

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**DEPARTAMENTO DE ELETRÔNICA**

**JOÃO PEDRO DOS REIS MENDES**  
**JOÃO HENRIQUE CAMPOS SOARES**  
**RUDINEI KUZNIER SILVA**

**ESTUFA AUTOMATIZADA:**  
**RELATÓRIO FINAL**

**CURITIBA**

**2023**

**JOÃO PEDRO DOS REIS MENDES**  
**JOÃO HENRIQUE CAMPOS SOARES**  
**RUDINEI KUZNIER SILVA**

**ESTUFA AUTOMATIZADA:**  
**RELATÓRIO FINAL**

Relatório Final apresentado(a) como requisito para conclusão da matéria de Oficina de Integração 1, do curso de Engenharia de Computação, do Departamento de Eletrônica, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador(a): Prof(a). Dr(a). Ronnier Frates Rohrich

**CURITIBA**

**2023**

## RESUMO

MENDES, João Pedro dos Reis; SOARES, João Henrique Campos; KUZNIER, Rudinei Silva. **Estufa Automatizada: Relatório Final**. 2023. 20 f. Relatório Final de Oficina de Integração 1 (Bacharelado em Engenharia de Computação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2023.

Documento referente ao relatório final do projeto da matéria de Oficinas de Interação 1. Tem como objetivo relatar o processo de criação de uma estufa automatizada utilizando um sistema micro-controlado. Na parte de *Hardware* [2], o esquema elétrico foi desenvolvido no *Software* Proteus 8 e soldado em placas universais perfuradas, permitindo uma conexão confiável, sendo dividido em módulo frontal e módulo central. Além disso, foi mostrado as funcionalidades de cada parte do projeto no capítulo de *Software* [4], no qual, fluxogramas e tópicos dos componentes elucidam a lógica utilizada e suas funcionalidades. O documento também apresenta a lista de componentes utilizados [5] e o preço total. Por fim, a equipe atingiu os objetivos esperados, entregando um sistema micro-controlado por um ESP32 junto a sua estrutura física para demonstração do seu funcionamento.

**Palavras-chave:** Micro-Controlador. ESP32. Estufa Automatizada. Ecologia. Sensores.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO . . . . .</b>	<b>4</b>
1.1	OBJETIVO GERAL . . . . .	4
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS . . . . .	5
<b>2</b>	<b>HARDWARE . . . . .</b>	<b>6</b>
2.1	CIRCUITO ELÉTRICO . . . . .	7
2.1.1	ESP32 . . . . .	7
2.1.2	DHT22 . . . . .	8
2.1.3	Sensor de umidade do solo . . . . .	8
2.1.4	Sensor LDR . . . . .	8
2.1.5	PC817 . . . . .	8
2.1.6	7805 . . . . .	8
2.1.7	Resistores . . . . .	8
2.1.8	TIP122 . . . . .	9
2.1.9	BC548 . . . . .	9
2.1.10	Diodos . . . . .	9
2.1.11	Relés . . . . .	9
2.1.12	Ventoinhas . . . . .	9
2.1.13	Bomba d' água . . . . .	9
2.1.14	LED para plantas . . . . .	9
2.1.15	Lâmpada incandescente . . . . .	10
<b>3</b>	<b>SOFTWARE . . . . .</b>	<b>11</b>
3.1	ESP32 . . . . .	11
3.2	XAMPP . . . . .	11
3.2.1	Protocolo HTTP . . . . .	11
3.2.2	Banco de dados . . . . .	12
3.2.3	Interface Web . . . . .	13
<b>4</b>	<b>MECÂNICA . . . . .</b>	<b>16</b>
4.1	PLANEJAMENTO E PROJETO . . . . .	16
4.1.1	Materiais e fundação . . . . .	17
4.1.2	Estrutura e Paredes . . . . .	17
4.1.3	Sistema de Ventilação . . . . .	17
<b>5</b>	<b>LISTA DE MATERIAIS . . . . .</b>	<b>18</b>
<b>6</b>	<b>RESULTADOS E CONCLUSÃO . . . . .</b>	<b>19</b>
	<b>REFERÊNCIAS . . . . .</b>	<b>20</b>

# 1 INTRODUÇÃO

A agricultura desempenha um papel vital na sustentabilidade alimentar e ambiental de nosso planeta. Com a crescente demanda por alimentos saudáveis e o impacto das mudanças climáticas, a necessidade de soluções inovadoras no cultivo de plantas tornou-se imperativa. Nesse contexto, o projeto da estufa automática surge como uma alternativa promissora para otimizar o processo de cultivo, proporcionando condições ideais para o crescimento e desenvolvimento das plantas.

Nesse cenário, uma estufa automática utiliza tecnologias avançadas para criar um ambiente controlado, no qual é possível regular fatores como temperatura, umidade, iluminação e ventilação. Ao automatizar esses parâmetros, é possível maximizar a produtividade e a eficiência do cultivo, garantindo colheitas mais saudáveis e abundantes [(SARTURI, 2023)].

Este relatório apresentará em detalhes o projeto de uma estufa automática, abordando sua estrutura, funcionamento e os principais componentes utilizados. Além disso, serão discutidos os benefícios esperados com a implementação dessa tecnologia, incluindo a redução do consumo de recursos naturais, o aumento da produtividade e a melhoria da qualidade dos produtos cultivados.

Ao longo deste relatório, serão explorados os desafios enfrentados durante o processo de projeto e as soluções adotadas para superá-los. Também serão discutidas as etapas de implementação, incluindo a seleção de sensores e atuadores adequados, a integração de sistemas de controle e a implementação de estratégias de automação eficientes.

Por fim, serão apresentados os resultados obtidos com a estufa automática em funcionamento, incluindo dados de desempenho, análise de custos e impacto ambiental. A conclusão deste relatório destacará os benefícios e as possíveis melhorias para projetos futuros, evidenciando o potencial da estufa automática como uma solução inovadora e sustentável para a agricultura moderna.

## 1.1 OBJETIVO GERAL

Criação de uma estufa automática para criar um ambiente controlado para o cultivo de plantas, proporcionando condições ideais de temperatura, umidade e luminosidade para o seu crescimento e desenvolvimento. A estufa permite que as plantas sejam cultivadas fora de sua estação de crescimento normal ou em regiões onde as condições climáticas não são favoráveis.

Além disso, a estufa protege as plantas de intempéries, pragas e doenças, proporcionando um ambiente seguro e propício ao cultivo.

## 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

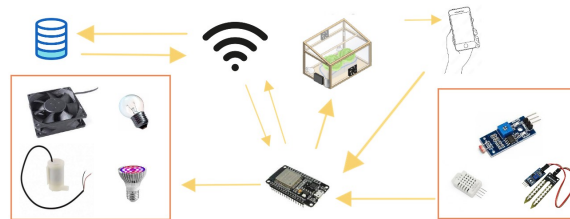
Criação de um sistema micro-controlado que permita:

- Controle remoto do usuário via interface web.
- Controle de atuadores por meio de parâmetros predefinidos como umidade do solo, temperatura e luminosidade exterior.
- Permitir cadastro de novas plantas, atualização e deleção de plantas já presentes do banco de dados.
- Exibir séries temporais de valores lidos pelos sensores de umidade do solo, temperatura e umidade do ar, e luminosidade.
- Escolha de modo manual ou automático para o funcionamento da estufa.

## 2 HARDWARE

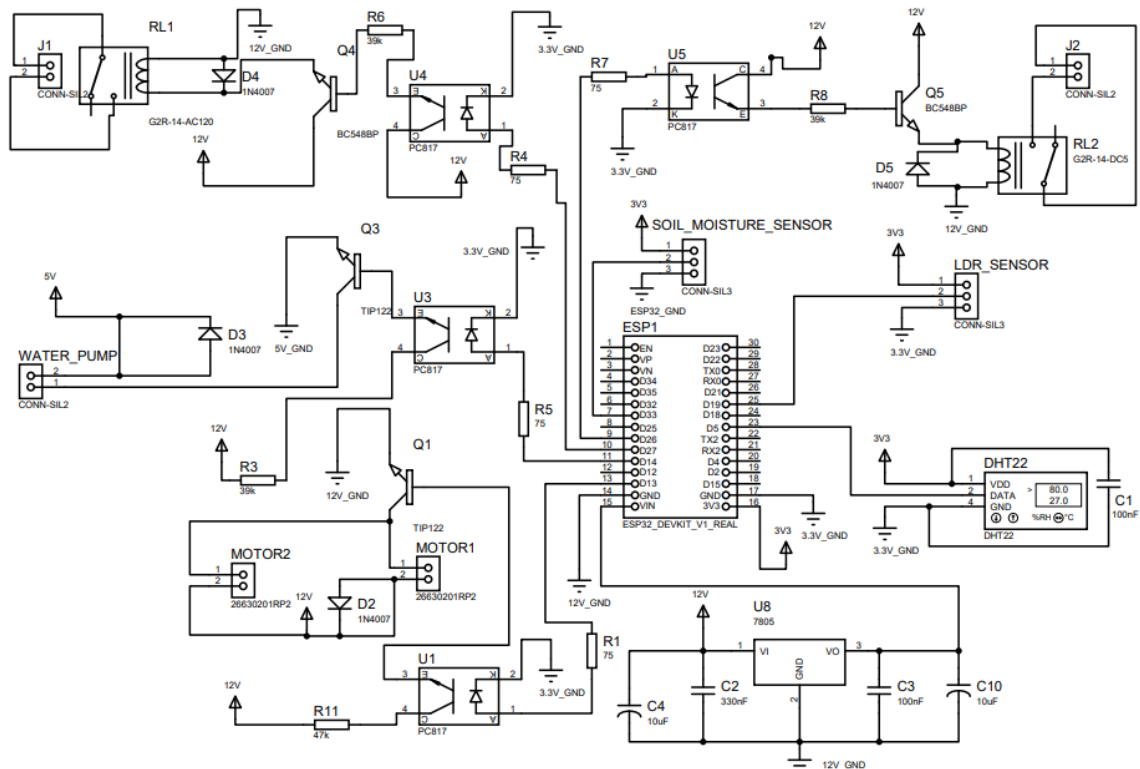
O sistema tem como microcontrolador ESP32. A ele são enviados valores lidos pelos sensores, que controlam o funcionamento dos atuadores. O diagrama em blocos do projeto está ilustrado na figura [1].

**Figura 1 – Diagrama em Blocos do projeto.**



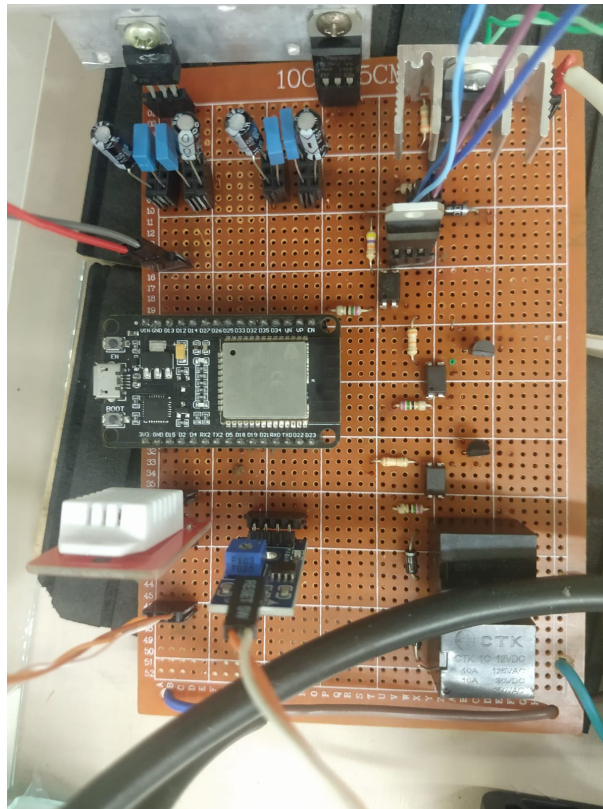
Fonte: Autoria Própria

**Figura 2 – Esquema elétrico do projeto. Desenvolvido com o Software Proteus 8**



Fonte: Autoria Própria

**Figura 3 – Placa de circuito elétrico**



**Fonte: Autoria Própria**

## 2.1 CIRCUITO ELÉTRICO

O circuito elétrico - figura [3] - é composto pelos seguintes componentes eletrônicos: ESP32 [2.1.1], sensor DHT22 [2.1.2], sensor de umidade do solo [2.1.3], sensor LDR [2.1.4], PC817 [2.1.5], 7805 [2.1.6], resistores [2.1.7], TIP122 [2.1.8], BC548 [2.1.11], diodos [2.1.9], relés [2.1.10]. Juntamente ao circuito, existem atuadores que são acionados ou desativados conforme os parâmetros definidos pelo usuário através do banco de dados [3.2.2] para cada grandeza.

### 2.1.1 ESP32

O ESP32 é responsável por receber as leituras realizadas pelos sensores DHT22 [2.1.2], de umidade do solo [2.1.3] e LDR [2.1.4]. Através do processamento desses valores e a comparação com os valores de referência estabelecidos pelo usuário através de manipulação dos componentes de *Software* [4], o ESP32 aciona ou desativa as ventoinhas [2.1.12], lâmpada incandescente [2.1.15], LED para plantas [2.1.14] e bomba d'água [2.1.13]. Além dessas funções,



o ESP32 se conecta ao banco de dados [3.2.2] e faz requisições HTTP utilizando a interface web [3.2.3] como intermédio.

#### 2.1.2 DHT22

O DHT22 é o sensor responsável por realizar as leituras de umidade e temperatura do ar. Esses dados são utilizados pelo ESP32 [2.1.1] para controlar as ventoinhas [2.1.12].

#### 2.1.3 Sensor de umidade do solo

É responsável por calcular o nível de umidade do solo da planta. Esses dados são utilizados pelo ESP32 [2.1.1] para controlar a bomba d'água [2.1.13].

#### 2.1.4 Sensor LDR

O sensor LDR é responsável pela identificação de luminosidade exterior. Esses dados são utilizados pelo ESP32 [2.1.1] para controlar a lâmpada incandescente [2.1.15].

#### 2.1.5 PC817

Esse optoacoplador é responsável pela interface entre os comandos enviados pelo ESP32 [2.1.1] e a ação dos atuadores. Ele foi utilizado com o intuito de isolar o circuito do microcontrolador em relação a eles.

#### 2.1.6 7805

É o regulador de tensão utilizado para alimentar o ESP32, visto que a fonte de tensão utilizada no projeto é de 12V.

#### 2.1.7 Resistores

Os resistores foram utilizados com o intuito de restringir a corrente para o acionamento dos optoacopladores PC817 [2.1.5] e saturar os transistores BC548 [2.1.9] e TIP122 [2.1.8].

### 2.1.8 TIP122

Esses transistores foram utilizados para o acionamento da bomba d'água [2.1.13] e ventoinhas [2.1.12], pelo fato de esses atuadores exigirem maior corrente para funcionamento que o BC548 [2.1.9] pode fornecer.

### 2.1.9 BC548

Esses transistores foram utilizados para o acionamento dos relés [2.1.11].

### 2.1.10 Diodos

Os diodos utilizados foram do modelo 1N4007 com função *flyback* nas cargas indutivas do projeto (relés [2.1.11], bomba d'água [2.1.13] e ventoinhas [2.1.12])

### 2.1.11 Relés

Os relés utilizados no projeto tem objetivo de acionar as lâmpadas incandescente [2.1.15] e LED para plantas [2.1.14].

### 2.1.12 Ventoinhas

As ventoinhas têm como objetivo resfriar a estufa. Elas são alimentadas diretamente com a fonte de 12V. Elas são controladas por meio de controle PID.

### 2.1.13 Bomba d'água

É acionada ou desativada por meio da análise de valores lidos pelo sensor de umidade do solo [2.1.3] e é alimentada com uma fonte de tensão de 5V. Ela é controlada por meio de controle PID.

### 2.1.14 LED para plantas

Esse componente é um LED próprio para o crescimento de plantas, utilizando uma proporção de específica de leds vermelhos e azuis. É acionada quando o sensor LDR detecta

ausência de luz e desativada quanto ele detecta presença de luminosidade.

#### 2.1.15 Lâmpada incandescente

É acionada ou não de acordo com os valores lidos pelo DHT22 [2.1.2], mantendo a temperatura de referência na estufa.

### 3 SOFTWARE

Para o desenvolvimento do *Software*, que foi compilado no ESP32, foi utilizada a Arduino IDE. O desenvolvimento da página web, bem como o das páginas de comunicação através do protocolo HTTP [3.2.1], se deu através do *Visual Studio Code*. O banco de dados do projeto foi desenvolvido utilizando a própria interface do pacote XAMPP [3.2]. Todos os códigos estão disponíveis no GitHub [(SOARES *et al.*, 2023)].

#### 3.1 ESP32

O ESP32 é responsável por todas as funcionalidades físicas do sistema, entre elas, podemos citar: captação das leituras realizadas pelos sensores, envio de protocolos HTTP para o servidor local contendo os dados lidos pelos sensores, bem como, o retorno via protocolo com os parâmetros ajustados pelo usuário, ou pré-estabelecidos no sistema. Ativação ou desativação dos atuadores da estufa.

#### 3.2 XAMPP

O XAMPP é um pacote de servidores, de código aberto, que traz as funcionalidades de um servidor web real para uma máquina doméstica, fazendo com que ela funcione como servidor local. Por padrão, o XAMPP inclui os servidores: FTP, banco de dados MySQL e Apache com suporte as linguagens PHP e Perl. No presente trabalho utilizamos os servidores Apache e Mysql [(SEIDLER, 2023)].

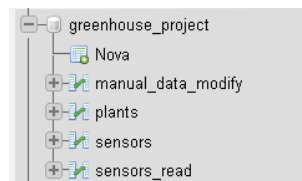
##### 3.2.1 Protocolo HTTP

O Protocolo HTTP (Hypertext Transfer Protocol) é um protocolo de comunicação utilizado para transferir dados na Web. É este protocolo que define a forma como os clientes, como, por exemplo, o ESP32, solicitam recursos, como JSONs contendo dados, a servidores e como os servidores respondem a essas solicitações. O protocolo HTTP está presente no projeto tanto para enviar os dados coletados pelo ESP32, como para receber os parâmetros de operação do sistema, para funcionamento da estufa, figura [4].



3. *sensors*: permite cadastro dos sensores referenciados nas leituras salvas na tabela *sensors\_read*;
4. *sensors\_read*: permite a inserção das leituras realizadas pelos sensores da estufa. No software são esses os dados utilizados para a plotagem de gráficos e elaboração do histórico de leituras.

**Figura 6 – Tabelas do banco de dados.**

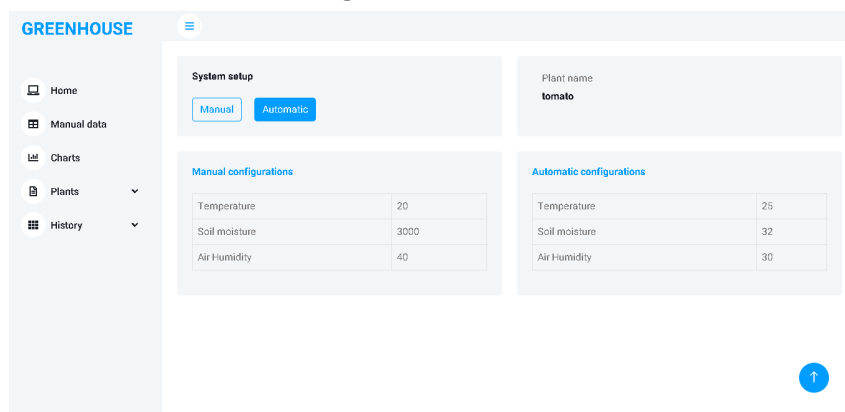


**Fonte: Autoria Própria**

### 3.2.3 Interface Web

Através de uma interface web o usuário poderá alterar as variáveis de ambiente para funcionamento da estufa. Como há no software, compilado no ESP32, um controle PID para o funcionamento dos atuadores, não é possível alterar diretamente, na página web, o desligamento e acionamento dos atuadores, assim, só é possível alterar o parâmetro base para que haja os cálculos de adequação da estufa.

**Figura 7 – Tela home**



**Fonte: Autoria Própria**

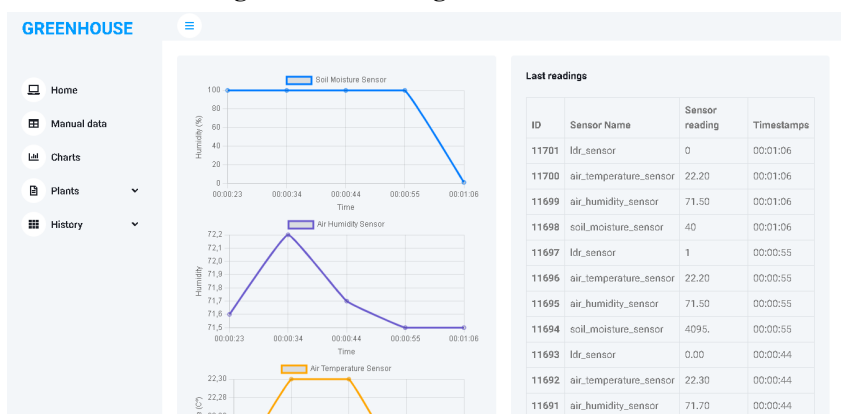
Na tela inicial *home* é possível escolher entre os modos "manual" e "automático", para o funcionamento da estufa. Note, pela figura [7] que há a exibição dos dados setados, como base para a escolha do usuário.

**Figura 8 – Tela do modo manual**

**Fonte: Autoria Própria**

Na tela *manual data*, exibida acima, o usuário poderá alterar as variáveis de ambiente para o funcionamento da estufa.

**Figura 9 – Tela dos gráficos das leituras**



**Fonte: Autoria Própria**

Na tela *charts*, há a possibilidade de verificar, em forma de gráfico e de tabela, as últimas leituras feitas pelos sensores,

Em *plants*, figura [10], é possível atualizar, excluir e cadastrar novas plantas no sistema.

Há também as telas de histórico para cada sensor, figura [11], nelas, o usuário terá acesso as últimas leituras realizadas, assim, terá acesso aos últimos dados coletados e, se o sistema vem apresentando funcionamento adequado ou falhas em sua execução.

**Figura 10 – Tela para alteração das plantas**

**GREENHOUSE**

- Home
- Manual data
- Charts
- Plants
- History

**Plants**

Name	Description	Temperature	Soil Moisture	Air Humidity		
lettuce	Arabic plant	14	60	0	<a href="#">Update</a>	<a href="#">Delete</a>
tomato	tomato is a fruit	25	32	30	<a href="#">Update</a>	<a href="#">Delete</a>

↑

**Fonte: Autoria Própria**

**Figura 11 – Tela de histórico de leituras no banco de dados**

**Soil Moisture Sensor**

ID	Sensor Read	Timestamp
11698	40	00:01:06
11694	4095.	00:00:55
11690	4095.	00:00:44
11686	4095.	00:00:34
11682	4095.	00:00:23
11678	4095.	00:00:11
11674	4095.	00:00:00
11670	4095.	23:59:45
11666	4095.	23:59:34
11662	4095.	23:59:23
11658	4095.	23:59:13
11654	4095.	23:59:02
11650	4095.	23:58:52

**Fonte: Autoria Própria**



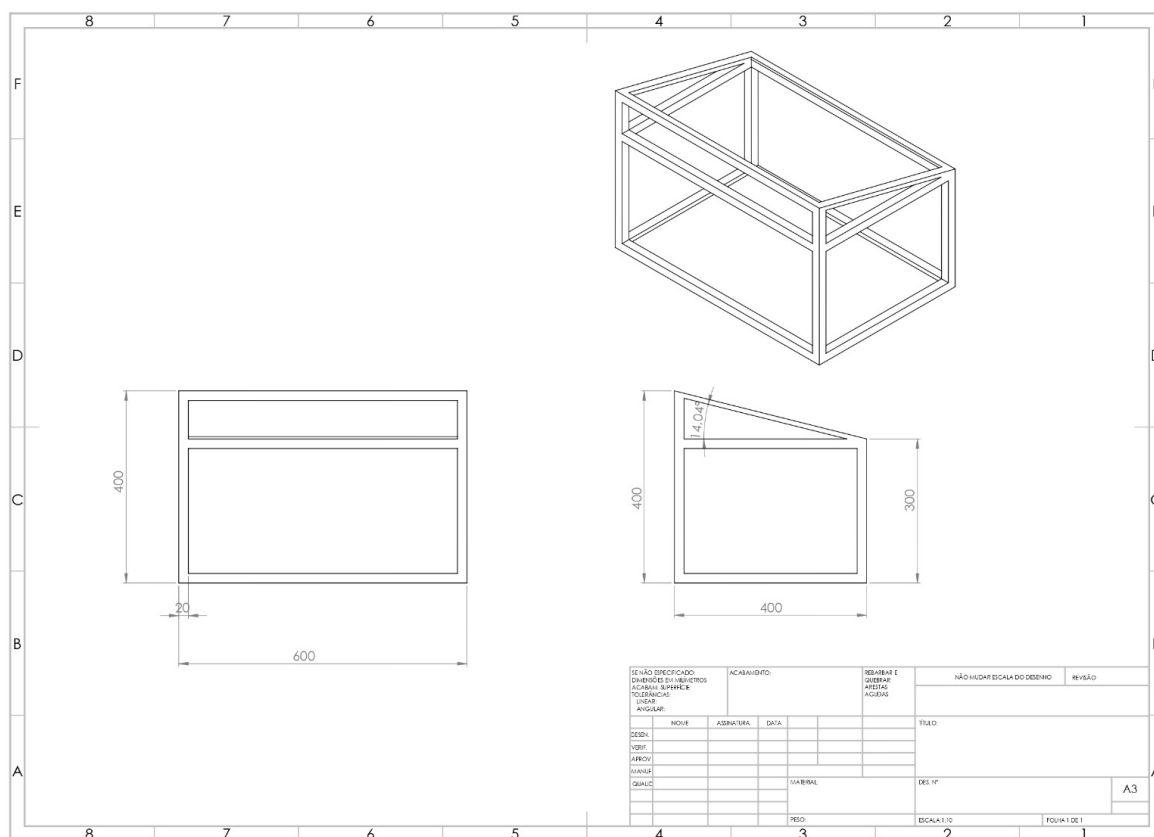
## 4 MECÂNICA

Para o desenvolvimento da estrutura física, foi utilizado o *Solid Works* para o desenho e desenvolvimento do projeto mecânico, e os integrantes da equipe desenvolveram em conjunto a construção da estufa.

### 4.1 PLANEJAMENTO E PROJETO

A construção da estufa começou com uma fase de planejamento detalhado. Foram considerados fatores como localização, tamanho, formato, materiais, acesso à água e eletricidade, além dos requisitos específicos das plantas que seriam cultivadas. Após a definição dos parâmetros, o projeto foi elaborado, levando em conta a estética, a funcionalidade e a durabilidade da estrutura.

**Figura 12 – Projeto da estrutura da Estufa.**



**Fonte: Autoria Própria**

#### 4.1.1 Materiais e fundação

Para a construção da estufa, optou-se pelo uso de madeira *Medium Density Fiberboard* devido à sua resistência, facilidade de manuseio e apelo estético. A madeira utilizada foi tratada para proteção contra insetos e umidade. A estrutura da estufa foi montada sobre uma base de concreto nivelada, que proporciona estabilidade e proteção contra umidade do solo.

#### 4.1.2 Estrutura e Paredes

A estrutura da estufa foi projetada para ser resistente e durável. Pilares e vigas de madeira foram instalados para suportar o peso do telhado e das paredes. As paredes foram construídas utilizando painéis de vidro temperado, que permitem a entrada de luz solar e proporcionam isolamento térmico adequado. Juntas de vedação de alta qualidade foram utilizadas para garantir a estanqueidade da estufa.

#### 4.1.3 Sistema de Ventilação

Um sistema de ventilação adequado é essencial para manter um ambiente saudável dentro da estufa. Cortes foram feitos nas placas de vidro para a instalação de ventoinhas permitindo a circulação de ar e controle da temperatura e umidade.

**Figura 13 – Exemplo de corte efetuado no vidro.**



**Fonte: Autoria Própria**

## 5 LISTA DE MATERIAIS

**Tabela 1 – Lista de Materiais do Projeto.**

<i>Nome</i>	<i>Quantidade</i>	<i>Valor</i> R\$
ESP32-DevKitV1	1	39,90
Sensor DHT22	1	23,00
Sensor de luminosidade LDR	1	17,50
Sensor de umidade do solo	1	7,95
Lâmpada incandescente	1	8,80
LED GROW para Plantas	1	47,06
Bomba d' água	1	11,49
Ventoinhas	2	14,31
Rodinha	4	2,90
Chapas MDF 18	2	0,54
Placas de Vidro 4mm	2	0,23
Placas de Vidro 3mm	2	0,05
Dobradiça 1296-1CR	2	0,10
Resistores	10	0,05
Diodos	4	0,15
Relé Metaltex 12V	2	4,46
Placa Universal Perfurada 10x15 cm	1	17,01
Fonte Chaveada 12V	1	13,92
Fonte Chaveada 5V	1	19,89
Valor Total		244,29

**Fonte: Baú da Eletrônica, WJ Componentes Eletrônicos e KaBuM!.**

## 6 RESULTADOS E CONCLUSÃO

O resultado final do projeto é apresentado na figura [14] e na figura [15]

**Figura 14 – Visão frontal da estufa.**



**Fonte: Autoria Própria**

**Figura 15 – Visão superior da estufa.**



**Fonte: Autoria Própria**

Durante o desenvolvimento do projeto, a equipe enfrentou algumas dificuldades, principalmente relacionadas à parte eletrônica. Em especial, notou-se que o 7805 [2.1.6] não era fornecia corrente suficiente para a bomba d'água [2.1.13] funcionar em 5V, necessitando-se a instalação de uma fonte de tensão de 5V exclusiva para ela. Além disso, o desenvolvimento do programa inserido no ESP32 [2.1.1], em um primeiro momento, foi escrito inteiramente orientado a objetos [(C++. . . , 2023)]. Apesar disso, houve alguns conflitos de instanciação e chamadas de objetos durante a execução do código, deixando-o semi orientado a objetos. A equipe concluiu o projeto com todas as funcionalidades desejadas, dentro do tempo esperado.

## REFERÊNCIAS

C++ OOP. 2023. Disponível em: [https://www.w3schools.com/cpp/cpp\\_oop.asp](https://www.w3schools.com/cpp/cpp_oop.asp).

SARTURI, Geise G. **MONITORAMENTO, CONTROLE E AQUISIÇÃO DE DADOS DE UMA ESTUFA UTILIZANDO ESP32, MYSQL E GRAFANA**. 2023. Disponível em: [https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/26098/Sarturi\\_Gulart\\_Geise\\_2022\\_TCC.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/26098/Sarturi_Gulart_Geise_2022_TCC.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

SEIDLER, Kai. **Apache Friends**. 2023. Disponível em: [https://www.apachefriends.org/pt\\_br/about.html](https://www.apachefriends.org/pt_br/about.html).

SOARES, João H. C.; SILVA, Rudinei K.; MENDES, João P. dos R. **Green House Software**. 2023. Disponível em: [https://github.com/integration-workshop-1/greenhouse\\_sw](https://github.com/integration-workshop-1/greenhouse_sw).