventuais erros de funcionamento no hardware e no software.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo tem como objetivo apresentar os conceitos, fundamentos e estudos que embasam o desenvolvimento deste trabalho. São abordados temas relacionados aos sistemas de irrigação, suas características, métodos e importância para a agricultura moderna, especialmente no contexto do uso racional dos recursos hídricos.

Além disso, é discutida a plataforma Arduino, suas funcionalidades, características técnicas e a sua aplicabilidade como ferramenta de automação, destacando o papel dos sensores e atuadores no monitoramento e controle de sistemas automatizados.

Por fim, são apresentados trabalhos acadêmicos e projetos desenvolvidos na mesma área de estudo, que servem como referência para a construção deste projeto, permitindo uma análise das soluções existentes, seus métodos, tecnologias empregadas e os desafios enfrentados.

3.1 Sistemas de irrigação

A irrigação é definida como o conjunto de práticas que visa fornecer água de maneira controlada às plantas, suprimindo suas necessidades hídricas quando as chuvas são insuficientes, irregulares ou mal distribuídas. Essa técnica permite que as plantas se desenvolvam em condições ideais, resultando em maior produtividade, estabilidade na produção e melhor qualidade dos produtos agrícolas (Testezlaf, 2017).

Historicamente, a irrigação sempre esteve presente na evolução da agricultura, sendo utilizada desde as civilizações antigas como uma estratégia para viabilizar o cultivo em regiões áridas e assegurar a produção alimentar. Atualmente, ela se consolidou como uma das principais ferramentas para o desenvolvimento sustentável da agricultura moderna, especialmente diante dos desafios impostos pelas mudanças climáticas e pela crescente demanda por alimentos.

Os benefícios proporcionados pela irrigação são diversos. Além de aumentar a produtividade, a prática contribui para a estabilidade da produção, viabiliza safras fora do período de chuvas, melhora a qualidade dos alimentos, otimiza o uso de recursos naturais e gera desenvolvimento socioeconômico, especialmente nas regiões rurais.

Para atender às diferentes necessidades das culturas, tipos de solo e condições climáticas, existem diversos métodos de irrigação, que se diferenciam pela forma como a água é aplicada às plantas. Segundo Testezlaf (2017), os principais tipos de irrigação são:

- **Irrigação por superfície:** método em que a água é distribuída sobre o solo, escoando por gravidade. É uma das formas mais antigas e simples de irrigação, sendo aplicada diretamente na superfície do terreno, geralmente por sulcos, faixas ou inundação.
- **Irrigação por aspersão:** a água é aplicada na forma de gotas, simulando uma chuva artificial. É distribuída através de aspersores fixos ou móveis, sendo um sistema bastante versátil, adaptável a diferentes tipos de terreno e culturas.
- **Irrigação localizada:** fornece água diretamente na região das raízes das plantas, de

forma contínua ou intermitente, com vazões reduzidas. É o método mais eficiente em termos de uso da água, normalmente implementado por meio de sistemas de gotejamento ou microaspersão.

- **Irrigação por subsuperfície:** consiste na aplicação de água abaixo da superfície do solo, diretamente na zona radicular, seja por meio de tubos gotejadores enterrados, seja pela elevação do nível do lençol freático. Esse método reduz perdas por evaporação e é altamente eficiente.

Cada um desses métodos apresenta vantagens e limitações, que devem ser consideradas de acordo com as características da cultura, do solo, da disponibilidade de água e das condições econômicas do produtor. A escolha adequada do tipo de irrigação é fundamental para garantir a eficiência do sistema, o uso racional da água e a sustentabilidade do empreendimento agrícola.

No Brasil, a irrigação tem um papel estratégico no aumento da produção agrícola e no desenvolvimento econômico, especialmente em regiões que enfrentam déficit hídrico ou distribuição irregular de chuvas. Mesmo ocupando uma fração relativamente pequena da área agrícola do país, a agricultura irrigada é responsável por uma parcela significativa da produção de alimentos e da geração de valor no setor (Testezlaf, 2017).

Diante desse contexto, a irrigação se consolida como uma ferramenta indispensável para garantir segurança alimentar, aumento da produtividade e sustentabilidade na agricultura, especialmente quando associada a tecnologias que permitam o uso eficiente dos recursos hídricos, como sistemas de automação e monitoramento ambiental.

3.2 A Plataforma Arduino

O Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica que combina hardware e software de código aberto, desenvolvida com o objetivo de tornar a programação de microcontroladores acessível a um público mais amplo, incluindo pessoas sem formação técnica na área de eletrônica. Seu desenvolvimento teve início em 2005, na cidade de Ivrea, na Itália, por um grupo de pesquisadores que buscavam uma solução acessível para auxiliar estudantes em projetos interativos, principalmente nas áreas de design e arte digital (McRoberts, 2015).

A principal característica do Arduino está em sua simplicidade de uso. A plataforma permite que usuários construam, programem e implementem projetos eletrônicos de maneira intuitiva, utilizando uma linguagem baseada em C/C++. Além disso, a comunidade ativa e colaborativa ao redor do Arduino possibilitou a ampla disseminação de conhecimentos, códigos e esquemas de circuitos, o que favoreceu sua rápida popularização em todo o mundo.

Fisicamente, o Arduino é composto por uma placa contendo um microcontrolador (geralmente da família Atmel), pinos de entrada e saída (digitais e analógicos), interfaces de comunicação, além de reguladores de tensão e conexões USB para alimentação e envio de dados. O desenvolvimento dos programas, chamados de *sketches*, é realizado através de um Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE) específico, gratuito e de fácil utilização (McRoberts, 2015).

O grande diferencial da plataforma Arduino está na capacidade de interagir com o mundo físico por meio de sensores e atuadores.

3.2.1 Sensores

Sensores são dispositivos responsáveis por capturar informações do ambiente e convertê-las em sinais elétricos que podem ser interpretados pelo microcontrolador. Eles são essenciais para que sistemas automatizados tenham consciência das condições do meio em que estão operando. No contexto de irrigação automatizada, os sensores mais comuns incluem sensores de umidade do solo, sensores de temperatura, sensores de chuva, sensores de nível e sensores de fluxo.

De acordo com McRoberts (2015), os sensores podem ser classificados basicamente em dois tipos:

- **Sensores digitais:** aqueles que possuem apenas dois estados possíveis, geralmente representando ligado (1) ou desligado (0). Um exemplo clássico é o sensor de chuva, que detecta a presença ou ausência de água.
- **Sensores analógicos:** produzem uma variação contínua de sinal proporcional à variável medida. Por exemplo, um sensor de umidade do solo fornece diferentes valores de tensão de acordo com o nível de umidade detectado.

3.2.2 Atuadores

Os atuadores são os componentes responsáveis por executar uma ação no ambiente, a partir dos comandos enviados pelo Arduino. Eles recebem sinais elétricos e os transformam em ações físicas, como ligar uma bomba d'água, abrir ou fechar uma válvula, acionar um relé, mover um motor ou acender um LED.

No contexto da automação de sistemas de irrigação, os atuadores mais utilizados incluem:

- **Relés:** utilizados para controlar cargas de maior potência, como bombas de água ou válvulas solenoides;
- **Motores e bombas:** realizam o bombeamento da água;
- **Válvulas elétricas ou solenoides:** permitem ou bloqueiam o fluxo de água;
- **Dispositivos de sinalização:** como buzinas, LEDs ou displays que informam o status do sistema.

3.2.3 Funcionamento Integrado

O funcionamento de um sistema baseado em Arduino consiste na coleta de dados através dos sensores, no processamento dessas informações no microcontrolador e, finalmente, no acionamento dos atuadores de acordo com as regras programadas no código. Por exemplo, em um sistema de irrigação, o sensor de umidade do solo envia uma leitura para o Arduino. Caso

essa leitura indique que o solo está seco, o Arduino aciona um relé que, por sua vez, liga uma bomba d'água ou abre uma válvula para iniciar a irrigação.

Essa lógica simples pode ser expandida para incluir outros sensores, como sensores de chuva, que evitam a irrigação desnecessária quando está chovendo, contribuindo para o uso racional da água e tornando o sistema mais inteligente e sustentável.

A utilização de plataformas como o Arduino democratiza o acesso às tecnologias de automação, permitindo que produtores rurais, estudantes e pequenos empreendedores desenvolvam soluções personalizadas para suas necessidades, com baixo custo e grande eficiência (McRoberts, 2015).

3.3 Trabalhos Relacionados

O uso racional da água é um dos maiores desafios enfrentados na agricultura moderna, especialmente em um cenário de crescente demanda por alimentos e recursos hídricos limitados. Nesse contexto, a automação de sistemas de irrigação tem se consolidado como uma estratégia fundamental para promover a sustentabilidade, otimizar o uso da água e melhorar a produtividade agrícola. Tecnologias acessíveis, como a plataforma Arduino, vêm sendo amplamente exploradas por pesquisadores, acadêmicos e produtores como uma alternativa viável para a implementação de sistemas de irrigação automatizados de baixo custo.

O trabalho de Cardoso e Klar (2017) apresenta o desenvolvimento de um protótipo de irrigação automatizada utilizando a plataforma Arduino Uno, com controle baseado na leitura de um sensor capacitivo de umidade do solo. O sistema foi programado para acionar uma válvula solenoide sempre que a umidade do solo atingisse um limite específico, definido com base na calibração do sensor. A proposta destacou-se pelo baixo custo e pela simplicidade, sendo aplicada em sistemas de irrigação por gotejamento.

Moraes et al. (2018) desenvolveram um sistema de irrigação automatizado utilizando a placa Arduino Mega, integrando sensores de umidade do solo e temperatura. O projeto também contou com a implementação de um display LCD para visualização dos dados e definição de limites de controle, além do acionamento de bombas de irrigação. A proposta visou proporcionar economia de água e mão de obra, oferecendo autonomia ao produtor no manejo da irrigação.

No estudo de Rodrigues et al. (2014), foi desenvolvido um módulo controlador para sistemas de irrigação que incorpora uma interface de controle via aplicativo Android, utilizando comunicação Bluetooth. A solução proposta permite que o agricultor realize o monitoramento e o acionamento do sistema de irrigação remotamente, aumentando a praticidade e a flexibilidade na gestão da irrigação.

Salindo (2022) desenvolveu um sistema de irrigação automatizado de baixo custo, utilizando a plataforma Arduino Uno, sensor de umidade e um módulo relé para acionamento de uma minibomba de água. O sistema foi projetado para hortas, canteiros e pequenos cultivos, demonstrando eficiência na manutenção da umidade do solo dentro dos níveis adequados, com

um custo estimado acessível para pequenos produtores.

O trabalho de Sterzeck (2021) apresenta uma revisão teórica sobre o uso do Arduino na automação de sistemas de irrigação. A pesquisa aborda os principais tipos de sensores, suas características, além dos aspectos construtivos e programáticos da plataforma. Embora não envolva a construção de um protótipo, o trabalho fornece um embasamento teórico sólido sobre o tema, contribuindo para o desenvolvimento de projetos na área.

Por fim, Camargo (2012) desenvolveu um sistema robusto para controle de irrigação em áreas experimentais, utilizando módulos microprocessados, sensores como tensiômetros e células de carga, além de um aplicativo supervisor para gestão dos processos. O sistema permitia o controle individualizado da irrigação em múltiplas unidades, sendo altamente eficiente, porém com elevado custo e complexidade.

Observa-se que todos os trabalhos analisados têm como ponto em comum a busca por soluções acessíveis e eficientes para a automação da irrigação, destacando o uso do Arduino como uma plataforma viável, tanto do ponto de vista técnico quanto econômico. Apesar das variações nos métodos, nos componentes utilizados e nas finalidades específicas de cada projeto, fica evidente a tendência de utilizar a automação como meio de otimizar o uso da água, reduzir custos operacionais e tornar a agricultura mais sustentável. As contribuições desses trabalhos formam uma base sólida de conhecimento, que fortalece e justifica o desenvolvimento de novas soluções de irrigação automatizada, especialmente voltadas às necessidades de pequenos e médios produtores rurais.

4 METODOLOGIA

Este capítulo descreve os procedimentos adotados para o desenvolvimento do projeto, incluindo os materiais, os métodos de montagem, o desenvolvimento do código, a elaboração da estrutura física e a validação do sistema. A metodologia foi estruturada de forma a possibilitar o desenvolvimento de um controlador de irrigação automatizada utilizando a plataforma Arduino, com foco na criação de uma solução de baixo custo, eficiente e de fácil operação.

Inicialmente, foram definidos os componentes eletrônicos e seus respectivos papéis no funcionamento do sistema. Em seguida, realizou-se o projeto dos circuitos eletrônicos, contemplando tanto as conexões de corrente contínua quanto de corrente alternada. Paralelamente, foi elaborado o código de programação, responsável pelo controle dos sensores, atuadores, interface e lógica de operação do sistema.

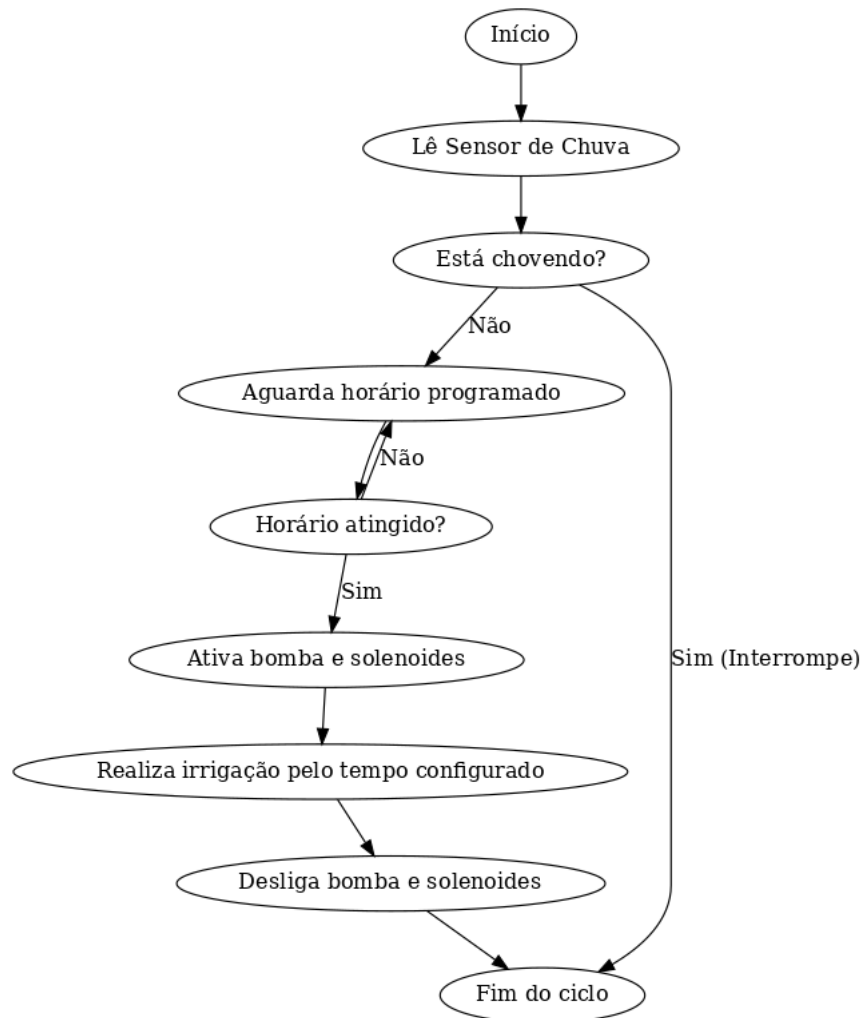
Além da parte eletrônica, foi desenvolvida uma estrutura física para abrigar os componentes, utilizando corte a laser em chapas de PVC, garantindo organização, proteção e acessibilidade ao sistema. Por fim, foram realizados testes práticos e simulações de diferentes cenários operacionais, com o objetivo de validar o funcionamento do protótipo, assegurando sua confiabilidade e aderência aos requisitos definidos.

4.1 Funcionamento do Sistema

O sistema desenvolvido realiza o controle automatizado da irrigação, operando com base em parâmetros definidos pelo usuário, como dias da semana, horário de início e duração dos ciclos. A interface com o usuário é realizada por meio do display OLED e dos botões físicos na caixa de controle. O usuário também pode usar o modo manual, onde ele controla manualmente a hora de ligar e desligar a irrigação.

O controlador de irrigação executa leituras constantes do sensor de chuva, interrompendo automaticamente a irrigação quando detectada precipitação, o que permite economia de água. Caso não haja chuva e o horário programado seja atingido, o Arduino aciona os relés correspondentes à bomba d'água e às válvulas solenoides, permitindo o controle de diferentes setores de irrigação. O usuário tem acesso às configurações diretamente no controlador, podendo ajustar os ciclos, os horários e os dias de irrigação. As informações são salvas em um cartão SD (*Secure Digital*), garantindo que as configurações sejam mantidas mesmo em caso de queda de energia. A lógica de funcionamento do sistema desenvolvido é representada no fluxograma da Figura ??.

Figura 1 – Fluxograma de funcionamento



Fonte: Elaborado pelo autor

4.2 Componentes utilizados

Para o desenvolvimento do protótipo do controlador de irrigação automatizada, foram selecionados componentes eletrônicos de fácil acesso, baixo custo e ampla compatibilidade com a plataforma Arduino. A escolha desses materiais levou em consideração critérios como funcionalidade, disponibilidade no mercado, simplicidade de integração e confiabilidade nas aplicações.

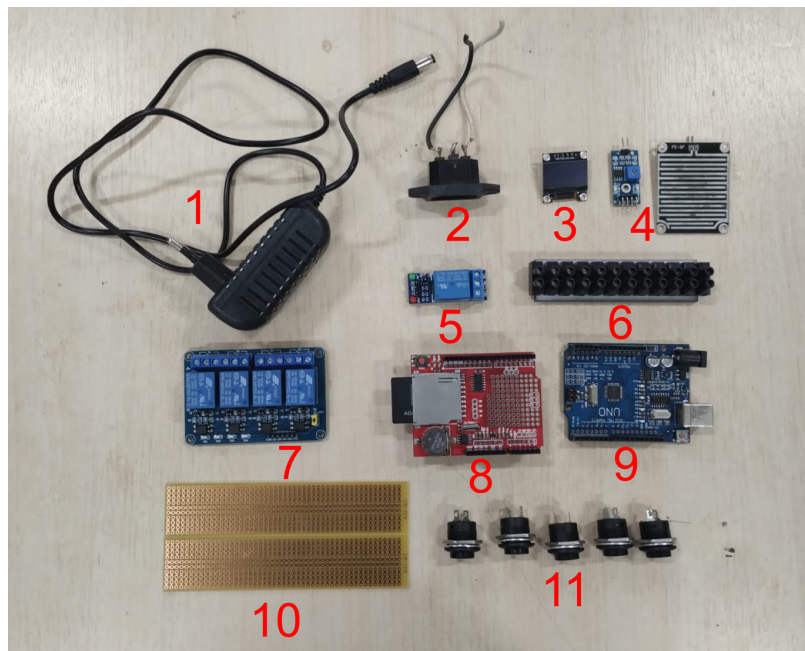
O Quadro 1 apresenta uma lista com todos os componentes utilizados no desenvolvimento do projeto, acompanhados de suas respectivas funções no sistema. Para facilitar a identificação visual, cada item está numerado de acordo com sua representação na Figura 2, que ilustra fisicamente os principais componentes utilizados na montagem do protótipo.

Quadro 1 – Lista de componentes

Número	Componente	Objetivo
1	Fonte de alimentação 9V	Utilizada para converter corrente alternada (CA) em corrente contínua (CC) para alimentar o Arduino
2	Tomada AC Macho	Alimenta com CA a fonte de CC e os relés
3	Módulo Display Oled	Exibe data, hora e a programação do controlador
4	Sensor de Chuva	Detecta a presença de água
5	Módulo Relé com 1 canal	Atuador responsável por ativar a bomba d'água no sistema de irrigação
6	Bloco terminal com 12 posições	Utilizado para conectar as solenoides e bomba aos relés
7	Módulo Relé com 4 canais	Atuador responsável por ativar as válvulas solenóides
8	Shield Data Logger	Possui um RTC (Relógio de Tempo Real) e um leitor de cartão SD, utilizado para armazenar as configurações e manter o controle do tempo
9	Arduino UNO	Controla todos os componentes
10	Placa Perfurada	Usada para montagem manual de circuitos eletrônicos durante a prototipagem
11	Push button redondo	Botões para operação do controlador

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 2 – Componentes utilizados



Fonte: Elaborado pelo autor

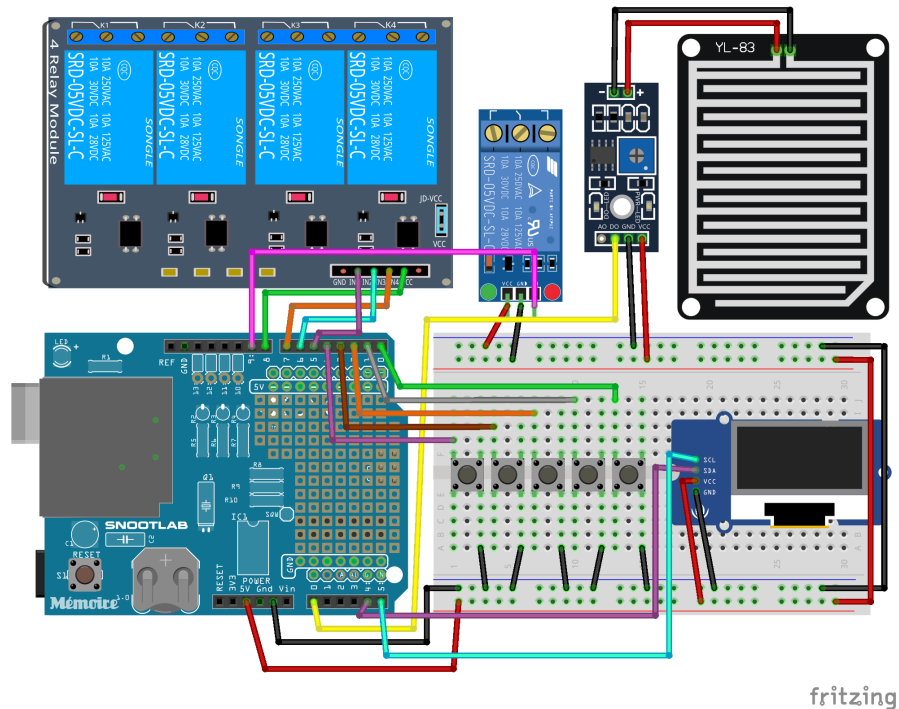
4.3 Circuito Eletrônico

O circuito eletrônico desenvolvido é responsável por realizar a interconexão entre os sensores, atuadores e a unidade de controle baseada na plataforma Arduino Uno. Esse circuito permite que o microcontrolador colete informações do ambiente, processe esses dados e execute as ações necessárias para o funcionamento do sistema de irrigação automatizada.

A alimentação do sistema é realizada por uma fonte de 9V, que converte a corrente alternada (CA) da rede elétrica em corrente contínua (CC), fornecendo energia ao Arduino e aos módulos de baixa potência, como sensores, display e interface de botões. Paralelamente, uma linha de corrente alternada é utilizada para alimentar os dispositivos de maior potência, como a bomba d'água e as válvulas solenoides, que são acionadas por meio dos módulos de relé.

A Figura 3 apresenta o diagrama esquemático das conexões de corrente contínua, que envolvem a comunicação entre o Arduino, os sensores, o display OLED, o módulo Shield Data Logger, os botões e os sinais de controle dos relés. Essa etapa é fundamental para garantir que o microcontrolador receba e processe corretamente as informações necessárias para o controle da irrigação.

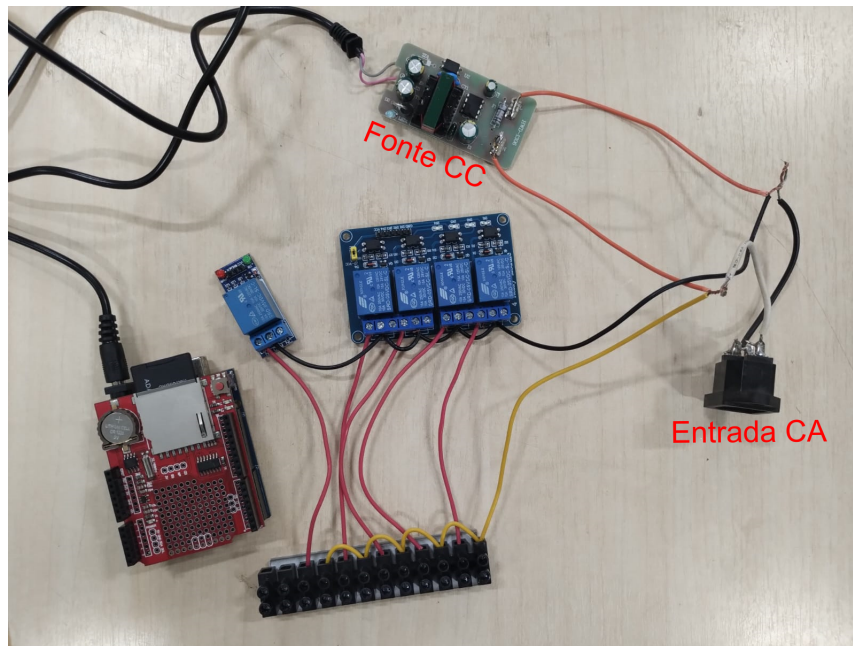
Figura 3 – Conexões com o Arduino



Fonte: Elaborado pelo autor

As conexões de corrente alternada são responsáveis por fornecer energia aos dispositivos de carga do sistema, como a bomba e as válvulas. A Figura 4 ilustra o esquema de ligação da corrente alternada, demonstrando como a fonte de alimentação e os relés se conectam aos dispositivos de alta potência.

Figura 4 – Conexões CA



Fonte: Elaborado pelo autor

4.4 Elaboração do Código

O desenvolvimento do código-fonte foi uma etapa fundamental para garantir o correto funcionamento do controlador de irrigação. O programa foi escrito na linguagem C, utilizando a IDE oficial do Arduino, que oferece um ambiente de desenvolvimento simples, intuitivo e amplamente utilizado na prototipagem de sistemas embarcados.

O código tem como objetivo realizar o controle lógico de todas as funções do sistema, permitindo que o Arduino gerencie os sensores, os atuadores e a interface com o usuário de forma integrada. Ele foi estruturado para operar em dois modos distintos: **modo automático** e **modo manual**. No modo automático, a irrigação é realizada conforme os parâmetros previamente configurados pelo usuário, como dias da semana, horário de início e duração dos ciclos. No modo manual, o operador pode acionar ou desligar manualmente a irrigação diretamente no controlador, sem depender dos horários programados.

A lógica do programa foi dividida em blocos funcionais, organizados da seguinte forma:

- **Configuração inicial:** define os pinos, inicializa os sensores, o display OLED, o RTC, o cartão SD, e carrega os parâmetros salvos, como dias da semana ativos, horários e duração dos ciclos;
- **Leitura dos botões:** permite que o usuário navegue pelas opções do menu, configure horários, dias da semana, duração da irrigação e alterne entre os modos manual e automático;
- **Leitura dos sensores:** verifica constantemente o estado do sensor de chuva e, opcionalmente, outros sensores ambientais;

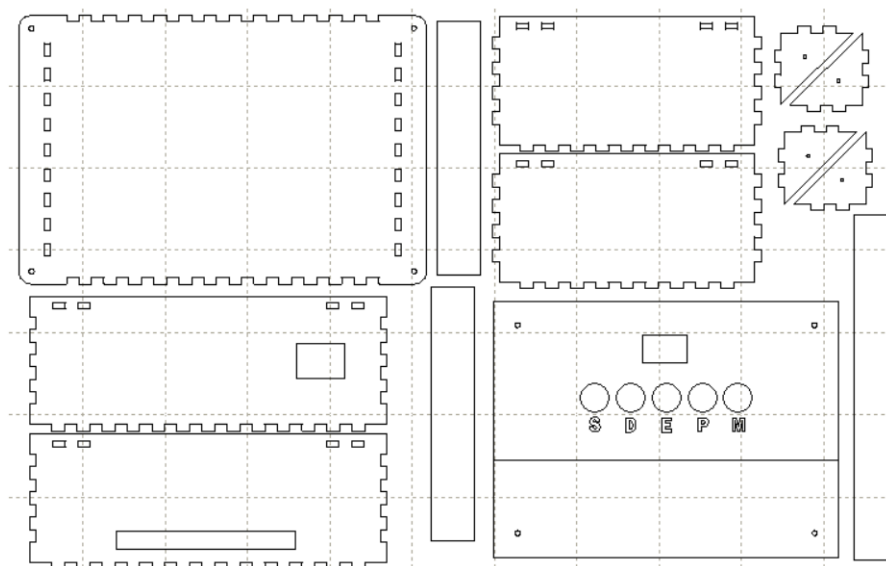
- **Gestão de tempo:** utiliza o módulo RTC para manter o controle dos dias e dos horários, garantindo que os ciclos sejam executados nos momentos corretos;
- **Controle dos atuadores:** ativa ou desativa a bomba e as válvulas solenoides de acordo com os parâmetros configurados e as leituras dos sensores;
- **Interface com o usuário:** atualiza o display OLED, exibindo informações como data, hora, status da irrigação, modo de operação e os parâmetros programados;
- **Gravação e leitura de dados:** realiza a leitura e a escrita dos parâmetros no cartão SD, permitindo que o sistema mantenha suas configurações mesmo após quedas de energia ou reinicializações.

O código está disponível no Github, que é uma plataforma de desenvolvimento colaborativo que aloja projetos na nuvem utilizando o sistema de controle de versões chamado Git. A plataforma ajuda os desenvolvedores a armazenar e administrar o código e faz o registro de mudanças. Qualquer pessoa pode abrir o repositório e ter acesso ao código através do endereço eletrônico https://github.com/Freitasx021/central_irrigacao_arduino.

4.5 Confeção da caixa

Após a montagem do circuito, foi necessário construir uma caixa para abrigar os componentes. Como o campus possui uma CNC (Controle Numérico Computadorizado) no Laboratório Maker, optou-se pela construção por corte a laser. Inicialmente, foi elaborado o projeto técnico de corte, o qual pode ser observado na Figura 5, dimensionado conforme as dimensões dos componentes eletrônicos do sistema.

Figura 5 – Projeto de corte

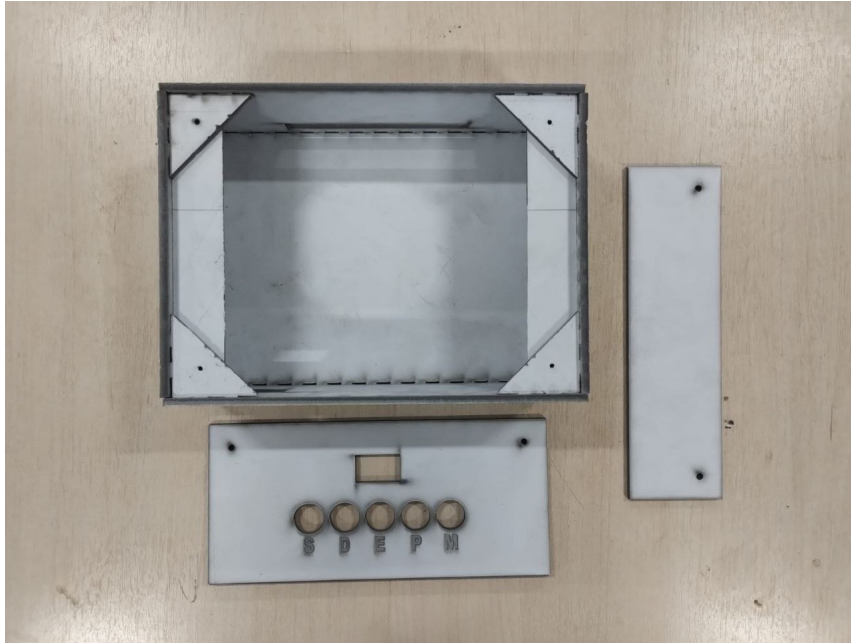


Fonte: Elaborado pelo autor

O material escolhido foi o PVC (Policloreto de Vinila) com espessura de 4 mm. As chapas de PVC foram cortadas na CNC, resultando nas seções que compõem a estrutura da

caixa. Após o corte, procedeu-se à montagem da caixa do protótipo, o qual pode ser observado na Figura 6.

Figura 6 – Caixa confeccionada



Fonte: Elaborado pelo autor

Na tampa superior da caixa, foram realizados recortes específicos para a instalação do módulo Display OLED e para os cinco botões de controle. A tampa é composta por duas partes: uma superior, fixada à estrutura para garantir estabilidade, e outra inferior, removível, permitindo o acesso interno para eventuais manutenções do sistema.

4.6 Validação e Testes do Protótipo

Após a montagem física do sistema e a implementação do código, foram realizados testes práticos para validar o funcionamento do protótipo. Os testes consistiram em simulações de diferentes condições, incluindo:

- Simulação de chuva, para verificar a atuação correta do sensor e o bloqueio da irrigação;
- Variação dos horários e dos dias programados para testar a precisão do RTC e da lógica de temporização;
- Ativação e desativação dos relés para verificação do acionamento da bomba e das válvulas solenoides;
- Testes de gravação e leitura dos parâmetros no cartão SD, assegurando a integridade das informações;
- Avaliação da resposta dos botões físicos e da interface apresentada no display OLED.

O sistema apresentou funcionamento satisfatório em todas as situações simuladas, demonstrando confiabilidade na leitura dos sensores, na execução dos comandos e na gestão dos

ciclos de irrigação.

4.7 Orçamento

Os componentes utilizados no desenvolvimento do protótipo do controlador de irrigação foram comprados no Mercado Livre. A Tabela 1 lista os valores dos produtos comprados.

Tabela 1 – Orçamento

Componentes	Quantidade	Valor
Arduino Uno	1	R\$ 37,86
Shield Data Logger	1	R\$ 32,50
Fonte 9V	1	R\$ 22,90
Push button redondo	5	R\$ 15,00
Sensor de Chuva	1	R\$ 16,00
Módulo relé com 1 canal	1	R\$ 12,00
Módulo Display Oled Tela 0.96	1	R\$ 27,80
Cabo De Força Tripolar 3 Pinos	1	R\$ 10,00
Módulo Relé com 4 canais	1	R\$ 28,90
Tomada AC Macho	1	R\$ 5,00
Bloco terminal com 12 posições	1	R\$ 9,34
PVC 4mm	50 cm x 30 cm	R\$ 20,00
Placa Perfurada	1	R\$ 5,38
Fio Jumper	30	R\$ 10,00
Total		R\$ 252,68

Fonte: Elaborado pelo autor

Um controlador de irrigação Rain Bird custa em média R\$ 600,00 no Brasil, já o controlador de irrigação com Arduino custa em média R\$ 260,00 para ser desenvolvida. A análise dos custos demonstra que a utilização de microcontroladores de código aberto, como o Arduino, possibilita a construção de sistemas funcionais, eficientes e com investimento significativamente inferior em comparação aos equipamentos comerciais disponíveis no mercado. Esse aspecto evidencia não apenas a viabilidade econômica do projeto, mas também reforça seu potencial de aplicação prática, especialmente para pequenos e médios produtores, que frequentemente enfrentam limitações orçamentárias para adoção de tecnologias de automação agrícola.

5 CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

O desenvolvimento deste trabalho foi organizado em etapas, distribuídas entre os meses de fevereiro a junho de 2025. O cronograma contempla atividades como levantamento teórico, aquisição de componentes, montagem do protótipo, desenvolvimento do código, elaboração da estrutura física, realização de testes e validação do sistema, além da escrita, revisão e finalização do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). O Quadro 2 apresenta a distribuição das atividades ao longo dos meses de execução do projeto.

Quadro 2 – Cronograma de execução

Atividades	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
Levantamento teórico e revisão bibliográfica	X	X			
Aquisição de componentes e materiais	X	X			
Desenvolvimento do circuito eletrônico		X	X		
Desenvolvimento do código		X	X	X	
Confecção da estrutura física (caixa)			X		
Montagem e integração do sistema			X	X	
Testes, ajustes e validação				X	
Análise dos resultados				X	
Redação dos capítulos do TCC			X	X	X
Revisão e ajustes finais do TCC					X
Entrega e apresentação do TCC					X

Fonte: Elaborado pelo autor

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O protótipo da central de irrigação automatizada apresentou resultados satisfatórios em todos os testes realizados. O sistema foi capaz de executar corretamente os ciclos de irrigação, acionando a bomba e as válvulas de acordo com os parâmetros definidos pelo usuário, considerando tanto o horário programado quanto a detecção de chuva, que cancela automaticamente a irrigação em caso de precipitação.

A interface implementada no display OLED, juntamente com os botões físicos, demonstrou ser funcional e de fácil operação. O usuário consegue configurar os dias da semana, o horário de início e o tempo de duração da irrigação de forma intuitiva. Por questão de simplicidade no desenvolvimento da lógica de programação, a seleção dos dias da semana é feita de forma individual, ou seja, cada dia é habilitado ou desabilitado manualmente. Não é possível, portanto, configurar padrões como “dia sim, dia não”, uma vez que a semana possui sete dias — um número ímpar — o que tornaria esse padrão inconsistente ao longo do calendário.

A escolha de um display OLED de pequenas dimensões também representou uma limitação para a interface. Embora tenha se mostrado suficiente para exibir as informações essenciais de configuração e status, um display maior permitiria a implementação de uma interface gráfica mais completa, com organização em telas, menus mais detalhados e melhor usabilidade. Entretanto, essa decisão foi tomada considerando o foco do projeto em utilizar componentes de baixo custo, facilmente acessíveis e que garantem a viabilidade econômica da proposta.

O sistema permite alternar entre o modo automático, no qual os ciclos ocorrem conforme os parâmetros definidos, e o modo manual, que possibilita ao usuário ligar e desligar a irrigação a qualquer momento. Durante os testes, o sensor de chuva apresentou funcionamento eficiente, bloqueando imediatamente a irrigação ao detectar água, enquanto o módulo RTC manteve a contagem de tempo de forma precisa, garantindo o acionamento nos horários programados, sem desvios, mesmo após desligamentos. A gravação das configurações no cartão SD também funcionou corretamente, preservando os parâmetros definidos mesmo em casos de queda de energia, o que assegura maior confiabilidade ao sistema. Além disso, o controle dos atuadores foi realizado de forma precisa e estável, com os relés acionando corretamente tanto a bomba d’água quanto as válvulas solenoides, sem apresentar falhas ao longo dos testes.

Em termos de viabilidade econômica, o protótipo teve um custo total de aproximadamente R\$ 252,68, valor significativamente inferior ao de centrais comerciais que custam, em média, R\$ 600,00. Isso comprova que o uso da plataforma Arduino permite desenvolver soluções eficientes, de baixo custo e com possibilidade de personalização e expansão.

Apesar dos resultados positivos, foram identificadas algumas limitações. A ausência de um sensor de umidade do solo faz com que o sistema baseie o acionamento apenas no tempo programado e na detecção de chuva, sem levar em conta diretamente as condições hídricas do solo. Além disso, a interface, embora simples e eficiente, poderia ser aprimorada futuramente

com a adição de conectividade via Wi-Fi ou Bluetooth, permitindo o controle remoto por meio de aplicativo ou página web. A própria utilização de um display OLED de maiores dimensões seria uma alternativa viável para viabilizar interfaces mais detalhadas e intuitivas, caso haja orçamento disponível para a adoção de componentes de maior custo.

Para facilitar a utilização do sistema, foi elaborado um **Manual de Utilização**, que está disponível no **Apêndice A** deste trabalho. Nele, estão descritos os procedimentos para configuração dos parâmetros, navegação no menu, seleção dos dias da semana, definição dos horários, alternância entre os modos manual e automático, além de orientações para operação segura e manutenção do sistema.

De forma geral, o sistema desenvolvido atendeu plenamente aos objetivos propostos, oferecendo uma alternativa eficiente, de baixo custo e tecnicamente viável para o controle de irrigação, sendo especialmente adequado para pequenos e médios produtores que buscam otimizar o uso da água e reduzir custos operacionais.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento deste trabalho resultou na construção de um protótipo funcional de uma central de irrigação automatizada utilizando a plataforma Arduino, atendendo plenamente aos objetivos propostos. O sistema permite controlar até quatro setores de irrigação, com configuração de dias da semana, horário de início e tempo de duração dos ciclos, além de oferecer a possibilidade de operação em modo manual e a integração com um sensor de chuva, que bloqueia automaticamente a irrigação em caso de precipitação, contribuindo para a sustentabilidade e evitando desperdícios de água.

O projeto demonstrou que é tecnicamente viável e economicamente vantajoso utilizar a plataforma Arduino no desenvolvimento de sistemas de automação na agricultura. A solução proposta apresentou um custo significativamente inferior em comparação às centrais de irrigação comerciais, o que a torna acessível, especialmente para pequenos e médios produtores. Apesar de possuir menos recursos que sistemas comerciais, o protótipo cumpre com eficiência as funções básicas de uma central de irrigação. Além disso, se produzido em maior escala, seu custo pode ser ainda mais reduzido, tornando-se uma alternativa ainda mais competitiva.

A utilização do Arduino mostrou-se vantajosa devido à sua versatilidade, baixo custo e facilidade de programação, podendo ser operado e customizado até mesmo por pessoas com pouco conhecimento na área de eletrônica ou programação. Isso contribui para democratizar o acesso à tecnologia no campo, promovendo a inclusão digital, o uso racional da água e o aumento da eficiência agrícola.

Os objetivos gerais e específicos foram amplamente alcançados. Foi possível projetar, desenvolver e demonstrar um controlador de irrigação automatizado, apresentar os seus componentes e validar suas funções. Entretanto, não foi possível, dentro do escopo deste trabalho, realizar testes de desempenho do sistema em campo, aplicando-o diretamente em diferentes tipos de solo e culturas, o que é recomendado para trabalhos futuros.

Apesar das limitações, como a ausência de sensores de umidade do solo e as restrições impostas pelo uso de um display OLED de pequenas dimensões — o que limitou a criação de uma interface mais detalhada —, o sistema apresentou desempenho satisfatório. Futuramente, a adoção de um display maior ou de tecnologias como Wi-Fi e Bluetooth pode viabilizar interfaces mais completas, além de permitir o controle remoto por meio de aplicativos móveis ou páginas web.

Como sugestões para trabalhos futuros, destaca-se a realização de testes completos em uma horta real, utilizando todo o sistema de irrigação instalado, incluindo bomba, válvulas solenoides, linhas de condução e emissores, permitindo avaliar o desempenho do controlador em condições reais de operação. Além disso, recomenda-se avaliar seu funcionamento em diferentes tipos de solo, com diversas culturas agrícolas, bem como implementar sensores de umidade do solo, expandir a quantidade de setores irrigados e aprimorar a interface de usuário com telas maiores ou conectividade remota.

Dessa forma, conclui-se que o projeto não apenas cumpriu sua proposta de desenvolver um sistema de irrigação automatizado de baixo custo, como também abriu possibilidades para futuras melhorias e adaptações, tornando-se uma ferramenta replicável e escalável. O uso deste tipo de tecnologia tem um impacto significativo na agricultura, especialmente no aumento da produtividade, na otimização dos recursos hídricos e na promoção de práticas agrícolas mais eficientes e sustentáveis.

REFERÊNCIAS

- CAMARGO, Antonio Pires de. **Desenvolvimento de um controlador de irrigação para áreas experimentais**. Tese (Doutorado) — Escola superior de Agricultura Luis de Queiroz, Piracicaba, 2012. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11143/tde-29102012-094338/publico/Antonio_Pires_de_Camargo_versao_revisada.pdf. Acesso em: 14 mai. 2025.
- CARDOSO, G. G. de G.; KLAR, A. E. Manejo da irrigação por gotejamento via plataforma arduino na cultura da alface. **V INOVAGRI International Meeting**, UFB, 2017. Disponível em: https://web.archive.org/web/20180721072727id_/http://www.inovagri.org/anais/TC5450985.pdf. Acesso em: 25 mai. 2025.
- MCROBERTS, Michael. **Arduino Básico-2ª edição: Tudo sobre o popular microcontrolador Arduino**. [S.l.]: Novatec Editora, 2015.
- MORAES, Anderson de Almeida et al. Controle de irrigação automatizado controlado por placa de arduino mega. **PROJETO INTEGRADOR III FACULDADE UNA DE UBERLÂNDIA**, Faculdade Una de Uberlândia, 2018. Disponível em: https://www.scipedia.com/wd/images/6/69/Eletrica_Moraes_2018a-1921-document.pdf. Acesso em: 5 mai. 2025.
- RODRIGUES, Amnon Amoglia et al. Desenvolvimento de módulo controlador para sistemas de irrigação com interface android-bluetooth. In: **XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. Campo Grande**. [s.n.], 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Odilio-Neto/publication/308336617_DESENVOLVIMENTO_DE_MODULO_CONTROLADOR_PARA_SISTEMAS_DE_IRRIGACAO_COM_INTERFACE_ANDROID-BLUETOOTH_AMNON_AMOGLIA_RODRIGUES_ADUNIAS_DOS_SANTOS_TEIXEIRA/links/57e136fa08ae9834b4e7e70d/DESENVOLVIMENTO-DE-MODULO-CONTROLADOR-PARA-SISTEMAS-DE-IRRIGACAO-COM-INTERFACE-ANDROID-BLUETOOTH-AMNON-AMOGLIA-RODRIGUES-ADUNIAS-DOS-SANTOS-TEIXEIRA.pdf. Acesso em: 5 mai. 2025.
- SALINDO, Anthony Bruno Pereira. A plataforma arduino como estratégia tecnologica na criação de um sistema de irrigação de baixo custo para hortaliças. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Ciências Agrárias e do Ambiente) - Instituto de Natureza e Cultura da Universidade Federal do Amazonas. 2022. Disponível em: https://riu.ufam.edu.br/bitstream/prefix/6746/5/TCC_AnthonySalindo.pdf. Acesso em: 17 de abril de 2025.
- STERZECK, Paulo Roberto. Emprego do arduino para automatização de um sistema de irrigação. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) - Faculdade Anhanguera. 2021. Disponível em: https://repositorio.pgscogna.com.br/bitstream/123456789/37221/1/PAULO_ROBERTO_STERZECK.pdf. Acesso em: 5 mai. 2025.
- TESTEZLAF, Roberto. **Irrigação: Métodos, Sistemas e Aplicações**. [S.l.]: Unicamp, 2017.

APÊNDICE A – MANUAL DE UTILIZAÇÃO

O Controlador de Irrigação com Arduino foi desenvolvido para facilitar a automação da irrigação em plantações, jardins ou pequenas áreas agrícolas. O sistema permite configurar horários, quantidade de repetições, intervalos e dias da semana de forma prática e intuitiva, utilizando botões físicos e um menu interativo no display.

1 BOTÕES DE CONFIGURAÇÃO

O controlador de irrigação possui cinco botões, os quais podem ser visualizados na Figura 7, os botões S, D, E e P têm funções diferentes de acordo com o modo selecionado, já o botão M muda o modo entre "Manual" e "Automático".

Figura 7 – Central de irrigação



Fonte: Elaborado pelo autor

2 MODO MANUAL

No modo manual, o usuário pode acionar e desligar a irrigação diretamente, de forma rápida e sem depender da programação, sendo útil para testes, manutenções ou irrigações fora da rotina.

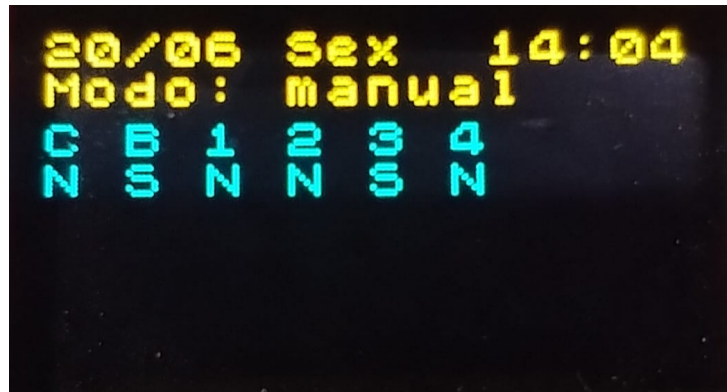
Funções dos botões no modo manual:

- **Botão S** — Aciona a válvula solenoide 1.

- **Botão D** — Aciona a válvula solenoide 2.
- **Botão E** — Aciona a válvula solenoide 3.
- **Botão P** — Aciona a válvula solenoide 4.

A Figura 8 exibe um visor com a solenoide 3 ligada, percebe-se que a bomba sempre é ligada quando há pelo menos uma solenoide ativada, e será desligada quando não houver nenhuma solenoide ativada.

Figura 8 – Modo Manual



Fonte: Elaborado pelo autor

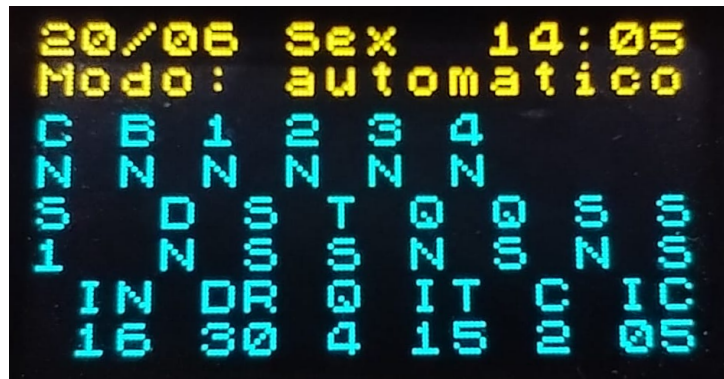
3 MODO AUTOMÁTICO

No modo automático, o sistema realiza os ciclos de irrigação conforme os parâmetros programados.

Funções dos botões no modo automático:

- **Botão S — Seleção de Seção:** alterna a exibição do setor atual (1 a 4);
- **Botão D — Cursor da Semana:** move o cursor entre os dias da semana (domingo a sábado) para ativar ou desativar a irrigação nesses dias.
- **Botão E — Alterar Valor:** modifica o valor do campo selecionado (ex.: aumenta ou diminui o número de repetições, duração, etc.).
- **Botão P — Cursor das Configurações:** move o cursor entre os campos de configuração (IN, DR, Q, IT, C, IC).

Figura 9 – Modo Automático



Fonte: Elaborado pelo autor

3.1 Parâmetros de Configuração

O funcionamento do sistema é baseado na definição dos seguintes parâmetros:

- **IN** — Início da irrigação (em horas);
- **DR** — Duração de cada repetição (em minutos);
- **Q** — Quantidade de repetições por ciclo;
- **IT** — Intervalo entre as repetições (em minutos);
- **C** — Quantidade de ciclos por dia;
- **IC** — Intervalo entre ciclos (em horas).

Por exemplo, na Figura 9, temos 2 ciclos (C), o primeiro ciclo inicia as 16 horas (IN), com intervalo entre ciclos de 5 horas (IC), ou seja, o segundo ciclo começa as 21 horas. Cada ciclo executará 4 repetições (Q) de 30 minutos (DR) com intervalo de 15 minutos (IT) entre cada repetição.

4 SENSOR DE CHUVA

O sistema possui um sensor de chuva que, ao detectar precipitação, interrompe automaticamente a irrigação, independentemente do modo de operação (manual ou automático). Esta funcionalidade contribui para a economia de água e evita desperdícios.