



**ESCOLA SALESIANA SÃO JOSÉ  
CENTRO PROFISSIONAL DOM BOSCO - CPDB  
CURSO TÉCNICO EM ELETROELETRÔNICA**

Enzo Gabriel Leite De Matos

Sofia Oliveira Do Santos

Kayic Yuri Aguiar Silva

**ECOHORTA**

Campinas  
2024

Enzo Gabriel Leite De Matos

Sofia Oliveira Do Santos

Kayic Yuri Aguiar Silva

## ECOHORTA

Relatório referente ao Projeto de Conclusão de Curso, apresentado ao Centro Profissional Dom Bosco da Escola Salesiana São José, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Técnico em Eletroeletrônica.

**Orientador:** Galesandro Henrique Capovilla

**Coorientador:** Camila Tombasco Furlan

Campinas  
2024

*Dedicamos este trabalho aos nossos professores educadores e pedagogos que sempre acreditaram no nosso potencial nos incentivaram e guiaram durante nosso processo de crescimento durante o curso mesmo nos momentos mais difíceis. Sua confiança e apoio foram fundamentais para a conclusão desta etapa.*

*Aos nossos pais, pelo amor incondicional, pelos valores que nos ensinaram e por todo o sacrifício feito para que eu pudesse chegar até aqui. Vocês são minha maior inspiração.*

## **AGRADECIMENTOS**

A conclusão deste trabalho foi resultado de uma jornada repleta de desafios, aprendizados e, acima de tudo, de muito apoio. Por isso, gostaria de expressar nossa gratidão a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste projeto.

Agradecemos, primeiramente, a Deus, por nos dar saúde, força e sabedoria para enfrentar todas as etapas desta caminhada.

Aos nossos pais, por todo amor, apoio e dedicação incondicional. Vocês nos ensinaram o valor da educação e nos deram as condições necessárias para chegar até aqui. Somos eternamente gratos por tudo o que fizeram e continuam fazendo por nos.

Ao nosso orientador, Galesandro Henrique Capovilla e nossa Coorientadora, Camila Tombasco Furlan por todo o conhecimento compartilhado, pela paciência e pelas orientações valiosas. Sua orientação e comprometimento foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos nossos professores, que ao longo de toda a nossa formação acadêmica, nos proporcionaram o conhecimento e o suporte necessários para que pudéssemos evoluir e alcançar nossos objetivos.

À nossa família e amigos, pelo apoio emocional, por compreenderem minha ausência em diversos momentos e por sempre me incentivarem a seguir em frente, mesmo nos momentos mais difíceis.

E a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, deixo aqui o meu sincero agradecimento.

*“A verdadeira segurança alimentar deve ser baseada na diversidade, inclusão e no respeito ao conhecimento local.”*

*Vandana Shiva*

## **RESUMO**

Este projeto enfrenta os desafios do cultivo doméstico ao integrar tecnologia com práticas agrícolas tradicionais. A dificuldade em cultivar frutos e hortaliças de forma eficiente e econômica, agravada pelo uso excessivo de agrotóxicos e altos custos de produção, torna necessária uma solução inovadora. Utilizando sensores e microcontroladores, o sistema monitora e ajusta as condições ambientais, reduzindo o desperdício de alimentos, minimizando o uso de produtos químicos e promovendo uma agricultura mais sustentável e acessível.

O impacto social do projeto é significativo, pois democratiza o acesso a tecnologias de agricultura de forma consciente, permitindo que indivíduos com espaço limitado cultivem seus próprios alimentos de forma autônoma e sustentável. A pesquisa busca preencher uma lacuna no mercado ao oferecer uma solução de baixo custo e fácil implementação para hortas inteligentes, contrastando com projetos existentes que são frequentemente complexos e caros.

Ao abordar temas como sustentabilidade, economia doméstica e segurança alimentar, o projeto espera entregar uma solução robusta e bem desenvolvida, promovendo estilos de vida mais conscientes e contribuindo para um futuro mais sustentável na produção de alimentos.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade, Baixo Custo, Autônoma.

## **ABSTRACT**

This project addresses the challenges of home cultivation by integrating technology with traditional agricultural practices. The difficulty in growing fruits and vegetables efficiently and economically, aggravated by the excessive use of pesticides and high production costs, makes an innovative solution necessary. Using sensors and microcontrollers, the system monitors and adjusts environmental conditions, reducing food waste, minimizing the use of chemicals and promoting more sustainable and accessible agriculture.

The social impact of the project is significant, as it democratizes access to agricultural technologies in a conscious way, allowing individuals with limited space to grow their own food autonomously and sustainably. The research seeks to fill a gap in the market by offering a low-cost, easy-to-implement solution for smart gardens, contrasting with existing projects that are often complex and expensive.

By addressing topics such as sustainability, home economics and food security, the project hopes to deliver a robust and well-developed solution, promoting more conscious lifestyles and contributing to a more sustainable future in food production.

Keywords: Sustainability, Low Cost, Autonomous.

## **LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

<b>Figura 1 - Sensor de umidade de solo.....</b>	<b>6</b>
<b>Figura 2 - Arduino Uno.....</b>	<b>7</b>
<b>Figura 3 - Display LCD.....</b>	<b>7</b>
<b>Figura 4 - Bomba d'água.....</b>	<b>8</b>
<b>Figura 5 - Relé.....</b>	<b>8</b>
<b>Figura 6 - Tubo flexível de silicone.....</b>	<b>9</b>
<b>Figura 7 - Fonte de alimentação ATX.....</b>	<b>9</b>
<b>Figura 8 - Cano PVC Flexível.....</b>	<b>10</b>
<b>Figura 9 - Cotovelo Joelho.....</b>	<b>10</b>
<b>Figura 10 - Caixa Plástica.....</b>	<b>10</b>
<b>Figura 11 - Dobradiça.....</b>	<b>11</b>
<b>Figura 12 - Sombrite para Horta.....</b>	<b>11</b>

## **LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1 - CRONOGRAMA.....</b>	<b>15</b>
<b>Tabela 2 - PLANILHA DE ORÇAMENTO.....</b>	<b>16</b>

## **SUMÁRIO**

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>3</b>
<b>    3. OBJETIVOS .....</b>	<b>4</b>
<b>        3.1. OBJETIVO GERAL .....</b>	<b>4</b>
<b>        3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>4</b>
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>5</b>
<b>    4.1. MATERIAIS.....</b>	<b>5</b>
<b>        4.1.1. Sistema de automação e controle da horta: .....</b>	<b>6</b>
<b>        4.1.2. Materiais utilizados na base do projeto: .....</b>	<b>10</b>
<b>    4.2. MÉTODOS.....</b>	<b>12</b>
<b>        4.2.1. Coleta e comparação de dados .....</b>	<b>12</b>
<b>        4.2.2. Estrutura do Sistema .....</b>	<b>12</b>
<b>        4.2.3. Softwares e Plataformas programáveis .....</b>	<b>13</b>
<b>        4.2.4. Infraestrutura e Layout .....</b>	<b>13</b>
<b>        4.2.5. Validação e Ajustes.....</b>	<b>13</b>
<b>        4.2.6. Processo de Automação .....</b>	<b>13</b>
<b>        4.2.7. Validação e Ajustes.....</b>	<b>14</b>
<b>5. CRONOGRAMA.....</b>	<b>15</b>
<b>6. PLANILHA DE ORÇAMENTO.....</b>	<b>16</b>
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>17</b>
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>19</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A abordagem inovadora do projeto “ECOHORTA” é a agricultura inteligente, uma combinação de tecnologia e práticas agrícolas para aumentar a produtividade, e a eficiência. Neste relatório, apresentamos como foi o processo da implementação de uma horta automatizada que utiliza sensores para monitoramento e controle das condições ambientais.

Com o objetivo de solucionar problemas relacionados ao cultivo de frutos e hortaliças, bem como os desafios enfrentados no controle da produção de alimentos, agrotóxicos e custos e qualidade ao adquirir a matéria-prima, foi desenvolvido com o objetivo de criar uma horta independente, onde podemos ter um acompanhamento adequado de todo o plantio.

Com o uso de microcontroladores e sensores, foi possível monitorar e registrar o início e o fim de cada cultivo, com o máximo de controle e autonomia. Este projeto é focado no baixo custo, e se destacando dos demais, por ser acessível a indivíduos que tenham o interesse em plantar e cultivar seus próprios frutos e hortaliças no conforto de suas casas, seja adquirindo o produto ou produzindo com os materiais necessários.

Buscamos diariamente desenvolver e aprimorar este projeto, buscando sempre materiais de melhor qualidade e com o menor custo para nossos clientes, para no final gerar um produto acessível a todos.

Com as pesquisas feitas durante o projeto obtivemos conhecimentos variáveis, dentre eles hortas de grande escala e com o custo alto, uma das bases para a ideia desenvolvida no projeto, portanto foi estabelecido a meta de custos mínimos, que não seja de grande complexibilidade, para que seja possível sua criação individual com as informações presentes nesse relatório desenvolvendo a produção independente, buscando reduzir o desperdício de alimentos e despesas regulares no orçamento do consumidor.

Contudo, é natural que tenhamos reconhecido a necessidade de desenvolver uma pequena campanha de conscientização sobre o desperdício de alimentos, que atualmente nos deparamos em grandes proporções. Ter uma horta inteligente em casa viabiliza um menor gasto em leguminosas e frutos no

geral, possibilitando que possamos extrair produtos mais orgânicos, com baixas taxas de agrotóxicos.

Foi alcançado ao final deste projeto, um produto atendendo a todos os nossos objetivos e entregando o que planejamos de maneira sólida e bem desenvolvida.

## 2. JUSTIFICATIVA

O projeto proposto visa facilitar a criação de uma horta sustentável para indivíduos interessados em cultivar seus próprios alimentos em casa, levando em consideração os obstáculos enfrentados devido às mudanças climáticas e aos desafios relacionados ao controle de pragas.

Com a crescente preocupação da sociedade em relação ao uso de substâncias químicas nas plantações, as verduras provenientes dessas hortas devem atender às exigências dos consumidores mais criteriosos.

Testada na prática, a plantação contribuiu para enfrentar tais questões e assegura o que o cliente busca oferecendo produtos orgânicos e de excelência. Estes são alguns dos motivos que tornam os resultados desta pesquisa tão importantes para a comunidade de pequenos produtores que dependem dessa produção para complementar a renda ou diminuir seus gastos ou melhorar a alimentação, sendo eles o principal foco de nosso projeto.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. OBJETIVO GERAL**

- Desenvolver uma horta inteligente acessível para pequenos produtores que dispõem de espaço limitado em casa. A horta integrará sensores que otimizam o cultivo em um ambiente controlado, fornecendo dados em tempo real para melhorar as decisões de manejo e maximizar a produção, sem o uso de agrotóxicos. Através de estudos científicos e testes, buscamos criar uma solução que promova o cultivo orgânico e caseiro, fortalecendo a relação entre sociedade e agricultura.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Integrar sensores para monitorar e controlar o ambiente de cultivo, fornecendo dados em tempo real que auxiliem na tomada de decisões.
- Promover o cultivo orgânico e caseiro, evitando o uso de agrotóxicos e oferecendo uma alternativa saudável e sustentável.
- Utilizar conhecimentos científicos e testes para assegurar que o processo de cultivo seja eficaz e resulte em produtos de qualidade.
- Garantir a acessibilidade da horta inteligente, facilitando sua implementação por pequenos produtores que disponham de espaço limitado em casa.
- Fortalecer a relação entre sociedade e agricultura, incentivando práticas agrícolas sustentáveis e conscientes.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

Este projeto é caracterizado como um desenvolvimento tecnológico para hortas inteligentes de pequena escala, com o objetivo de otimizar a produção de plantas e vegetais em casa, integrando avanços tecnológicos e práticas sustentáveis. A implementação de sensores, sistemas de automação e monitoramento remoto fazem parte das propostas, para criar um ambiente controlado que promova o cultivo eficiente e sustentável de alimentos.

### 4.1. MATERIAIS

O desenvolvimento do sistema de automação do cultivo, e a escolha dos materiais e softwares foi guiada pela necessidade de eficiência, tendo como meios de fundamentação teórica artigos científicos disponíveis on-line, reunindo e comparando os arquivos encontrados em diferentes fontes no banco de dados procurando obter conhecimentos básicos no cultivo, bem como toda a estratégia sobre o sistema que foi implementado em nosso projeto, englobando os controladores por sensores e todo o processo de automação necessário para que os resultados sejam de acordo com os esperados.

#### 4.1.1. Sistema de automação e controle da horta:

**Sensor de umidade de solo:** Esse componente eletrônico é um importante sensor em nosso projeto, com ele será possível obter a umidade na terra, o que é extremamente importante quando se trata de uma plantação, principalmente de plantas e hortaliças específicas, que necessitam ainda mais de uma precisão e controle da umidade na terra para que se cumpra seu crescimento saudável. Os sensores medem o nível de umidade do solo, gerando um sinal analógico que varia com a umidade. Quando o solo está seco, o valor lido é baixo, e quando está úmido, o valor é alto. Os valores lidos são comparados com um limite (threshold) para determinar se a irrigação deve ser ativada ou não.



**Figura 1 – Sensor de umidade de solo.**

**Microcontrolador:** O Arduino uno é uma plataforma de prototipagem física e digital, que permite com que tenha um leque de possibilidade, com simplicidade e facilitação de elaborar projetos como esse e diversos outros, será usada como principal cérebro de todos os componentes nesse projeto. Ou seja, tudo que for usado na parte eletrônica no projeto, será programada e organizada a partir do Arduino Uno.



**Figura 2 – Arduino Uno.**

**Display LCD:** (Liquid Crystal Display) É uma tecnologia de tela que utiliza cristais líquidos e polarizadores de luz para formar imagens, será utilizado para visualizar as informações captadas pelos sensores.



**Figura 3 – Display LCD.**

**Irrigação:** Bombas d'água: No sistema de irrigação automatizado, motores irão desempenhar uma função crucial, elas são responsáveis por puxarem e empurrarem a água para as áreas que precisam ser irrigadas. Os motores são ativados com base nas leituras dos sensores de umidade do solo, garantindo que as plantas recebam a irrigação necessária, otimizando o uso da água e melhorando a eficiência do cultivo.



**Figura 4 – Bomba d'água.**

**Relé:** O relé é um dispositivo eletromecânico que funciona como um interruptor controlado por um sinal elétrico, permitindo que um circuito de baixa potência controle um circuito de alta potência, sendo amplamente utilizado em sistemas de automação e controle. No projeto , os relés desempenham a função de controlar a irrigação, respondendo aos sinais dos sensores de umidade do solo; cada relé é responsável por ligar ou desligar a irrigação em sua área correspondente, garantindo um manejo eficiente da água. Quando o valor medido pelo sensor de umidade do solo cai abaixo de um limite predefinido (threshold), o relé correspondente é acionado, permitindo a passagem de corrente elétrica e ativando o sistema de irrigação, assegurando que as plantas recebam a quantidade adequada de água necessária para seu desenvolvimento.



**Figura 5 – Relé.**

**Tubo de silicone:** O tubo de silicone flexível fino será utilizado no projeto como parte do sistema de irrigação. Sua flexibilidade e resistência o tornam ideal para conduzir a água de maneira eficiente, adaptando-se às diversas configurações do espaço. Isso garantirá uma irrigação eficaz, contribuindo para o crescimento saudável das plantas e otimização dos recursos hídricos no cultivo.



**Figura 6 – Tubo flexível de silicone.**

**Fonte ATX:** A fonte ATX de computador será um componente fundamental no projeto, pois fornecerá a energia necessária para alimentar o circuito de irrigação automatizado. Com a capacidade de transformar a corrente alternada da rede elétrica em corrente contínua, a fonte ATX garantirá uma distribuição estável e eficiente de energia para os sensores, atuadores e controladores do sistema de irrigação. Isso permitirá que funcione de forma autônoma e sustentável, otimizando o uso da água e garantindo o suprimento adequado para as plantas.



**Figura 7 – Fonte de alimentação ATX.**

#### 4.1.2. Materiais utilizados na base do projeto:

**Cano PVC Flexível:** Usado na produção da tampa da horta.



**Figura 8 – Cano PVC Flexível.**

**Cotovelo Joelho:** Usado para unir os canos PVC ao produzir a tampa.



**Figura 9 – Cotovelo Joelho.**

**Caixa Plástica:** Foi utilizada na base da horta.



**Figura 10 – Caixa Plástica.**

**Dobradiça:** Utilizada para unir a cobertura à caixa plástica.



**Figura 11 – Dobradiça.**

**Sombrite para Horta:** Usado para cobrir a tampa como um método de reduzir a entrada de luz solar na horta.



**Figura 12 – Sombrite para Horta.**

## **4.2. MÉTODOS**

Para a construção da base teórica, foram utilizados artigos científicos disponíveis on-line. A seleção desses artigos foi realizada através de uma busca sistemática em diferentes bases de dados, como artigos agropecuários, Google acadêmico entre outras. Os critérios de inclusão envolveram a relevância do conteúdo para o tema do projeto, a atualidade das publicações (últimos cinco anos) e a disponibilidade do texto completo.

### **4.2.1. Coleta e comparação de dados**

Os arquivos encontrados nas diversas fontes foram reunidos e comparados para identificar pontos em comum e divergências. Esta etapa teve como objetivo obter conhecimentos básicos sobre o cultivo e entender a estratégia sobre o sistema que será implementado no projeto. A análise envolveu a leitura crítica dos textos, a extração de informações relevantes e a síntese dos dados obtidos.

### **4.2.2. Estrutura do Sistema**

Com base na revisão bibliográfica, foi desenvolvida uma estratégia para o sistema de automação que será utilizado no projeto. Este sistema inclui controladores por sensores, que são fundamentais para monitorar e ajustar as condições de cultivo. A escolha dos sensores e dos controladores foi baseada na eficácia demonstrada nos estudos revisados, bem como na viabilidade técnica e econômica para a implementação no contexto específico do projeto.

#### **4.2.3. Softwares e Plataformas programáveis**

A integração dos sensores e atuadores ao sistema de automação será realizada por meio de plataformas programáveis que permitem o desenvolvimento de uma interface amigável e a automação das operações de cultivo. A forma de programação será através de:

**Arduino IDE:** Plataforma de código aberto utilizada para programar microcontroladores Arduino. Ideal para operações simples, como o controle de sensores e atuadores em tempo real.

#### **4.2.4. Infraestrutura e Layout**

O layout do sistema de cultivo foi planejado para maximizar o espaço e eficiência. Estruturas em módulos móveis foi considerada para otimizar o uso de pequenos espaços, enquanto o sistema de irrigação por gotejamento foi preferido pela economia de água.

#### **4.2.5. Validação e Ajustes**

Para garantir o desempenho do sistema, serão realizados testes e ajustes contínuos. Isso inclui a calibração dos sensores, a otimização dos parâmetros de controle e a avaliação da resposta das plantas às condições automatizadas, garantindo a viabilidade do sistema proposto.

#### **4.2.6. Processo de Automação**

Todo o processo de automação necessário foi detalhado para garantir que os resultados estejam de acordo com os esperados. Esta etapa envolveu a definição dos parâmetros a serem monitorados, como temperatura, umidade, luminosidade, irrigação entre outros, e a programação dos controladores para responder adequadamente às variações desses parâmetros. A integração dos sensores ao sistema de automação foi planejada para permitir um controle preciso e eficiente do ambiente de cultivo.

#### **4.2.7. Validação e Ajustes**

Por fim, foram estabelecidos os métodos para validação do sistema e ajustes necessários. Isto inclui a realização de testes preliminares para verificar a funcionalidade dos sensores e controladores, bem como a análise dos dados obtidos para ajustes finos no sistema de automação. Os resultados desses testes serão utilizados para realizar modificações e otimizações, visando a máxima eficiência do sistema.

## 5. CRONOGRAMA

ATIVIDADE	RESPONSÁVEL	MESES											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Definição do Tema	Kayic Yuri	X											
Diario de Bordo	Sofia Oliveira		X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Entrega previa do Plano de Pesquisa	Sofia oliveira Kayic Yuri Enzo Gabriel			X	X								
Definição das tecnologias que serão ultilizadas	Kayic Yuri Enzo Gabriel			X	X	X							
Montagem do Projeto	Sofia oliveira Kayic Yuri Enzo Gabriel					X	X						
Análise de eficiêncnia	Enzo Gabriel Kayic Yuri								X	X	X	X	
Fase de testes	Enzo Gabriel Kayic Yuri							X	X				
Inicio Relatório de pesquisa	Sofia oliveira Kayic Yuri					X	X	X					
Montagem da apresentação	Sofia oliveira Kayic Yuri Enzo Gabriel				X								
Apresentação final do Projeto	Sofia oliveira Kayic Yuri Enzo Gabriel										X		
Entrega final Relatorio de Pesquisa	Sofia oliveira Kayic Yuri							X					

## 6. PLANILHA DE ORÇAMENTO

QTD	DESCRÍÇÃO DO RECURSO	VALOR UNITÁRIO (R\$)	VALOR TOTAL (R\$)	FONTE
1	Arduino Uno	40,42	40,42	Mercado livre
1	Sensor de Umidade	10,15	10,15	Mercado livre
1	Sensor de Temperatura	15,70	15,70	Mercado livre
2	Cooler Fan	16,25	32,50	Mercado livre
1	Caixa plástica	56,90	56,90	Shopee
1	Sombrite	20,99	20,99	Shopee
1	Cano PVC Flexível	24,92	24,92	Rede Construir
4	Cotovelo Joelho	1,99	7,96	Rede Construir
5	Tê	2,10	10,50	Rede Construir
4	Abraçadeira de Nylon	2,00	8,00	Rede Construir
2	Tubo flexível de silicone	10,00	20,00	Rede Construir
1	Fonte de alimentação ATX	49,90	49,90	Amazon
<b>TOTAL</b>			<b>R\$297,94</b>	

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As considerações finais do projeto ressaltam o sucesso no desenvolvimento de uma horta inteligente automatizada, que se mostrou uma solução acessível e eficiente para pequenos produtores e para aqueles que possuem espaço limitado. A proposta do projeto, ao integrar tecnologia com práticas agrícolas sustentáveis, demonstrou-se inovadora ao unir sensores e sistemas de automação para monitorar as condições de cultivo, permitindo a produção de alimentos orgânicos, com uma significativa redução no uso de agrotóxicos e no custo de manutenção.

Ao longo do processo de implementação, observou-se que o sistema de automação, composto por sensores que monitoram a umidade do solo e a temperatura, entre outros fatores ambientais, foi essencial para garantir o controle preciso das condições de cultivo. Com isso, foi possível otimizar o processo produtivo, permitindo que a horta funcione de maneira eficiente e com pouca necessidade de intervenção manual. Dessa forma, o projeto atingiu seu principal objetivo de oferecer uma solução viável, de baixo custo e de fácil implementação para o cultivo doméstico de hortaliças e frutos, promovendo a sustentabilidade e a produção independente.

A relevância deste projeto é evidente tanto no âmbito acadêmico quanto social contribuindo significativamente para os estudos voltados à automação e à agricultura inteligente, áreas de grande importância para o futuro da produção de alimentos. Para a sociedade, o projeto oferece uma alternativa prática e acessível que atende à crescente demanda por alimentos livres de agrotóxicos e cultivados de forma sustentável. Ao incentivar o cultivo caseiro, o projeto promove um estilo de vida mais saudável e sustentável, além de colaborar para a redução do desperdício de alimentos.

Em relação aos objetivos estabelecidos, pode-se afirmar que todos foram plenamente atingidos. Desde o desenvolvimento de uma horta automatizada até a promoção do cultivo orgânico, cada meta foi cumprida com sucesso. O sistema automatizado proposto não só facilitou o controle ambiental da horta como também comprovou a viabilidade de sua implementação em pequenos espaços,

sem a necessidade de técnicas complexas ou custos elevados. Dessa forma, as hipóteses levantadas no início do projeto foram confirmadas, reforçando a eficiência da automação no controle e no aumento da produtividade de cultivos caseiros.

Os resultados obtidos durante a pesquisa sugerem que o sistema de automação pode ser ainda mais aprimorado e expandido. A utilização de tecnologias adicionais, como inteligência artificial e monitoramento remoto, poderia aumentar ainda mais a eficiência e a praticidade do sistema, abrindo novas possibilidades para o controle automatizado de hortas urbanas. Além disso, o projeto pode ser adaptado para diferentes culturas e ambientes, expandindo seu alcance e aplicabilidade.

Sugere-se, portanto, que futuras pesquisas explorem essas novas possibilidades tecnológicas, bem como a expansão para comunidades, escolas e outros ambientes coletivos. Esse tipo de iniciativa poderia estimular uma conscientização ainda maior sobre os benefícios do cultivo orgânico e autossustentável, ajudando a difundir essas práticas em um maior número de lares.

Em conclusão, o projeto mostrou-se uma solução prática e relevante para o cultivo doméstico, oferecendo não apenas uma alternativa saudável e acessível, mas também promovendo a sustentabilidade e a conscientização ambiental. O sucesso da implementação comprova o potencial das tecnologias de automação na agricultura doméstica, e as sugestões para aprimoramento apontam para novas oportunidades de inovação e expansão desse sistema. A horta inteligente, além de melhorar a qualidade de vida das pessoas, pode ter um impacto significativo na forma como os alimentos são produzidos e consumidos, contribuindo para uma relação mais equilibrada entre sociedade e meio ambiente.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APOLLO, Frederico Brito. Cultivo protegido ou estufa agrícola, tudo que você precisa saber! Elysios-Agricultura Inteligente, 27 abr. 2023. Disponível em:  
<https://elysios.com.br/blog/cultivo-protegido-ou-estufa-agricola-tudo-que-voce-precisa-saber/#:~:text=Uma%20estufa%20%C3%A9%20uma%20estrutura,independente%20das%20condi%C3%A7%C3%B5es%20clim%C3%A1ticas%20externas>. Acesso em: 5 mar. 2024.
2. GUARALDO, Clara Maria; REYNOL, Fábio. Ciência e tecnologia tornaram o Brasil um dos maiores produtores mundiais de alimentos. Embrapa 50, 14 out. 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/75085849/ciencia-e-tecnologia-tornaram-o-brasil-um-dos-maiores-produtores-mundiais-de-alimentos>. Acesso em: 4 mar. 2024.
3. ESTUFAS AGRÍCOLAS: Quais são as vantagens da sua utilização? Revista Agropecuária, 18 out. 2019. Disponível em:  
<http://www.revistaagropecuaria.com.br/2019/10/18/estufas-agricolas-quais-as-vantagens-da-sua-utilizacao>. Acesso em: 5 mar. 2024.
4. GUIA COMPLETO SOBRE ESTUFA AGRÍCOLA! Sansuy, 2 dez. 2021. Disponível em: <https://blog.sansuy.com.br/guia-completo-sobre-estufa-agricola>. Acesso em: 6 mar. 2024.
5. LEAL, Leila. Agrotóxicos: dos impactos imediatos ao modelo de produção. Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, 24 set. 2010. Disponível em:  
<https://www.epsjv.fiocruz.br/noticias/reportagem/agrotoxicos-dos-impactos-imediatos-ao-modelo-de-producao>.
6. CLEMENTE, F. M. V. T.; HABER, L. L. Horta em pequenos espaços. Embrapa Hortaliças, 2012. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/927690/horta-em-pequenos-espacos>.

7. CALDAS, Renata Lacerda; ALENCAR, Suzana Maria S. de O. Horta automatizada no ensino de ciências: uma proposta de ensino remoto. Disponível em:  
<[https://editorarealize.com.br/editora/anais/conapesc/2022/TRABALHO\\_COMPLETO\\_EV177\\_MD1\\_ID384\\_TB32\\_29082022124604.pdf](https://editorarealize.com.br/editora/anais/conapesc/2022/TRABALHO_COMPLETO_EV177_MD1_ID384_TB32_29082022124604.pdf)>.

8. FREITAS, Elias José de Rezende; FONSECA, Rubens Palhares da. Horta automatizada: ponto de partida para inserção da robótica educacional nas escolas. 2023. Disponível em: <[https://proedu.rnp.br/bitstream/handle/123456789/2054/Elias-Jos%C3%A9-de-Rezende-Freitas\\_e\\_Rubens-Palhares-da-Fonseca\\_V03.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://proedu.rnp.br/bitstream/handle/123456789/2054/Elias-Jos%C3%A9-de-Rezende-Freitas_e_Rubens-Palhares-da-Fonseca_V03.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>.

9. STRAUB, Matheus Gebert. Projeto Arduino de irrigação automática – sua planta sempre bem cuidada. 17 jul. 2019. Disponível em:  
<<https://www.usinainfo.com.br/blog/projeto-arduino-de-irrigacao-automatica-sua-planta-sempre-bem-cuidada/>>.

10. LIMA, Alana Éulem Fonseca; COSTA, Laryanne Monaliza dos Reis. Sistema de controle de irrigação automatizado utilizando placa microcontroladora para sistemas agrícolas. UFRA - Universidade Federal da Amazônia, 2021. Disponível em:  
<<https://bdta.ufra.edu.br/jspui/bitstream/123456789/1861/1/Sistema%20de%20controle%20de%20irriga%C3%A7%C3%A3o%20automatizado%20utilizando%20placa%20microcontroladora%20para%20sistemas%20agr%C3%ADcolas.pdf>>.