

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

BRUNO DE PIERI

**AUTOMAÇÃO ESTUFA COM ARDUINO UTILIZANDO PIMENTA E TOMATE
PARA EXPERIMENTAÇÃO**

MEDIANEIRA

2025

BRUNO DE PIERI

**AUTOMAÇÃO ESTUFA COM ARDUINO UTILIZANDO PIMENTA E TOMATE
PARA EXPERIMENTAÇÃO**

**Greenhouse automation with arduino using pepper and tomato for
experimentation**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Yuri Ferruzi

MEDIANEIRA

2025



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

BRUNO DE PIERI

**AUTOMAÇÃO ESTUFA COM ARDUINO UTILIZANDO PIMENTA E TOMATE
PARA EXPERIMENTAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 11/fevereiro/2025

Yuri Ferruzi
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Alberto Noboru Miyadaira
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Marcos Fischborn
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

MEDIANEIRA

2025

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Prof.Dr.Yuri Ferruzi pela sabedoria que me guiou nesta trajetória, agradeço aos demais envolvidos que não mediram força na ajuda na elaboração deste.

RESUMO

Este trabalho é direcionado à criação de um circuito elétrico para a automatização de um ambiente controlado para a criação de plantas, neste ambiente as variáveis manejadas são: água, luz e temperatura, o processo é instanciado e gerenciado por um Arduino, com o intuito do usuário de obter facilidade para o plantio de plantas em uma estufa, graças a devida automatização que o circuito definido por este proporcionará, para a validação do próprio a construção de uma estrutura para obter na prática o funcionamento do circuito no crescimento e desenvolvimento de plantas no ambiente, para fazer o controle destes elementos físicos será utilizado um sensor o DS18B20, a estrutura física estará contida um tanque para a automatização da água que entra no ambiente, que estará conectada a uma eletroválvula conectada em uma entrada de água e uma bomba de aquário para exercer a força necessária para a irrigação. A finalidade do projeto é obter um circuito teórico e criar uma estrutura para fazer o funcionamento pleno dele de forma prática e real.

Palavras-chave: plantas cultivadas; controladores programáveis; controle automático.

ABSTRACT

This is aimed at creating an electrical circuit for the automation of a controlled environment for the creation of plants. In this environment, the variables managed are: water, light and temperature. The process is instantiated and managed by an Arduino, with the user's intention of obtaining ease for planting plants in a greenhouse, thanks to the due automation that the circuit defined by it will provide. For the validation of the circuit itself, the construction of a structure to obtain in practice the operation of the circuit in the growth and development of plants in the environment. To control these physical elements, a DS18B20 sensor will be used. The physical structure will contain a tank for the automation of the water that enters the environment, which will be connected to an electrovalve connected to a water inlet and an aquarium pump to exert the force necessary for irrigation. The purpose of the project is to obtain a theoretical circuit and create a structure to make it fully operational in a practical and real way.

Keywords: cultivated plants; programmable controllers; automatic production

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Considerações iniciais.....	14
2	OBJETIVOS.....	15
3	REVISÃO DA LITERATURA.....	16
3.1	Fenômenos Biológicos Relacionados.....	16
3.2	Funcionamento de Microcontroladores.....	17
3.3	RS232	17
4	MATERIAIS E MÉTODOS	20
4.1	Materiais.....	20
4.2	Métodos.....	21
4.3	Tratamento de Dados	24
5	RESULTADOS.....	26
5.1	Escopo do Sistema	26
5.2	Construção do sistema.....	26
5.3	Apresentação do sistema.....	26
5.4	Implementação do sistema.....	27
5.5	Discussões	29
6	CONCLUSÃO	33
	REFERÊNCIAS	34
	APÊNDICE A - Programa em c para o microcontrolador	35
	APÊNDICE B - Programa e dados complementares.....	39

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações iniciais

A criação de um ambiente controlado para a criação de plantas(Pimenta e Tomate), estufa, para a sua implementação, é necessário controlar variáveis físicas que interferem no crescimento das espécies desejadas, das variantes a que terá seu controle por meio de um microcontrolador na atribuição deste: luz, água e temperatura.

O controle da incidência luminosa no ambiente, deriva a sua importância na velocidade e eficiência de crescimento das plantas, o controle do tempo de noite têm sua importância em processos biológicos dela como germinação e produção de frutos, dado o nome desse fenômeno de fotoperiodismo, implicando que algumas plantas podem receber incidência em um período de luz de forma artificial para auxiliar no seu crescimento.

A implementação do Arduino concede a automatização e a facilidade para o usuário de manejo dos processos necessários para a elaboração de uma estufa de morango, tendo em vista a produção do fruto e a maximização da eficiência do processo gerador deste.

2 OBJETIVOS

Desenvolver um protótipo de um circuito elétrico de um sistema para o controle de estufa que visa a criação de plantas, um circuito com a capacidade de controlar o tempo de iluminação, irrigação e temperatura.

Desenvolver uma estrutura física(estufa) que habilita a implementação do circuito pré suposto no objetivo geral, uma estrutura isolada que abstém de incidência de luz luminosa na medida do possível.

Minimizar os custos da produção do projeto, garantindo a qualidade e a eficiência do pressuposto protótipo.

Fácil utilização do usuário, contendo a fácil implementação do próprio por qualquer usuário que tenha a vontade de criar uma estufa para cultivo de plantas.

O objetivo deste projeto é a implementação de um ambiente isolado que tende a controlar as variáveis citadas na criação de plantas, este controle feito pelo próprio Arduino, a temperatura terá a sua leitura com o DS18B20, para posteriormente fazer o controle com o exaustor e Coolers quando necessário para manter a temperatura desejada. A irrigação por sua vez é temporizada, o manejo do tanque também, e a uma entrada para o seu preenchimento, quando há a necessidade de irrigação, um comando com sua entrada advindo do Arduino, com a atuação deste acionando uma bomba para bombear a água.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Fenômenos Biológicos Relacionados

Para o crescimento de plantas em um ambiente controlado há fenômenos biológicos inerente, que impactam na velocidade da reação de processos naturais da planta, o tempo de incidência de luz, uma propriedade física do ambiente está contida em um processo chamado fotoperiodismo, um processo característico que relaciona o crescimento e floração de plantas com a quantidade de luz obtida.

Há diferentes fotorreceptores contidas neste processo denominados fitocromos, apresentados de duas formas diferentes, fitocromos estão interligados ao comprimento de onda da incidência da fonte luminosa entre 660 nm a 730 nm, modificando o atuado em processos como o desenvolvimento, floração, germinação, abertura e fechamento dos estômatos, classificando plantas conforme a capacidade de tempo em contado com a luz em três grupos, plantas de dias longos, plantas de dias curtos e plantas neutras. (SCHWAMBACH, 2014).

A radiação incidente em culturas de plantas em um ambiente controlado (estufa) é uma variável controlável, que cria modificadores nos envolvidos de forma que difere o crescimento das próprias, estas que dependem de sua área foliar, posição solar, geometria e tamanho de folha, ângulo de distribuição, idade, arranjo de plantas, época do ano e nebulosidade, tanto que o excesso de incidência ou incidência acima do ótimo, têm a criação de problemas de saturação nas folhas, entretanto os valores controlados de forma concisa tendem a melhorar a eficiência na criação destas. (RADIN *et al.*, 2003)

A absorção de água e sais minerais provém das raízes, aspecto que está contido embutido no solo, duas propriedades fundamentais há na composição do solo no funcionamento conciso deste processo inerentes das plantas, a adesão e a coesão, originando a absorção da água em um processo denominado osmose, que depende dos sais contidos no meio, estes que se estão em grandes concentrações (hipertônicos) desenvolvem a inversão do processo tendendo a planta a liberar água ao invés de absorvê-la.

Os elementos químicos que estão contidos na planta e no solo necessário para o desenvolvimento pleno, são classificados em elementos benéficos e elementos

essenciais, os elementos benéficos atuam para a melhorar o desenvolvimento e como principais representantes desse meio estão o sódio, selênio e silício, elementos essenciais são denominados desta forma devido a sua atuação, indispensável para a vida da planta, eles são específicos e não podem ser substituídos.(SCHWAMBACH, 2014)

A temperatura é uma variável que pode ser controlada em um ambiente controlado (estufa), é um elemento que orienta a planta assim como a luz em fator do tempo e estações, e têm uma característica fundamental de interagir com a velocidade das reações químicas, principalmente com o CO₂ transmutando o processo normalizado da fotorrespiração, e em plantas oleaginosas a temperatura regula o perfil lipídico, estes que em baixas temperaturas apresentam ácidos graxos poliinsaturados e em altas saturados, e há uma relação entre o fator limitante de crescimento de vegetais e a quantidade de calor contido no ambiente, plantas se adaptaram a variações destas originando diferenças morfológicas, um exemplo está presente nas plantas de clima frio na seiva está contido açúcares.(SILVEIRA, 2019)

3.2 Funcionamento de Microcontroladores

Para a Utilização de microcontrolador é natural o uso de linguagem C, o desenvolvimento em C permite uma grande velocidade na criação dos projetos, devido a sua facilidade de programação e portabilidade, permitindo modificar programas de um sistema para o outro com o mínimo de esforço.

A arquitetura dos PIC é definido como tipo Harvard, no tipo Harvard há dois barramentos internos, sendo um de dados e outros de instruções, no caso do PIC o barramento de dados é 8 bits e o de instruções pode diferir entre 12,14 ou 16 bits.(SOUZA, 2005)

A programação consiste na transferência de uma ideia lógica, necessária para o comprimento de um objetivo a determinar, para uma série de sequência e comando, estes que serão interpretados e executados por uma máquina, no conjunto de comprimento desta tarefa utiliza-se uma lógica de procedimentos, exposição do problema, caracterizado por definir o problema a ser analisado, Análise da solução, definido o problema consta a elaboração da forma de maximização da solução mais efetiva para o caso, Codificação da solução, etapa marcada pela criação do algoritmo

que melhor define a solução para o problema apresentado, tradução do código, partindo da sequência anterior esta etapa é caracterizado pela elaboração de comandos interpretados pela linguagem, depuração, etapa para a correção de bugs que podem ocorrer na elaboração do procedimento.(PEREIRA, 2007)

3.3 RS232

A comunicação via RS232 atua de forma assíncrona, para funcionamento não estão contidos sincronismo entre os dois pontos conectados, a sua conexão física é formada com duas vias, Tx e Rx, a via Tx para transmissão e a via Rx para a recepção, devido a essas propriedades intrínsecas desta conexão, permite-se o envio e recepção de informação ao mesmo tempo, cada qual em sua via, devido ao assincronismo da comunicação em seu enlace, o sincronismo deve ser feito pela própria via de dados.

A sua velocidade de comunicação (baud rate), para o funcionamento esperado do baud rate, propriedades devem estar conforme o padrão, ambos os lados devem estar ajustados para a mesma velocidade de comunicação.

O tamanho dos dados(intervalo de cada bit) devem estar ajustados conforme o padrão, originando o sincronismo através do dado inicial(start bit), a conexão dos elementos envolvidos deve ser invertida transmissor com o receptor, conectando o Tx de um elemento com o Rx de outro elemento de forma a ficar invertida, conseqüentemente após o envio de dados para a finalização há um envio do dado final(stop bit), neste momento há o encerramento da comunicação (SOUSA DAVID JOSE DE SOUZA, 2010).

O RS232 é um padrão de camada física desenvolvido em 1960, ele define características do sistema para a comunicação de dados de um sistema terminal para um sistema receptor, não constando o protocolo de comunicação, permite-se a utilização de protocolos síncronos e assíncronos neste modelo, há constância em sua comunicação em sua maioria em RS232 o protocolo assíncrono, para a conexão física utiliza-se um conector de vinte e cinco pinos DB-25 utilizando 22 pinos de sinais e terra, um conector macho DTE e um conector fêmea para o DCE, outra forma de aplicação utiliza-se um conector DB-9, este que é a forma mais comum de utilização e somente a forma de ligação assíncrona é permitida neste conector (ZANCO, 2008).

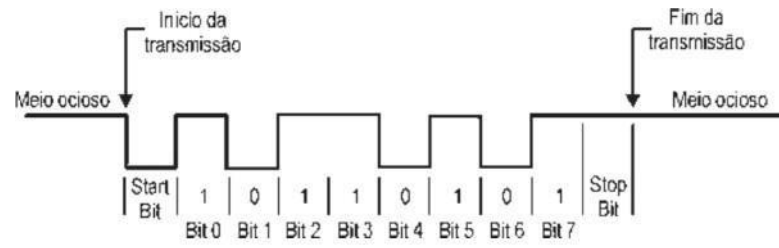
Figura 1 – Níveis lógicos presentes na linha de transmissão

Figura 99

Fonte: ZANCO (2008).

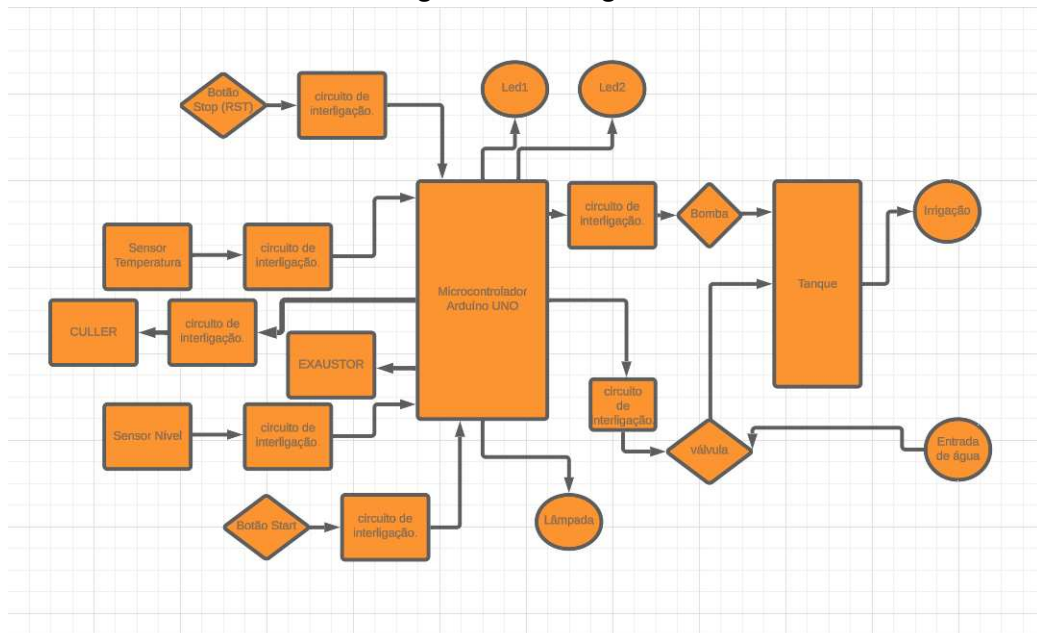
4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Materiais

Figura 17 e figura 18 apresentam a estrutura física da estufa cuja a base de madeira e vidro que estão contidos os demais componentes do projeto. Tanque figura 19, utilizado para reservatório e distribuição de água. Sensor de Nível de água, componente utilizado para a medição do nível da água no tanque, eletroválvula componente com sua utilização para o manejo da entrada de água para o preenchimento do tanque, bomba de aquário, elemento com o propósito de bombear a água do tanque para as plantas.

Arduino, componente necessário para o controle dos processos desejados para a automatização da estufa, sensor DS18B20, utilização para a medição da temperatura contida no ambiente, Coolers e Exaustor, utilizado para a ventilação e controle da temperatura no local, Display, componente necessário para a visualização da temperatura para o usuário.

Figura 2 – Fluxograma1



Fonte: Autoria própria (2024)

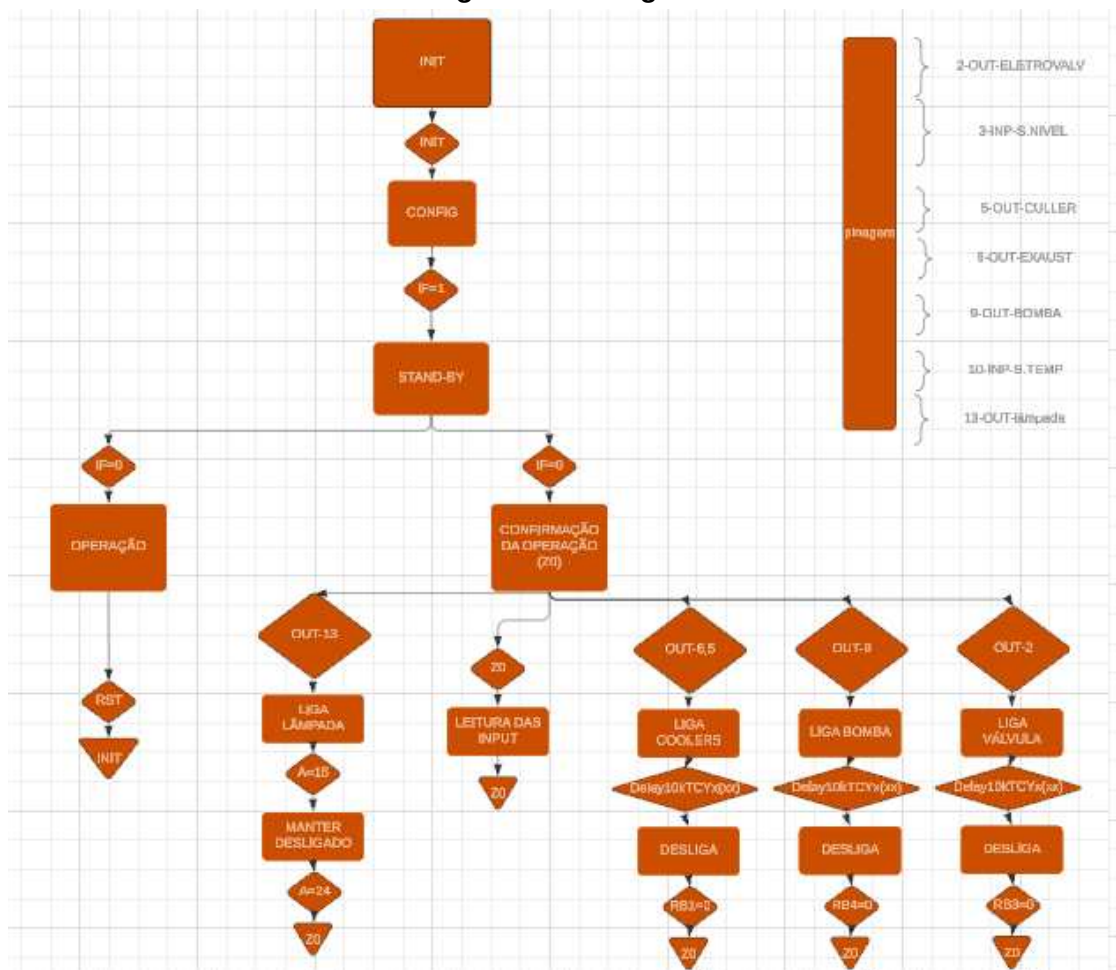
4.2 Métodos

Para a ocorrência dos acionamentos seguirem o padrão planejado, este padrão descrito na Figura 2. Surge a necessidade de adaptação dos elementos contidos no projeto para estes atuarem de forma desejada.

A Figura 3, consiste uma análise lógica do comportamento desejado para o circuito.

O método consiste em dividir em pequenos subsistemas o sistema, testar se os elementos de entrada e saída conferem com o desejado, no caso de falha, identificar o problema e solucioná-lo, mantendo este processo cíclico até o resultado desejado.

Figura 3 – Fluxograma2



Fonte: Autoria própria (2024)

Para o Arduino, a implementação do código deriva da conexão com o

computador para a gravação deste.

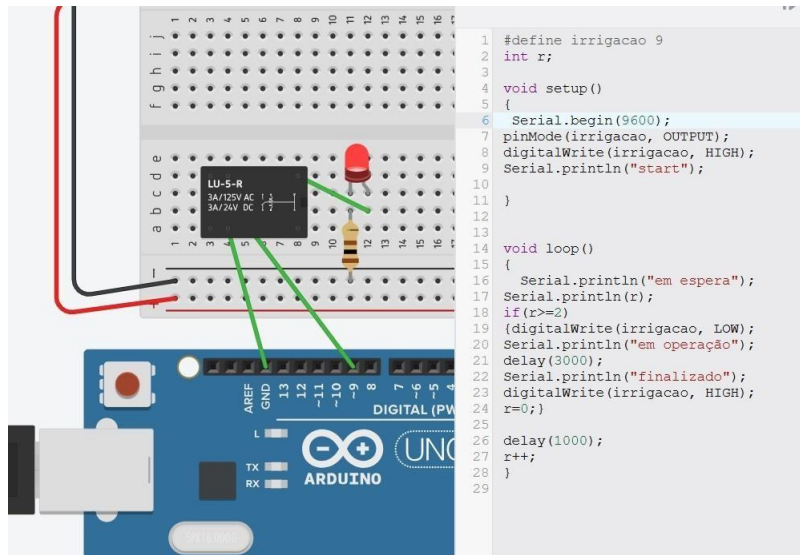
Para a elaboração foi utilizado um método de análise em quatro etapas, simulação em software Tinkercad, simulação em software (Arduino 1.8.18), simulação em circuito isolado e simulação em circuito físico em sua totalidade.

O código da listagem 4 é parte do processo de desenvolvimento do sistema de irrigação, este que foi testado pelas quatro etapas.

O Código da Figura 5 foi utilizado para fazer a leitura das variáveis no software Arduino 1.8.18. na segunda etapa.

O primeiro passo representado como exemplo a figura 4. Para representar o terceiro passo, teste do sensor de temperatura DS18B20 figura 6, para finalizar testando em circuito completo como na figura 4

Figura 4 – teste tinkercad



Fonte: Autoria própria (2024)

Figura 5 – teste Arduino

The screenshot shows the Arduino IDE interface. The sketch editor on the left contains the following code:

```

sketch_aug20a | Arduino 1.8.18
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda

sketch_aug20a
#define irrigacao 9
int r;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(irrigacao, OUTPUT);
  digitalWrite(irrigacao, HIGH);
  Serial.println("start");
}

void loop()
{
  Serial.println("em espera");
  Serial.println(r);
  if(r>=10)
  {digitalWrite(irrigacao, LOW);
  Serial.println("em operação");
  delay(30000);
  Serial.println("finalizado");
  digitalWrite(irrigacao, HIGH);
  r=0;}

  delay(1000);
  r++;
}

```

The serial monitor on the right, connected to COM6, displays the following output:

```

em espera
2
em espera
3
em espera
4
em espera
5
em espera
6
em espera
7
em espera
8
em espera
9
em espera
10
em operação
finalizado
em espera
1
em espera
2

```

At the bottom of the serial monitor, the 'Auto-rolagem' checkbox is checked, and the 'Show timestamp' checkbox is unchecked.

Fonte: Autoria própria (2024)

4.3 Tratamento de Dados

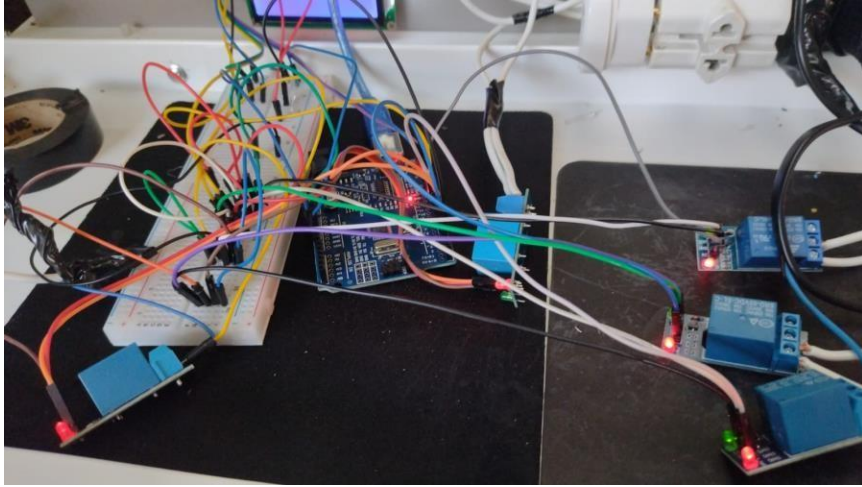
O software utilizado para a introdução do código ao Arduino é o software gratuito Arduino versão 1.8.18, e o software de simulação utilizado é o Tinkercad da Autodesk gratuito

Figura 6 – teste Circuito Isolado DSB20



Fonte: Autoria própria (2024)

Figura 7 – Circuito Completo Instalado



Fonte: Autoria própria (2024)

5 RESULTADOS

5.1 Escopo do Sistema

O Circuito desenvolvido é um protótipo que gera a automatização de um ambiente controlado para o cultivo de plantas. Das quais controlam as variáveis físicas água, luz e temperatura. Desenvolvido no Arduíno e programado em linguagem C.

Foi desenvolvido de modo a facilitar para o usuário a criação de plantas em uma estufa, de modo que para o mesmo têm para o funcionamento do sistema após a sua implementação apenas o trabalho de ligar na tomada, desta forma auxiliando o cultivo em ambiente controlado para estes.

O protótipo não visa a maximização do crescimento das plantas, ele não teve foco em minimizar a quantidade de água gasta.e a eficiência energética de energia consumida pelo elementos desenvolvidos.

Os dados deste projeto não são válidos para um estudo de fotoperiodismo de maximização em crescimento das plantas, as variáveis não controladas têm influência significativa, no desenvolvido destas estão contidos os elementos químicos no solo e o controle de pestilência e até a seleção de sementes, característica necessária para a validação dos resultados do estudo de fotoperiodismo.

5.2 Construção do sistema

Para a construção no sistema, a utilização do Tinkercad como listado na figura 8 e figura 9 com o projeto dimensionado para P1 ser a tensão da tomada 127V.

Para os testes foram utilizados códigos como listagem 4, que no final resultam no programa definitivo.

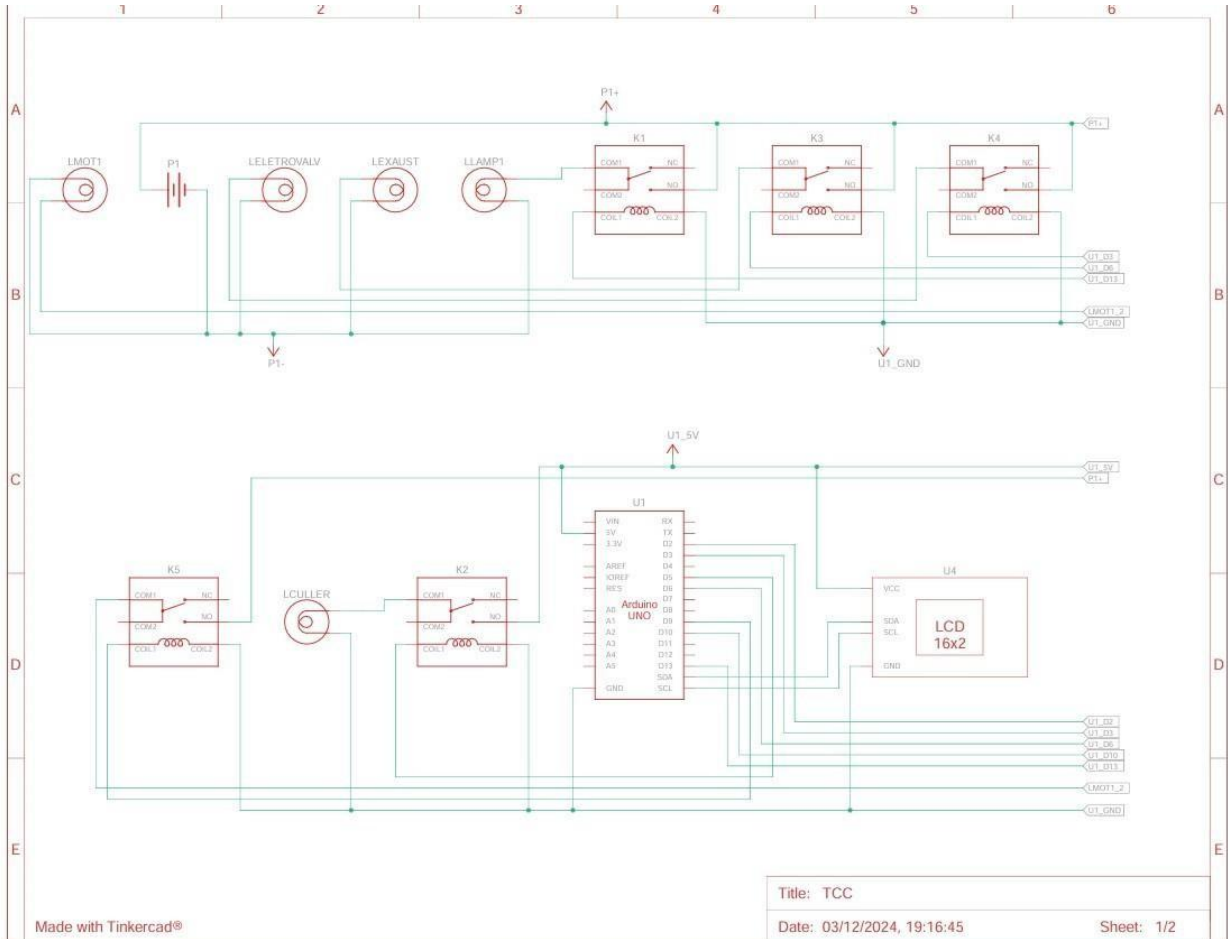
O código definitivo desenvolvido está na Listagem 1 e com sua continuação em Listagem 2 e Listagem 3.

5.3 Apresentação do sistema

Para testar as funcionalidades do sistema foi desenvolvido a estrutura, e plantado uma leva de quatro plantas como na figura 10, no qual observou a sua

desenvoltura com a implementação do circuito elaborado, atuando de forma contínua para o seu crescimento.

Figura 8 – Modelagem do Circuito 1



Fonte: Autoria própria (2024)

5.4 Implementação do sistema

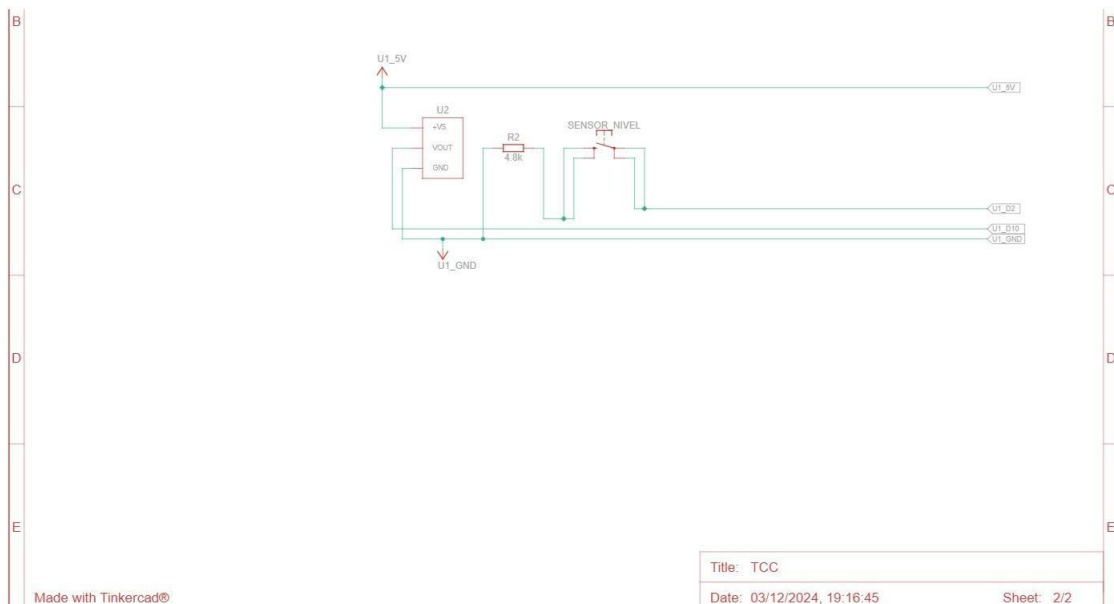
Os valores obtidos nos tempos de atuação de cada elemento foram obtidos de forma experimental e prática, como na listagem 5, foi constatado um bom tempo de atuação 600 segundos para o Exaustor e Coolers, analisando que um tempo muito curto originaria partidas sucessivas, e o tempo para resfriar o ambiente é longo devido a potência instalada.

Para o acionamento da eletroválvula, descrito na Listagem 6, o tempo utilizado é de 40 segundos, para dimensionar há a dependência da pressão no cano da

entrada e do tamanho do tanque, de forma prática foi acionado a válvula e visto a vazão que está proporcionava no tanque, calculado o tempo necessário para encher e não transbordar o tanque tendo em consideração que o nível de água estaria abaixo do sensor de nível, e este se encontraria fechado.

Para evitar de criar variáveis para processos separados, houve a decisão de criar uma forma de contar o tempo como descrito na listagem 7, foi adicionado um Delay de 1 segundo para constar que cada ciclo do controlador de torne 1 segundo, definindo as variáveis t=segundo m=minuto e h=hora e habilitando um contador.

Figura 9 – Modelagem do Circuito 2



Fonte: Autoria própria (2024)

Figura 10 – Start do teste



Fonte: Autoria própria (2024)

Apesar de cada processo utilizar Delay que deixa pendente o tempo medido foi adicionado fator de correção para cada elemento válido que atrase o tempo de forma relevante. Foram utilizadas bibliotecas, a biblioteca OneWire.h (um arrame) para criar uma rede através de uma diferença de potencial em um resistor de 4,8K Ohms e posteriormente ser utilizada para o sensor DSB20, a biblioteca DallasTemperature.h desenvolvida para a implementação do sensor da Dallas o DS18B20, e a biblioteca LiquidCrystal para utilização do Display.

Figura 11 – Desenvoltura das Plantas 1



Fonte: Aatoria própria (2024)

Figura 12 – Desenvolturas das Plantas 1.1



Fonte: Aatoria própria (2024)

5.5 Discussões

Por mais que não estavam sujeitas a controle, algumas variáveis impactaram de forma impactante na desenvoltura do projeto, o que acarretou por exemplo na morte na primeira leva de plantas como descrito na figura 14, encontrando a presença de formigas e diversos insetos como na figura 15 e figura 16, o que ocasionou devido a luz e o mal isolamento da estufa, o que foi necessário aplicar medidas de controle como a aplicação de insecticida, o que na segunda leva levou o desenvolvimento das plantas.

A sensibilidade do sistema a distúrbios externos é um problema que leva a validação do funcionamento do projeto em sua plenitude, uma vez que devido por falhas externas como por exemplo falta de luz ou qualquer coisa que leve ao reset forçado do Arduino, leva a este a zerar os contadores de tempo, ocasionando um problema na atuação de processos temporizados.

Figura 13 – Desenvoltura das Plantas 1.2



Fonte: Aatoria própria (2024)

Figura 14 – 1 Leva de Plantas



Fonte: Aatoria própria (2024)

Figura 15 – Gafanhoto



Fonte: Aatoria própria (2024)

Figura 16 – Folha mordida



Fonte: Autoria própria (2024)

6 CONCLUSÃO

O protótipo controlou de forma consistente as variáveis planejadas, temperatura, água e luz, a estrutura física apresentou capacidade de sediar a criação de plantas, com um pequeno problema de isolamento, as tentativas de minimizar os custos foram coerentes, o descarte da utilização do sensor de água no solo, para optar em fazer um controle de água temporizado e a a necessidade de somente um sensor de nível ao invés de dois para fazer o controle do tanque, temporizando-o como exemplo.

O circuito criado se tornou um sistema sensível a distúrbios externos, a fácil utilização do usuário depois da implementação, com a simples necessidade deste depois de implantado apenas ligar na tomada para iniciar o funcionamento.

Para o estudo do fotoperiodismo da planta, fazer uma análise válida foi notado a necessidade de controlar todas as variáveis, principalmente o solo, em um estudo de maximização, o que não estava na proposta do circuito apresentado.

para trabalhos futuros sugere-se a continuidade desse processo, para um circuito que realmente e maximize todas as variáveis, faça uma análise concreta do fenômeno de fotoperiodismo e como podemos maximizá-lo em um ambiente controlado, e outra sugestão para o tema proposto, fazer um circuito que controle diversas estufas de forma automatizada por meio de um mestre, em algum protocolo mestre escravo a desenvolver.

REFERÊNCIAS

PEREIRA, F. **Microcontroladores PIC: programação em C**. [S.l.]: Saraiva Educação SA, 2007.

RADIN, B. *et al.* Eficiência de uso da radiação fotossinteticamente ativa pela cultura do tomateiro em diferentes ambientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, SciELO Brasil, v. 38, p. 1017–1023, 2003.

SCHWAMBACH, G. C. S. C. **Fisiologia Vegetal**: introdução as características, funcionamento e estruturas das plantas e interação com a natureza. [S.l.]: Editora Érica, 2014.

SILVEIRA, G. C. Talita Antonia da. **Fisiologia Vegetal**. [S.l.]: Sagah Educação S.A., 2019.

SOUSA DAVID JOSE DE SOUZA, N. C. L. Daniel Rodrigues de. **Desbravando o Microcontrolador PIC18: Pic18f4520 recusos avançados**. [S.l.]: Érica, 2010.

SOUZA, D. J. de. **Desbravando o PIC: ampliado e atualizado para PIC 16F628A**. [S.l.]: Saraiva Educação SA, 2005.

ZANCO, W. da S. **Microcontroladores PIC**: Técnicas de software e hardware para projetos de circuito eletrônico. [S.l.]: Editora Érica, 2008.

APÊNDICE A – Programa em C Para o Microcontrolador

Listagem 1 – Programa

```

#include <LiquidCrystal_I2C.h>

#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>

int    Lamp1=13;
#define dgpino 10
#define irrigacao 9
#define exhaust 6
#define culler 5
#define eletrovalv 2
#define nivel 3

OneWire oneWire (dgpino );
DallasTemperature  sensors (&oneWire );

float temp;
int t=0;int; int m=0;int h=0;int x=0;int y=0;

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);

void setup ()
{
pinMode(eletrovalv , OUTPUT);
pinMode(nivel, INPUT_PULLUP);
digitalWrite(eletrovalv, HIGH);

pinMode (Lamp1 , OUTPUT);
pinMode(irrigacao, OUTPUT);

digitalWrite(Lamp1, LOW);

pinMode(exhaust , OUTPUT);
pinMode(culler , OUTPUT);

```

Fonte: Autoria própria (2025)

Listagem 2 – Programa1.1

```

1
2  digitalWrite(irrigacao, HIGH);
3    digitalWrite(exhaust, HIGH);
4    digitalWrite(culler, HIGH);
5    sensors.begin();
6    lcd.init();
7    lcd.backlight();
8    lcd.setCursor(2,0);
9    lcd.print("
Temperatura");10
11
12 }
14
15 void loop ()
16 {
17   sensors.requestTemperatures();
18   sensors.requestTemperatures();
19   temp=sensors.getTempCByIndex(0);
20   lcd.setCursor(5,1);
21   lcd.print(sensors.getTempCByIndex(0));
22   lcd.setCursor(10,1);
23   lcd.prin
t(" C");24
25   if(digitalRead(nivel)==0)
26   {digitalWrite(eletovalv, LOW);
27   delay(40000);
28   digitalWrite(eletovalv,
HIGH);}29
30
31   if(h==23) //irrigação
32   {
33     if(x==0)
34     {digitalWrite(irrigacao, LOW);
35     delay(30000);
36     digitalWrite(irrigacao, HIGH);
37     x=1;
38   }
39 }
40
41   if(temp >=29.00)
42   {
43     digitalWrite(exhaust, LOW);
44     digitalWrite(culler, LOW);
45     delay(600000);
46     digitalWrite(exhaust, HIGH);
47     digitalWrite(culler, HIGH);
48     m=m+10;
49   }

```

Listagem 3 – Programa1.2

```
1
2  if (h== 15){ // desliga lampada
3    if (y==0)
4  {
5    digitalWrite(Lamp1, HIGH);
6    y=1;
7    }}
8    //liga lampada
9  if (h==24) // liga lampada
10 {
11  digitalWrite (Lamp1, HIGH);
12  }
13  if (t==60){
14    m++;
15    t=0;}
16  if (m>=60){
17    h++;
18    m=0;}
19
20  if (h== 25){
21    h= 1;
22    x=0;
23    y=0;
24    }
25
26  delay (1000);
27  t++;
28
29 }
```

Fonte: Autoria própria (2025)

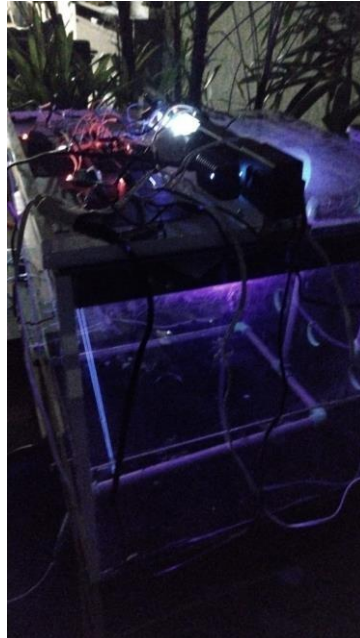
APÊNDICE B – Programa e Dados Complementares

Figura 17 – Estufa Inicial



Fonte: Aatoria própria (2024)

Figura 18 – Estufa noite



Fonte: Aatoria própria (2024)

Figura 19 – Tanque



Fonte: Autoria própria (2024)

Tabela 1 – Preço dos materiais em 2024

<i>Listagem</i> [item]	<i>Nome</i> [unidade]	<i>valor</i> [Reais]	<i>Quantidade</i> [unidades]
1	Estrutura	150	1
2	DSB20	18,44	1
3	Eletroválvula 220V Rosca 3/4	50,75	1
4	Lâmpada Roxa	29,9	1
5	Culler	12,9	3
6	Exaustor	94,98	1
7	Display LCD módulo I2C	47,84	1
8	Microcontrolador Arduino	38,9	1
9	Bomba p/ aquário	23,8	1
11	fonte chaveada 12V	20,99	1
12	Kit Leds	31,9	1
13	Relé 10A/5V	8,95	5
14	Sensor de Nível de água	23	1
15	Demais elementos do circuito	110	1
16	Tubo	50	1
17	Filtro de Linha com Capacitor	120	1
-	Soma	893,95	

Fonte: Autoria própria (2025)

Listagem 4 – Irrigar Teste

```

#define irrigacao 9
int r;

void setup ()
{
  Serial.begin (9600);
  pinMode(irrigacao, OUTPUT);
  digitalWrite(irrigacao, HIGH);
  Serial.println("start");
}

void loop ()
{
  Serial.println("em espera");
  Serial.println(r);
  if (r>=10)
  {digitalWrite(irrigacao, LOW);
  Serial.println("em operação");
  delay (30000);
  Serial.println("finalizado");
  digitalWrite(irrigacao, HIGH);
  r = 0;}

  delay (1000);
  r++;
}
}

```

Fonte: Autoria própria (2025)

Listagem 5 – Acionamento Exaustor e Culler

```

if (temp >= 29.00)
{
  digitalWrite(exhaust, LOW);
  digitalWrite(culler, LOW);
  delay (600000);
  digitalWrite(exhaust, HIGH);
  digitalWrite(culler, HIGH);
  m=m+10;
}

```

Fonte: Autoria própria (2025)

Listagem 6 – Acionamento Eletrovalvula

```
if(digitalRead(nivel)==0)
{digitalWrite(eletovalv, LOW);
delay ( 40000 );
digitalWrite(eletovalv, HIGH);}
```

Fonte: Aatoria própria (2025)

Listagem 7 – Timer

```
if (t==60){
    m++;
    t=0;}
if (m>=60){
    h++;
    m=0;}

if (h== 25){
    h=1;
    x = 0;
    y = 0;
    }

delay (1000);
t ++;
```

Fonte: Aatoria própria (2025)