



**ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL
DEP. ARY DE CAMARGO PEDROSO
TÉCNICO EM LOGÍSTICA**

Arthur Segantini

Enrico Bacchim Guardia

Nikson Tardier Coelho Cordeiro

Victor Gabriel Fagundes Reis

**AEROPONIA RESIDENCIAL
benefícios, desafios e potencial do cultivo vertical em
casa**

Piracicaba

2023

Arthur Segantini

Enrico Bacchim Guardia

Nikson Tardier Coelho Cordeiro

Victor Gabriel Fagundes Reis

AEROPONIA RESIDENCIAL

**benefícios, desafios e potencial do cultivo vertical em
casa**

Trabalho de Conclusão de Curso da Etec Deputado Ary de Camargo Pedroso, orientado pelo Prof. Adilson Antonio Rodrigues apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Técnico em Automação Industrial.

Piracicaba

2023

TERMO DE CONSENTIMENTO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO – TCC

Nós, alunos abaixo assinados, regularmente matriculados no **Curso Técnico de Automação Industrial na ETEC Deputado Ary de Camargo Pedroso do Município de Piracicaba/SP** declaramos ter pleno conhecimento dos Regulamentos para realização do Trabalho de Conclusão de Curso do Centro Paula Souza. Declaramos, ainda que, o trabalho apresentado é resultado do nosso esforço e autorizamos a divulgação do mesmo pela instituição.

Piracicaba, **xx** de dezembro de 2023

| NOME | RG | CPF | ASSINATURA |
|------------------------|------------------|--------------------|-------------------|
| Nome completo do aluno | x xx.xxx.xxx- | xx xxx.xxx.xxx- | |
| Nome completo do aluno | x xx.xxx.xxx- | xx xxx.xxx.xxx- | |
| Nome completo do aluno | x xx.xxx.xxx- | xx xxx.xxx.xxx- | |
| Nome completo do aluno | x xx.xxx.xxx- | xx xxx.xxx.xxx- | |
| Nome completo do aluno | x xx.xxx.xxx- | xx xxx.xxx.xxx- | |

AGRADECIMENTOS

Primeiramente ao nosso professor orientador: Adilson Antonio Rodrigues que acompanhou e auxiliou sempre que necessário, e todos os outros professores que colaboraram para a realização do nosso trabalho.

A todos os familiares e amigos que apoiaram e incentivaram a realização do projeto em especial o senhor Emerson Guardia.

Por fim a ETEC Dep. Ary de Camargo Pedroso, que possibilitou a execução do projeto e disponibilizou espaço físico e profissionais capacitados para nos instruir.

EPÍGRAFE

“Na Natureza, nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”.

Antoine-Laurent de Lavoisier

RESUMO

O mundo busca soluções para enfrentar o problema da fome, no entanto, frequentemente se depara com questões ambientais cruciais, como o desmatamento. Com base em diversas pesquisas, métodos de cultivo inovadores estão atraindo a atenção do público, uma vez que têm o potencial de atender às necessidades globais. Entre esses métodos, a aeroponia tem se destacado. Neste estudo, nosso objetivo é não apenas destacar os benefícios da aeroponia, mas também explorar maneiras de tornar essa tecnologia emergente mais acessível e economicamente viável. Isso representa um passo importante na busca por soluções sustentáveis para a segurança alimentar global.

Palavras-Chave: Aeroponia. Sistema. Automação.

ABSTRACT

The world is seeking solutions to address the issue of hunger, yet it frequently grapples with critical environmental concerns such as deforestation. Based on various research findings, innovative cultivation methods are capturing the public's attention, as they have the potential to meet global needs. Among these methods, aeroponics has stood out. In this study, our aim is not only to highlight the benefits of aeroponics but also to explore ways to make this emerging technology more accessible and economically viable. This represents a significant step in the quest for sustainable solutions for global food security.

Key-Words: aeroponics. systems. automation.

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Tabela de resultados do projeto aeropônico | 36 |
|---|----|

LISTAS DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Projetos Aeroponicos | 5 |
| Figura 2 – Empresa do ramo de Aeroponia | 7 |
| Figura 3 – Fronteira entre fazenda e floresta..... | 9 |
| Figura 4 – Queimada em plantação..... | 10 |
| Figura 5 – Modulo de relé | 13 |
| Figura 6 – Arduino Uno..... | 14 |
| Figura 7 – Bebedouro elétrico..... | 15 |
| Figura 8 – Fluxograma do projeto..... | 16 |
| Figura 9 – Teste dos equipamentos | 17 |
| Figura 10 – Tampa do balde furada..... | 18 |
| Figura 11 – Projeto da estrutura | 19 |
| Figura 12 – Balde na estrutura | 20 |
| Figura 13 – Funcionamento de um CLP | 21 |
| Figura 14 – Diagrama de blocos de um CLP | 22 |
| Figura 15 – Diagrama Ladder do projeto | 23 |
| Figura 16 – Função limpar programa do CLP | 24 |
| Figura 17 – Opção SENHA do CLP | 24 |
| Figura 18 – Tabela de instruções da opção SENHA do CLP | 25 |
| Figura 19 – Instruções da opção SENHA do CLP | 25 |
| Figura 20 – Trilho para apoio do CLP na estrutura do projeto | 26 |
| Figura 21 – Protótipo concluído | 27 |
| Figura 22 – Alface americana | 29 |

| | |
|--|----|
| Figura 23 – Solução nutritiva | 30 |
| Figura 24 – Rótulo da solução nutritiva | 31 |
| Figura 25 – Muda de alface | 32 |
| Figura 26 – Muda de alface plantada na terra | 33 |
| Figura 27 – Muda de alface desenvolvida | 34 |
| Figura 28 – Muda de alface desenvolvida no sistema aerônico | 35 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Lista em ordem alfabética das abreviaturas e siglas utilizadas no texto, seguidas das palavras ou expressões correspondentes grafadas por extenso.

Modelo:

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 1.1 Justificativa | 2 |
| 1.2 Objetivo..... | 3 |
| 2. DESENVOLVIMENTO | 4 |
| 4.1 Aeroponia | 5 |
| 4.2 Origem da Aeroponia..... | 6 |
| 4.3 Mercado da aeroponia..... | 7 |
| 4.4 Aeroponia resolvendo problemas | 8 |
| 4.4.1 ODS..... | 11 |
| 4.5 Materiais e Orçamento..... | 12 |
| 4.5.2 Arduino Uno..... | 14 |
| 4.6 Montagem do protótipo..... | 16 |
| 4.6.1 CLP..... | 20 |
| 4.7 Monitoramento..... | 27 |
| 4.7.1 Alface..... | 28 |
| 4.7.2 Nutrição do Cultivo..... | 29 |
| 4.7.3 Dados obtidos..... | 32 |
| 3 CONCLUSÃO | 37 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 38 |

1 INTRODUÇÃO

A automação na agricultura tem revolucionado o setor, aumentando a eficiência e a produtividade. Tratores autônomos e drones são usados para monitorar e cultivar campos de forma mais precisa. Sistemas de irrigação automatizados garantem o uso eficiente da água. A coleta de dados e a análise de informações contribuem para a tomada de decisões baseadas em dados. A automação está impulsionando a agricultura para um futuro mais sustentável e tecnologicamente avançado.

No entanto, é importante destacar que as tecnologias mais avançadas e sustentáveis ainda se encontram predominantemente nas mãos dos grandes produtores, enquanto os pequenos agricultores continuam a depender de métodos menos eficientes, que não apenas afetam negativamente o meio ambiente, mas também restringem suas próprias capacidades. Essa disparidade tecnológica ressalta a necessidade de expandir o acesso a soluções sustentáveis e de automação para todos os estratos da agricultura, promovendo, assim, a igualdade e a preservação ambiental.

Tendo isso em vista, surgem outros sistemas de produção de alimentos com foco na sustentabilidade, visando reduzir os impactos ambientais associados aos métodos tradicionais de cultivo. Nesse contexto, a aeroponia tem ganhado destaque como uma alternativa inovadora. Na aeroponia, as plantas são cultivadas sem solo, suspensas no ar, e recebem água e nutrientes por meio de um sistema automatizado de névoa ou pulverização. Essa abordagem representa um avanço significativo na agricultura, permitindo maior controle, economia de recursos hídricos e uma produção mais eficiente em ambientes controlados.

1.1 Justificativa

Optamos por trabalhar neste projeto devido a necessidade de promover a agricultura sustentável é de extrema importância no cenário atual, considerando o aumento da população mundial, as mudanças climáticas e a degradação dos recursos naturais. Tais desafios tornam imperativo encontrar métodos de cultivo mais eficientes e ambientalmente responsáveis.

Nas áreas urbanas, onde o espaço para a agricultura é limitado devido a muitas pessoas viverem em apartamentos ou casas com jardins pequenos, a produção de alimentos se torna uma tarefa desafiadora. É aí que a aeroponia residencial surge como uma solução inovadora e compacta para essa limitação espacial.

A aeroponia se destaca por seu sistema de cultivo que utiliza menos água e menos solo em comparação com os métodos tradicionais. Isso não apenas contribui para a conservação de recursos hídricos preciosos, mas também alivia a pressão sobre as áreas de cultivo convencionais.

Além disso, a implementação da aeroponia residencial incorpora tecnologias avançadas, como sistemas de nebulização, sensores e automação. Essa abordagem demonstra o potencial da aeroponia para integrar inovação tecnológica à agricultura, criando oportunidades para a pesquisa e o desenvolvimento de novas soluções.

A produção de alimentos em casa, por meio da aeroponia, oferece às famílias acesso a alimentos frescos e saudáveis, reduzindo a necessidade de transporte e embalagens, o que contribui ainda mais para a sustentabilidade.

Por fim, a agricultura em pequenos espaços baseada na aeroponia pode desempenhar um papel significativo na promoção da conscientização ambiental e incentivar práticas mais sustentáveis entre os cidadãos, ao mesmo tempo que aborda questões cruciais relacionadas à produção de alimentos em um mundo em constante mudança.

1.2 Objetivo

O objetivo central deste projeto é desenvolver uma solução de aeroponia residencial acessível para a população em geral. Isso implica em criar um sistema de baixo custo, fácil de montar e operar, tornando a aeroponia uma opção viável para um número maior de pessoas. Além disso, focamos em identificar e quantificar as economias potenciais associadas ao uso da aeroponia em comparação com métodos de cultivo tradicionais, demonstrando sua capacidade de reduzir significativamente os custos de produção de alimentos.

Promovemos a produção de alimentos frescos em ambientes urbanos, onde o acesso a produtos agrícolas de qualidade é limitado. Isso melhora a qualidade da dieta das famílias e contribui para a segurança alimentar em áreas urbanas. Além disso, pretendemos avaliar o desempenho do sistema de aeroponia em termos de eficiência hídrica, crescimento das plantas, qualidade dos alimentos produzidos e consumo de energia, fornecendo dados concretos sobre o custo-benefício do uso da aeroponia em comparação com métodos convencionais.

O projeto busca também promover a conscientização ambiental e a adoção de práticas sustentáveis. Através da aeroponia residencial, os consumidores podem contribuir para a redução do desperdício de recursos naturais, a diminuição das emissões de carbono associadas ao transporte de alimentos e o incentivo a práticas agrícolas mais responsáveis.

Além de objetivos práticos, este projeto visa contribuir para a pesquisa e desenvolvimento contínuo de tecnologias sustentáveis, explorando a aeroponia residencial como uma alternativa inovadora que pode fornecer insights valiosos para futuros desenvolvimentos na área.

2. DESENVOLVIMENTO

Automação é o conceito de transformar um processo manual em um processo cujo não depende de intervenção humana, a automação vem ganhando destaque em diversos ramos de indústrias, em especial na indústria agrícola.

A introdução de novas tecnologias resultantes dos avanços do conhecimento científico não é uma atualidade, desde os primórdios dos tempos o ser humano revoluciona a agricultura, seja implementando novas técnicas, novos equipamentos ou através de intervenções genéticas nas plantas.

Com a emergente Economia Verde que consiste em melhoria do bem-estar da humanidade e igualdade social, ao mesmo tempo em que reduz os riscos ambientais e a escassez ecológica, a agricultura deverá se nortear por um novo conjunto de requisitos e funcionalidades que deverão definir o padrão tecnológico da agricultura do futuro.

Este padrão de novos requisitos deverá traçar um contorno de uma agricultura organizada em torno de vertentes tecnológicas voltadas para a consolidação de sistemas alimentares e agroindustriais limpos, sem emissão de carbono e que interaja priorizando a qualidade da relação campo-cidade, com arranjos baseados na sustentabilidade e na inclusão produtiva, principalmente dos pequenos produtores e agricultores familiares.

Visando esses novos requisitos, emergem novas técnicas de plantar, buscando atender as pedidas da Economia Verde e melhor rendimento e qualidade do alimento produzido. Técnicas como Aeroponia e Hidroponia ganham cada vez mais destaque, pelo fato de além de serem de acordo com a Economia Verde, proporcionam ao produtor maior rendimento e produção.

4.1 Aeroponia

Aeroponia é uma técnica incomum de plantio que vem ganhando destaque atualmente, essa técnica consiste em realizar o plantio de maneira suspensa. Ao contrário de outros modos de plantar que usam como base o solo ou a água (No caso da Hidroponia), a técnica da aeroponia não utiliza substrato. A planta fica suspensa no ar, com o colo da raiz preso a uma parte da estrutura, que pode ser feito de maneira horizontal ou vertical como podemos ver na Figura 1

Figura 1: Projetos Aeroponicos



Fonte: eCycle, 2022.

As raízes e as folhas da planta ficam livres para crescer em qualquer direção, no entanto, é preciso que a raiz da planta não tenha contato com a luz solar, pelo fato dela ser fotofóbica, diferentemente do caule e das folhas, que por outro lado necessitam da exposição a luz solar para realizar fotossíntese.

Com a Raiz assentada em um ambiente fechado, a pulverização do líquido que contém os nutrientes necessário para a planta é realizada de maneira automática. Devido ocorrer o contato direto da solução com a raiz da planta, a absorção dos nutrientes e da água acontece de forma melhor, o que resulta em economia de água e outros elementos.

4.2 Origem da Aeroponia

A aeroponia é um método de cultivo de plantas que difere dos sistemas de cultivo tradicionais, como o solo e a hidroponia, pois as plantas crescem em um ambiente onde as raízes estão suspensas no ar e recebem nutrientes e água em forma de vapor ou gotículas. A origem da aeroponia remonta ao século XX, e seu desenvolvimento é resultado de avanços na compreensão da nutrição das plantas e na tecnologia de pulverização de nutrientes.

A aeroponia moderna pode ser atribuída principalmente a Richard Stoner, um inventor e pesquisador norte-americano. Ele é frequentemente considerado o pai da aeroponia devido às suas contribuições significativas para o desenvolvimento dessa técnica de cultivo. Stoner começou a explorar a ideia de cultivo aeropônico na década de 1970 e fundou a primeira empresa comercial de aeroponia, a AeroFarms, em 2004.

A aeroponia ganhou popularidade devido às vantagens que oferece em relação a outros métodos de cultivo, como maior eficiência no uso de água, economia de espaço, controle preciso dos nutrientes e maior velocidade de crescimento das plantas. Nesse sistema, as raízes das plantas ficam suspensas em um ambiente rico em oxigênio e recebem uma névoa ou solução nutritiva aerossolizada, o que permite que as plantas absorvam nutrientes e água de maneira eficiente.

A aeroponia é particularmente benéfica para o cultivo de plantas em ambientes urbanos, onde o espaço e os recursos hídricos podem ser limitados. Além disso, a técnica é usada em pesquisas agrícolas e experimentos científicos, permitindo o estudo detalhado dos processos de crescimento das plantas e o desenvolvimento de novas variedades de culturas.

Em resumo, a aeroponia é uma técnica de cultivo inovadora que se originou no século XX, principalmente graças ao trabalho de Richard Stoner. Ela oferece uma abordagem altamente eficiente e sustentável para o cultivo de plantas, sendo especialmente relevante em contextos urbanos e em pesquisas agrícolas. Com o aumento da conscientização sobre a importância da agricultura sustentável e do uso eficiente dos recursos, a aeroponia continua a desempenhar um papel crucial no desenvolvimento da agricultura moderna.

4.3 Mercado da aeroponia

O mercado da aeroponia tem experimentado um crescimento significativo nas últimas décadas, à medida que a agricultura sustentável e eficiente se tornou uma prioridade global. Esse método de cultivo inovador oferece várias vantagens em relação aos sistemas tradicionais de cultivo, como o solo, e tem atraído a atenção de agricultores, investidores e pesquisadores.

Impulsionado pela crescente demanda por alimentos frescos e saudáveis, especialmente em áreas urbanas onde o espaço é limitado. A capacidade de cultivar alimentos em ambientes controlados e verticais tornou a aeroponia atraente para fazendas urbanas e agricultores que buscam maximizar o uso do espaço disponível, como podemos observar.

Figura 2: Empresa do ramo de Aeroponia



Fonte: Globo , 2019

Em todo o mundo, empresas destacam-se por utilizar o sistema aeropônico, como a empresa brasileira PinkFarms, que se destaca pela

produção de hortaliças de maneira sustentável com maior qualidade do mercado.

Apesar das vantagens, o mercado da aeroponia enfrenta desafios, como custos iniciais elevados de instalação, manutenção técnica especializada e regulamentações governamentais em constante mudança.

4.4 Aeroponia resolvendo problemas

Atualmente, enfrentamos diversos problemas ambientais como a escassez de água, mudanças climáticas, esgotamento do solo, emissão de gás carbono, entre outros. Todos esses problemas, são de certa forma agravados por práticas da agricultura tradicional, com isso novas técnicas de agricultura se mostram com potencial para o futuro, em especial a aeroponia.

Alguns exemplos de problemas agravados pela agricultura tradicional que a aeroponia se propõe a resolver são:

Ocupação de Terras: A agricultura ocupa cerca de 40% das terras do planeta, cerca de 16 milhões de quilômetros quadrados são utilizados para cultivar, essa área equivale aproximadamente a América do Sul. Na medida em que se cresce as áreas utilizadas para o cultivo, limpam e modificam diversas áreas de prados, savanas e florestas. Esta conversão de paisagens naturais em agrícolas, resultou na perda de diversos habitats em todo o mundo e na extinção de inúmeras espécies

Figura 3: fronteira entre fazenda e floresta



Fonte: suportegeografico, 2023

Ecosistemas como a pradaria e a mata atlântica são exemplos de ecossistemas que quase desapareceram devido a expansão da agricultura. A agricultura consumiu mais terras e habitats naturais e levou mais espécies a extinção do que qualquer outra atividade humana.

Escassez de água: A agricultura é responsável por 70% da captação de água no mundo, aproximadamente 2.800 quilômetros cúbicos de água por ano. Se falarmos de consumo de água, quando a água é utilizada e não é devolvida a mesma bacia, este número sobe para 85%.

Segundo o FAO, quase 50% da água utilizada no campo é desperdiçada, e caso se diminuísse em 10% esse número, já seria suficiente para abastecer duas vezes a população global.

Emissão de Gases do efeito estufa: O gás carbono é um dos GEEs e sua emissão na agricultura é encontrada na queima de resíduos agrícolas, na preparação do solo e na queima de combustíveis fósseis na produção agrícola. Segundo o FAO, entre os anos de 2001 a 2011, a agricultura apresentou um crescimento de 14% na emissão de gases do efeito estufa, e se compararmos com os últimos 50 anos esse percentual quase que dobrou. Neste período, apenas o ano de 2011, o crescimento na emissão de gás carbônico foi de 9% em relação à média dos anos de 2001 a 2010.

Figura 4: Queimada em plantação



Fonte: agro2, 2023

Diante de todos esses problemas apresentados pela agricultura tradicional, a aeroponia ganha ainda mais espaço pois apresenta economia de água, emissão quase nula de gás carbônico, preservação do solo, menor desperdício de produção, estímulo a biodiversidade etc.

4.4.1 ODS

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, da sigla ODS, são como o nome já diz, objetivos para melhorar a sustentabilidade, sendo composta por 17 objetivos e 169 metas, atingindo áreas como o desenvolvimento sustentável, erradicação da fome e pobreza, segurança alimentar, saúde, educação entre outras.

Nosso projeto inclui alguns objetivos em conjunto com alguns desses objetivos, sendo eles:

Objetivo 2: Fome zero e agricultura sustentável, por ser um projeto sustentável e conseguir, que não necessita de terrenos para o plantio por exemplo, sendo então em conjunto com esse objetivo.

Objetivo 9: Indústria, inovação e infraestrutura, esse objetivo visa construir novas infraestruturas resilientes, promover a industrialização sustentável e inovações, então está diretamente ligado com o objetivo do nosso trabalho, que é através de tecnologias criar um sistema de plantio sem a utilização da terra, então além de ser uma inovação é algo visando o bem-estar ambiental.

Objetivo 12: Consumo e produção responsáveis, sendo o projeto responsável nessa situação para a produção responsável através do sistema aeropônico.

Objetivo 15: Vida terrestre, através do projeto é possível fazer o plantio de plantas sem a utilização da terra, contribuindo em dois fatores para esse objetivo, tanto na vida presente que estará no protótipo, nesse caso a planta, quanto a animais que perdem seu habitat para que possam ser feitos plantio na região, fazendo com que muitos tenham que sair desse local de origem ou até mesmo morrendo, e também contribui com a vida de animais que vivem debaixo das terras que são utilizadas para plantio, que muitos são mortos para a utilização da terra que ali será plantada.

4.5 Materiais e Orçamento

Para o desenvolvimento do nosso protótipo utilizamos os seguintes materiais:

- Modulo relé 2 vias R\$20,00.
- Arduino Uno R\$60,00.
- Cabos macho e fêmea R\$:12,00.
- Bebedouro Bomba Elétrica Para Garrafão Galão Água Recarregável R\$13,00.
- Nebulizador R\$40,00.
- Madeira/Tábuas R\$40,00.
- Parafusos R\$10,00.
- Balde de tinta 30,00.
- Tinta preta R\$30,00.
- Fertilizante/nutrientes R\$12,40.
- Mudanças de alface R\$1,50.
- Verniz R\$22,90.

4.5.1 Relé

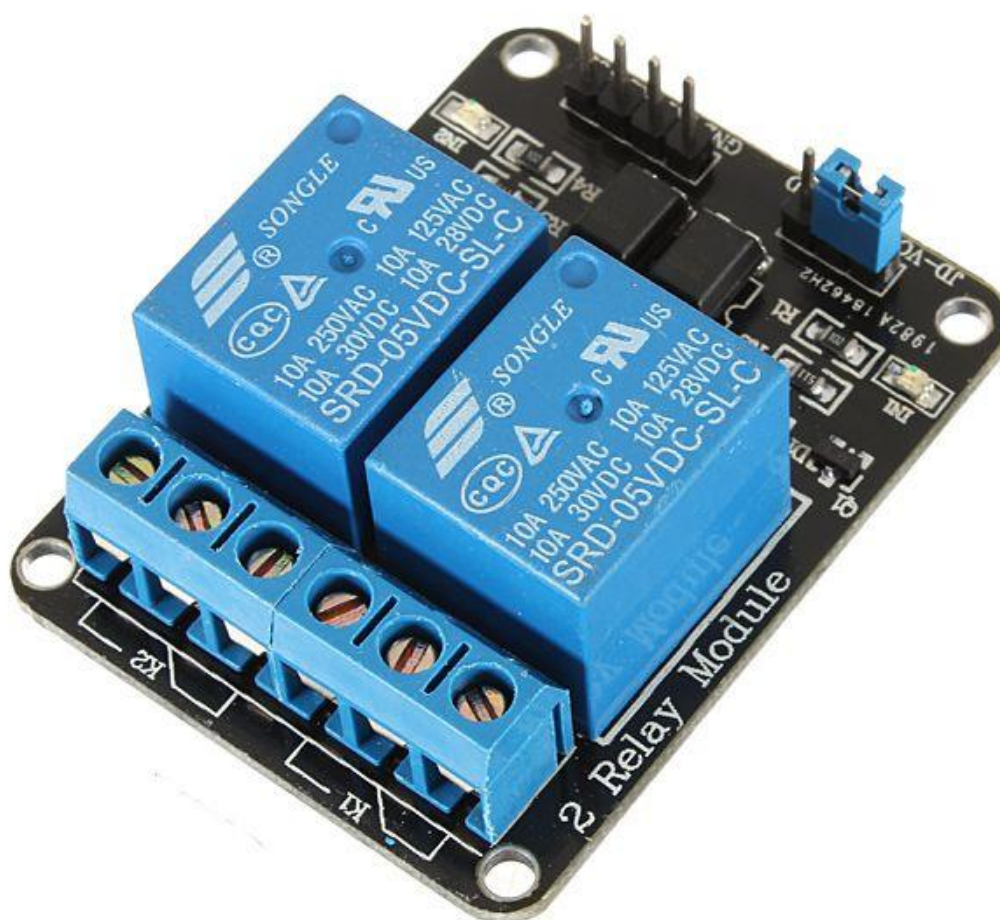
Os relés são componentes eletromecânicos capazes de controlar circuitos externos de grandes correntes a partir de pequenas correntes ou tensões, ou seja, acionando um relé com uma pilha podemos controlar um motor que esteja ligado em 110 ou 220 volts, por exemplo.

O Módulo Relé 5V de 2 Canais permite que a partir de uma plataforma microcontrolada seja possível controlar cargas AC (alternada) de forma simples e prática. Por ter 2 canais, é possível controlar até duas cargas AC de até 10A. Comumente é utilizado em projetos de automação residencial para controle de lâmpadas, ventiladores e outras saídas que possam ser acionadas através de relé.

O módulo de relé utilizado tem as seguintes especificações:

- Tensão de operação: 3,3V
- 5VDC
- Corrente de operação: 15 ~ 20mA
- Capacidade do relé: 30VDC/10A e 250VAC/10^a
- 2 canais
- LED indicador para presença de tensão
- LED indicador para acionamento do relé
- Tempo de resposta: 5 ~ 10ms

Figura 5: Módulo de relé



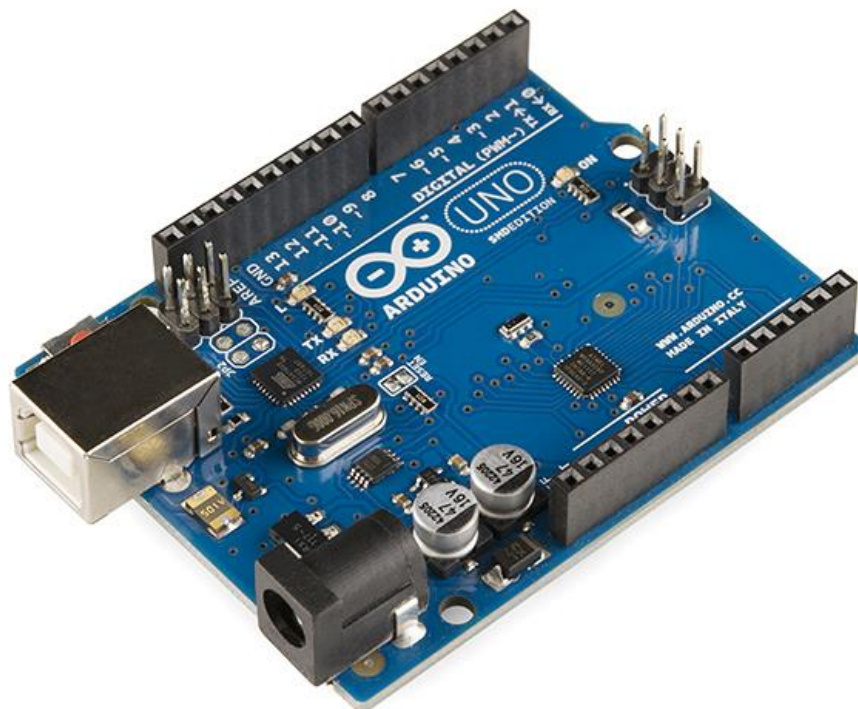
Fonte: Eletrogate, 2023

4.5.2 Arduino Uno

Utilizamos em nosso protótipo o microcontrolador Arduino, modelo: ATmega328 com o chip de comunicação: CH30P. Com as seguintes especificações:

- Tensão de Operação: 5v
- Pinos de entrada/saída: 14 (dos quais 6 podem ser PWM)
- Pinos de entrada analógica: 6
- Corrente DC por pino I/O: 40mA
- Corrente DC para pino 3,3v: 50mA
- Memória Flash: 32KB (dos quais 0,5KB são usados pelo Bootloader)
- SRAM: 2KB - EEPROM: 1KB
- Velocidade do Clock: 16MHz

Figura 6: Arduino Uno



Fonte: Eletrogate, 2023.

4.5.3 Bomba d`água

Em nosso protótipo utilizamos um Bebedouro Bomba Elétrica Para Garrafão Galão Água Recarregável com as seguintes especificações:

- Material: Aço Inoxidável Abs + 304
- Potência: carregamento por Usb
- Potência nominal: 5W
- Frequência Nominal: 50Hz
- Tensão nominal: 5V
- Cor: preto e branco
- Tamanho: 13,3 * 7,3 cm / 5,2 "x 2,9" / Diâmetro x H
- Peso Bruto: 347g

Figura 7: Bebedouro elétrico

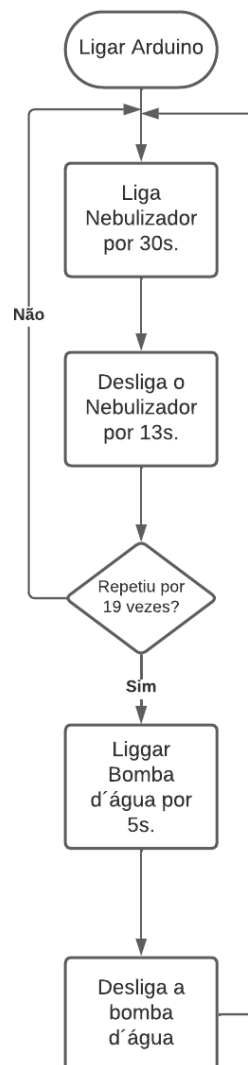


Fonte: Amazon, 2023.

4.6 Montagem do protótipo

Iniciamos o nosso projeto desenvolvendo um fluxograma para que a partir do desenvolvimento do fluxograma pudéssemos desenvolver a programação lógica do nosso projeto. Após listar todas as ações necessárias para a execução do projeto, concebemos o seguinte fluxograma.

Figura 8: Fluxograma do projeto

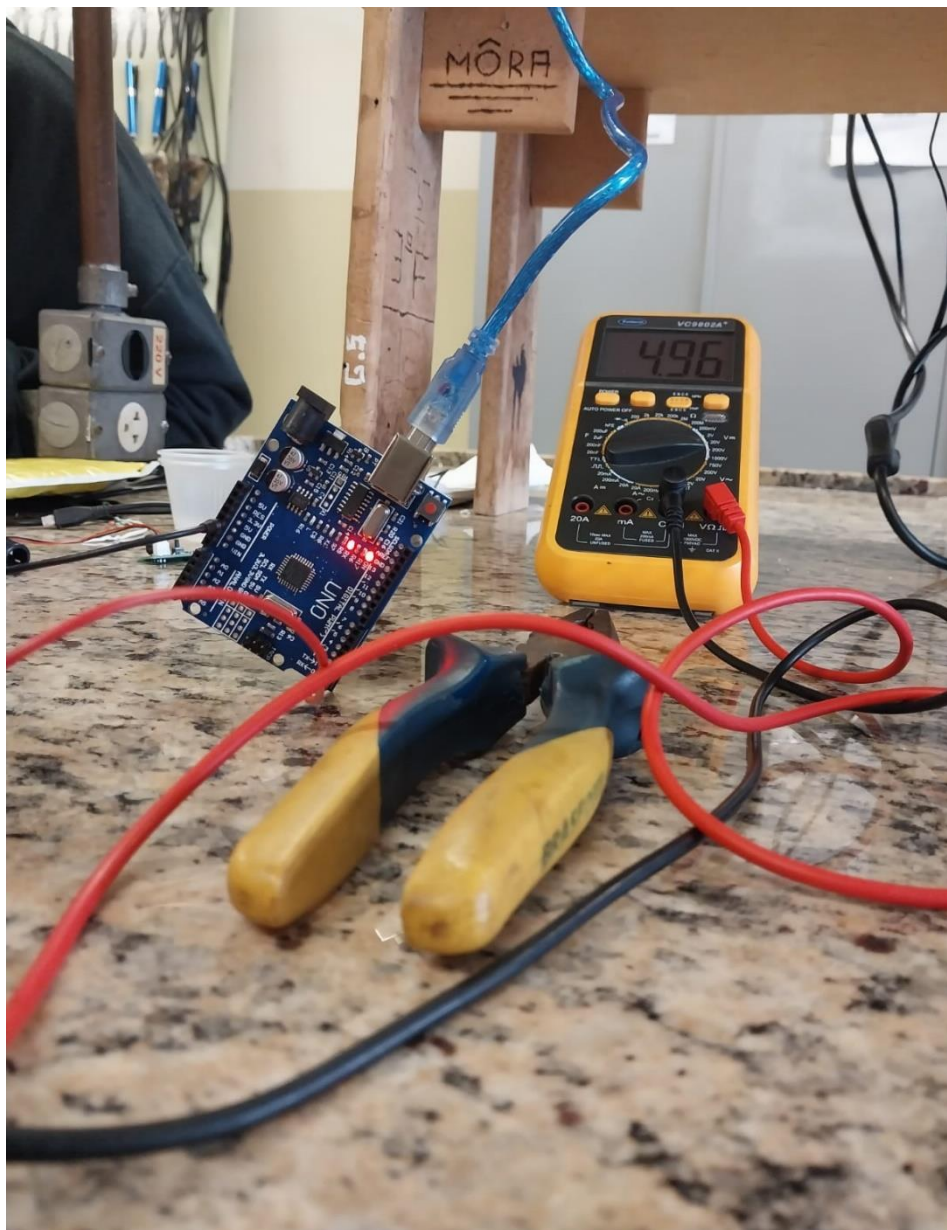


Fonte: Acervo do Grupo, 2023

Com o fluxograma finalizado utilizamos nossos conhecimentos e elaboramos a programação do nosso projeto.

Após elaborarmos a programação, partimos para a montagem do hardware do nosso projeto, testamos nossos materiais e realizamos a montagem com base nos nossos conhecimentos.

Figura 9: Teste dos equipamentos



Fonte: Acervo do Grupo, 2023

Após realizarmos teste, chegamos à conclusão de que não poderíamos utilizar o atomizador ultrassónico como nosso borrifador, então chegamos à conclusão de utilizar um nebulizador para borrifar a água no nosso vegetal.

Depois de termos testado e aprovado o nebulizador na função de borrifador, partimos para os furos no balde para acomodar o nosso sistema.

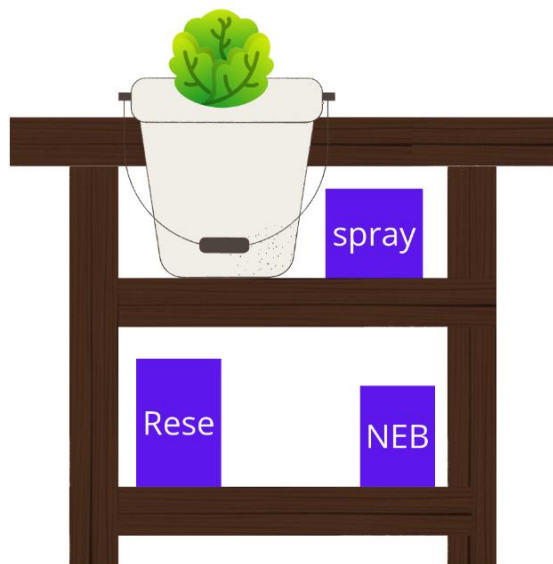
Figura 10: Tampa do balde furada



Fonte: Acervo do Grupo, 2023

Depois de realizarmos a montagem da parte elétrica já encaixada no balde, iniciamos o desenvolvimento de uma estrutura para acomodar nosso projeto.

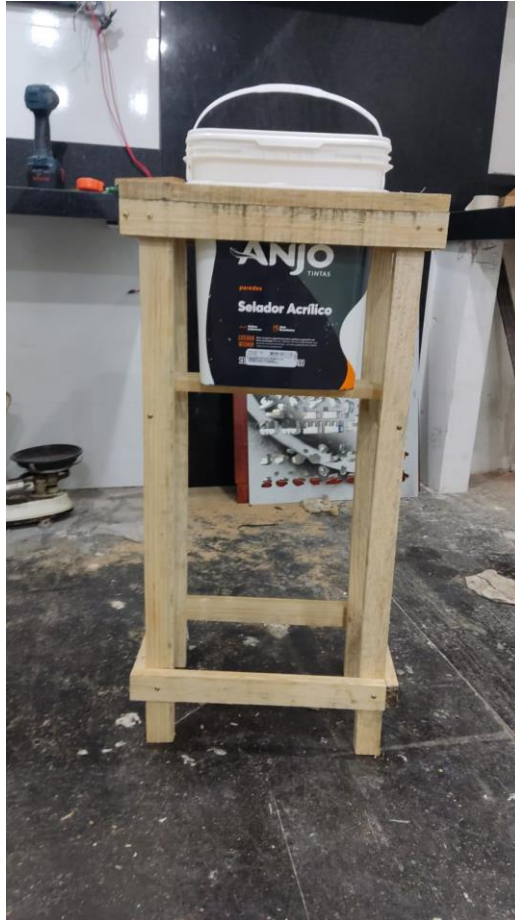
Figura 11: Projeto da estrutura



Fonte: Acervo do Grupo, 2023

Utilizamos taboas de madeira e parafusos para realizar a montagem da estrutura.

Figura 12: Balde na estrutura

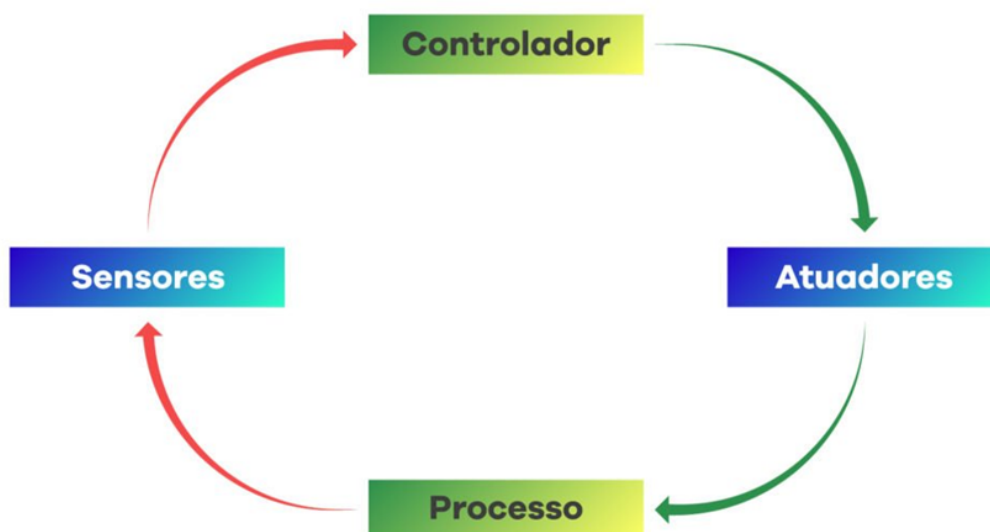


Fonte: Acervo do Grupo, 2023

Entretanto após testes, chegamos à conclusão de que o microcontrolador Arduino, não conseguiria suportar a demanda exigida pelo processo, então decidimos o substituir por um CLP.

4.6.1 CLP

CLP é uma abreviação de Controlador Lógico Programável ou também conhecido em PCL da sigla em inglês Programmable Logic Controller, é um dispositivo eletrônico que consegue controlar e comandar aplicações sejam elas industrias e afins, através do seu Hardware e Software, é também considerado um dispositivo multifuncional, pois consegue controlar várias atividades através de apenas um CLP, muito semelhante a um computador por exemplo, já que é possível inserir um comando para determinada aplicação que vá ser realizada.

Figura 13: Funcionamento de um CLP

Fonte: Acervo do Grupo, 2023

O CLP é composto por algumas peças, sendo as principais a Memória, Cartão de Entrada, Processador, Cartão de Saída, Barramento e Fonte de Energia.

A memória é o Local onde fica armazenada todas as informações necessárias para o funcionamento do CLP, sendo ela a programação por exemplo.

O cartão de Entrada é um cartão que recebe um sinal elétrico de fora e envia para dentro do CLP.

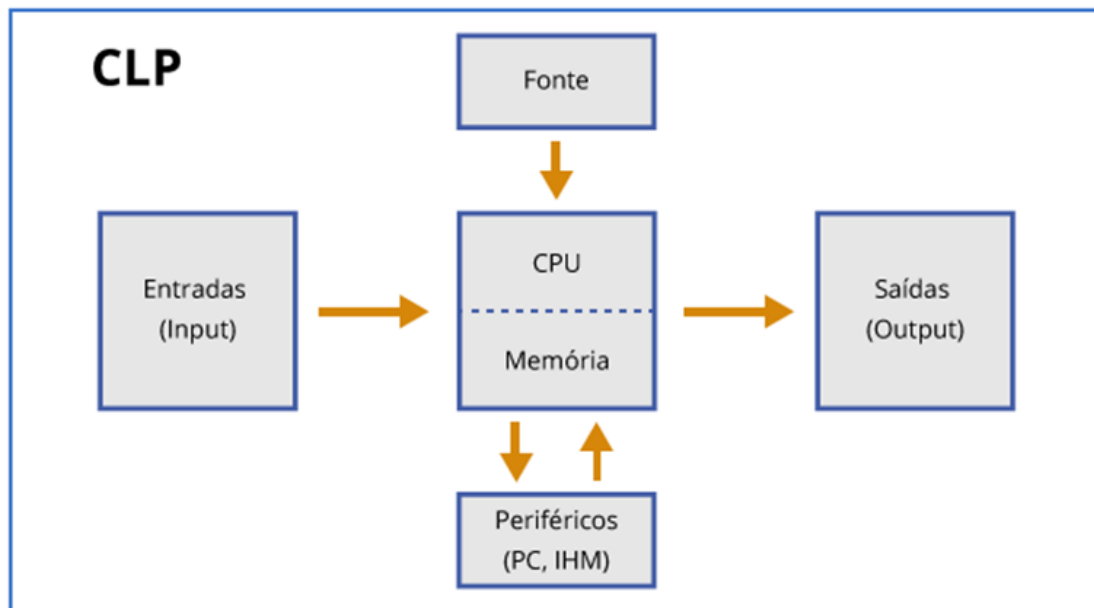
O processador é um chip com a função de realizar o processamento do programa.

O cartão de Saída é um cartão que envia um sinal elétrico para o ambiente externo com a função de acionar algum equipamento.

Barramento é a placa responsável por realizar a comunicação dos outros componentes.

Fonte de energia é responsável por fornecer energia ao equipamento.

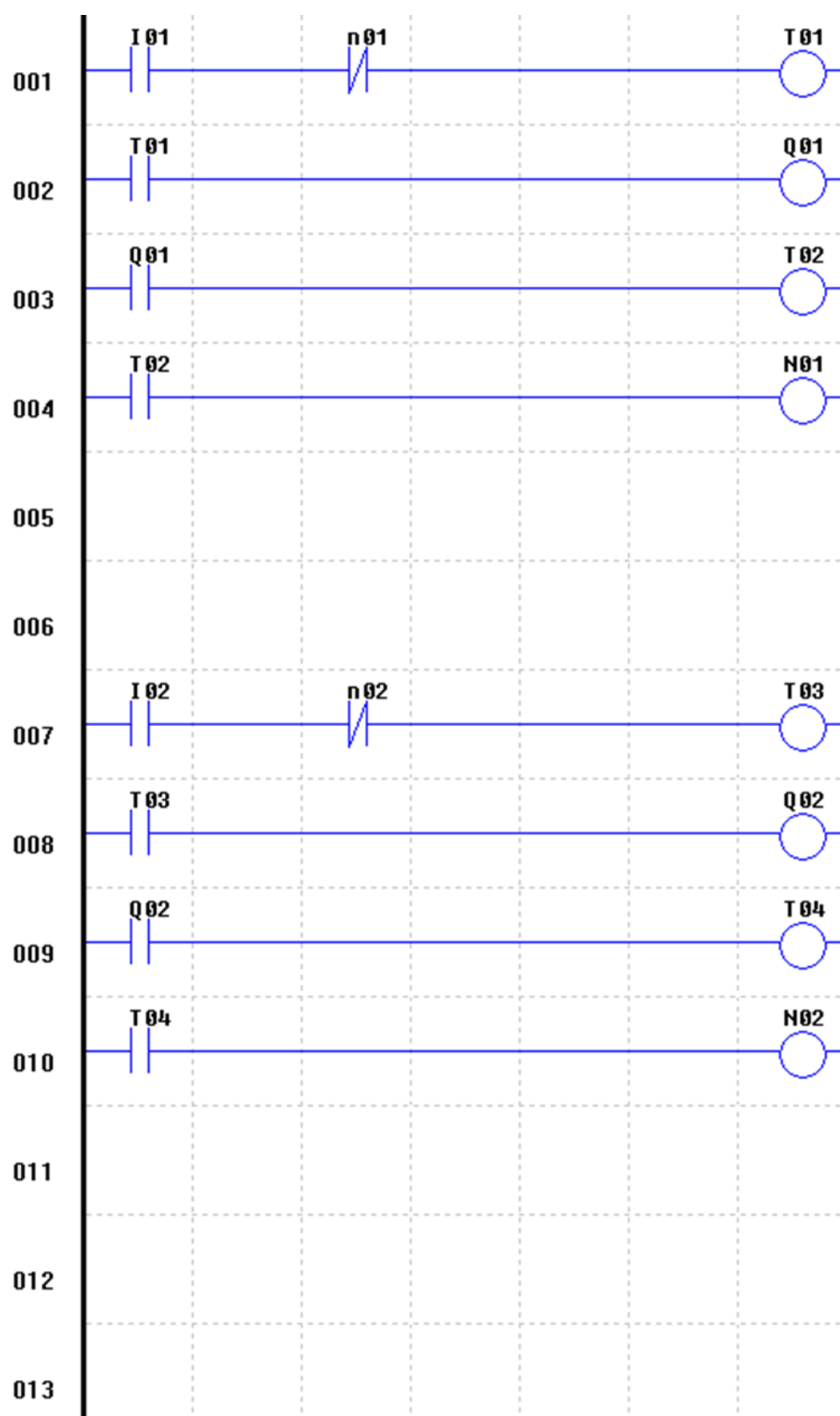
Figura 14: Diagrama de blocos de um CLP



Fonte: Acervo do Grupo, 2023

Após a substituição do Arduino, a primeira coisa que fizemos foi fazer o programa que anteriormente era em C++, que é a linguagem de programação do Arduino, para Ladder, que é um dos tipos de linguagem mais utilizadas para programas CLPs e a que nós preferimos utilizar, porém modificamos algumas partes do programa e também escolhemos fazer direto no Software oferecido pela Weg, que é o Clic 02 Edit para já sabermos como ficaria.

Figura 15: Diagrama Ladder do projeto



Fonte: Acervo do Grupo, 2023

E apesar de nós já termos o programa no Software, tentamos programar ele pelo IHM por conta de não termos o cabo de programação dele, porém enfrentamos diversos problemas relacionados com uma senha.

Tentamos primeiramente utilizar a função LIMPAR PROGRAMA que lemos no manual, e essa função limpa a RAM, EEPROM e Senha ao mesmo tempo.

Figura 16: Função limpar programa do CLP

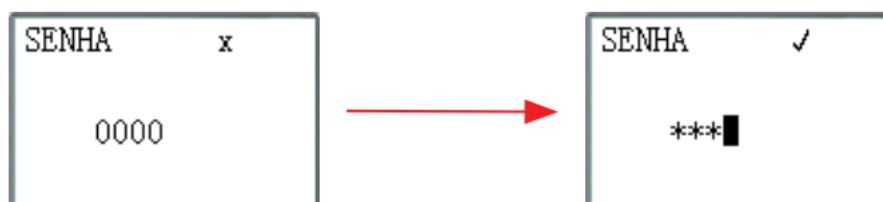


Fonte: Acervo do Grupo, 2023

Porém não deu certo por conta que para conseguir utilizar essa opção, o CLP precisa estar desbloqueado sem senha.

Então partimos para a segunda tentativa, que foi a opção SENHA, que é possível ajustar a senha.

Figura 17: Opção SENHA do CLP



Fonte: Acervo do Grupo, 2023

No qual utilizamos a tabela de instruções dela presente no manual.

Figura 18: Tabela de instruções da opção SENHA do CLP

| | |
|-----------------------|--|
| SEL | 1. Inicia a edição da senha. 2. Quando uma senha já estiver configurada, não será mostrado 0000 e sim ****. |
| 'SEL' depois '←/→' | Move o cursor pela senha a ser editada. |
| 'SEL' depois '↑ / ↓' | Entra na edição e modifica o valor da senha. Valores variam de 0~F. |
| OK | Salva a senha digita. Se o valor for 0000 ou FFFF, então não será aceito como a senha válida. |
| ESC | 1. Cancela a alteração, quando pressionado 'SEL'(modo de edição). 2. Volta ao Menu Principal. |

Fonte: Acervo do Grupo, 2023

E as seguintes instruções

Figura 19: Instruções da opção SENHA do CLP

- Classe A: Número da senha é ajustado entre 0001~9FFF.
- Classe B: Número da senha é ajustado entre A000~FFFE.
- Número da senha = 0000 ou FFFF desabilita a função de senha, senha padrão é 0000.

Fonte: Acervo do Grupo, 2023

Tentando definir a senha como 0000 ou FFFF para desabilitar essa função, porém também não funcionou e depois de muitas tentativas e até mesmo entrando em contato com a própria empresa fabricante, Weg, descobrimos que só é possível remover essa senha através do Software, utilizando o cabo de programação dele.

Depois do descobrimento que só é possível desabilitar a senha através do cabo de programação do Clic 02, junto com a ajuda do professor e coordenador Adilson, conseguimos o cabo emprestado, e assim foi possível tanto desabilitar a função de senha, como já colocar a programação em Ladder.

Então com o CLP com a programação pronta, o próximo passo foi fazer ajustes no antigo protótipo que estava adaptado ao Arduino, tirando a fiação que era do Arduino por um que logo seria colocada.

Primeiro foi pego um trilho para poder fixar o CLP no protótipo, como o ilustrado na figura.

Figura 20: Trilho para apoio do CLP na estrutura do projeto



Fonte: Acervo do Grupo, 2023

Um dos problemas enfrentados foi a operação da bomba d'água responsável por transferir água do reservatório para o nebulizador. Inicialmente, essa bomba era ativada por meio de um sistema de pulso, exigindo um comando para ligar e desligar a energia, mas a programação existente não suportava essa função. Em vez de depender desse sistema interno de pulso, que permitia a passagem de energia da bateria diretamente para a bomba, realizamos uma adaptação. Introduzimos uma fonte externa diretamente nos terminais positivo e negativo da bomba. Com essa modificação, não é mais necessário ativar o botão de pulso e nem utilizar a bateria, que precisaria de recarga futura. Agora, basta conectar a bomba diretamente à tomada.

Posteriormente, outra alteração foi feita na bomba d'água: reduzimos o tamanho da mangueira que retirava água do reservatório. Anteriormente em excesso, essa mangueira tornava a puxada de água inconsistente devido à variação de posição e declive, afetando a quantidade de água retirada a cada vez.

Após realizar essas modificações e conduzir os testes correspondentes, concluímos a montagem do protótipo.

Figura 21: Protótipo concluído



Fonte: Acervo do Grupo, 2023

4.7 Monitoramento

Após concluir o processo de criação e desenvolvimento do nosso projeto, realizamos o processo de monitoramento para observar e analisar como nosso projeto realmente atua durante o cultivo. Esse estágio é fundamental para avaliar a eficácia e o desempenho do projeto em um ambiente real, permitindo-nos identificar potenciais melhorias e ajustes necessários. Através desse monitoramento, buscamos compreender a interação do projeto com o ambiente de cultivo, coletando dados cruciais que nos ajudarão a otimizar sua eficiência e aprimorar seus resultados, garantindo assim um desenvolvimento mais eficaz e adaptável às demandas do cultivo.

4.7.1 Alface

Para realizar o processo de monitoramento, optamos pela hortaliça conhecida popularmente como alface. Essa escolha foi resultado de uma análise criteriosa considerando diferentes aspectos, como tempo de desenvolvimento, disponibilidade de mudas e, sobretudo, a adaptação ao modelo aeropônico. Ao examinarmos esses critérios e compilarmos todos os dados, concluímos que o cultivo de alface seria a escolha mais vantajosa e adequada para nossa proposta.

Após a seleção da alface, direcionamos nossos esforços para uma pesquisa abrangente sobre essa hortaliça específica, buscando compreender seus padrões de crescimento, necessidades nutricionais e particularidades relevantes para o cultivo. Contudo, enfrentamos um novo desafio: decidir entre as diversas variedades de alface disponíveis aquela mais apropriada para nossas condições e objetivos específicos de cultivo. Essa etapa exigiu uma análise minuciosa das características de cada variedade, levando em consideração fatores como resistência a doenças, tempo de cultivo e qualidade do produto que desejávamos alcançar. Por fim, optamos por cultivar a alface americana.

Figura 22: Alface americana



Fonte: Acervo do Grupo, 2023

4.7.2 Nutrição do Cultivo

Após as pesquisas realizadas pelo grupo, chegamos a conclusão que o cultivo bem-sucedido da alface em aeroponia demanda uma combinação meticulosa de nutrientes vitais que garantam seu desenvolvimento saudável. A lista abrange elementos como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre e uma gama de micronutrientes, incluindo ferro, zinco, cobre, manganês, boro e molibdênio. A proporção exata desses nutrientes na solução nutritiva oscila conforme o estágio de crescimento da planta. Geralmente, a concentração é mantida entre 10-20 miligramas por litro para os macronutrientes, enquanto os micronutrientes são medidos em partes por milhão.

O desequilíbrio na oferta desses nutrientes pode gerar complicações para as plantas de alface. O excesso de nitrogênio, por exemplo, pode propiciar um crescimento exacerbado das folhas às custas do desenvolvimento radicular, tornando as plantas mais suscetíveis a doenças e menos produtivas. Já o excesso de fósforo interfere na absorção de outros nutrientes e pode gerar problemas de toxicidade, afetando negativamente o crescimento. Além disso, o excesso de sais, como o cloreto de sódio, pode perturbar o crescimento saudável das plantas e ocasionar desequilíbrios osmóticos, comprometendo ainda mais o desenvolvimento esperado. O cuidado meticuloso na manutenção da dosagem adequada de nutrientes é crucial para garantir o florescimento vigoroso das alfaces e evitar desafios que possam limitar sua produção e qualidade.

Após chegar a essas conclusões procuramos no mercado, uma solução nutritiva que atenda as nossas necessidades, depois de alguma procura, encontramos a solução da Casa Verde, que cumpria o que nos procurávamos.

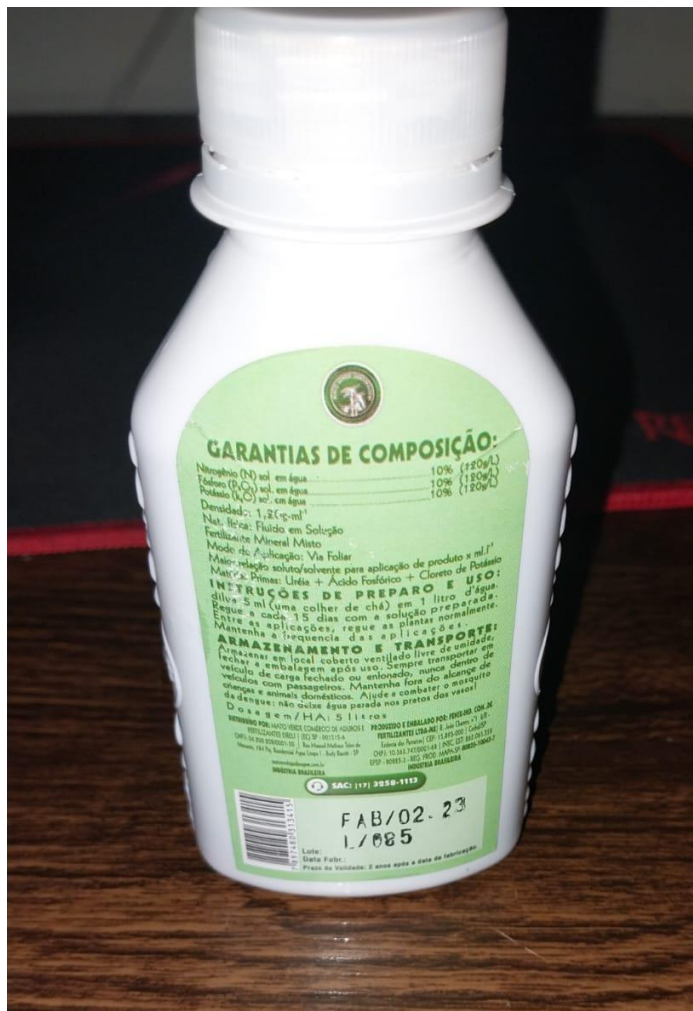
Figura 23: Solução nutritiva



Fonte: Acervo do Grupo, 2023

A solução nutritiva além de atender a composição química que precisávamos, também veio inclusa no seu rótulo instruções para a utilização.

Figura 24: Rótulo da solução nutritiva



Fonte: Acervo do Grupo, 2023

Após adquirirmos a solução nutritiva, procedemos à preparação do líquido que será pulverizado no projeto, dando início ao processo de monitoramento. Essa etapa é crucial, pois nos permite verificar não apenas a adequação da solução para o crescimento das plantas, mas também a correta pulverização e distribuição da mesma pelo sistema. A partir desse ponto, acompanhamos de perto a interação entre a solução nutritiva e as plantas, observando como respondem e se desenvolvem, essencial para ajustar e otimizar o cultivo ao longo do tempo.

4.7.3 Dados obtidos

Após realizarmos o plantio da alface, monitoramos o seu desenvolvimento e registramos através de fotos.

A figura abaixo mostra a muda que foi plantada em nosso projeto.

Figura 25: Muda de alface



Fonte: Acervo do Grupo, 2023

Entretanto, como na muda mostrada na imagem acima é possível notar que ela não possui a raiz desenvolvida de maneira suficiente para ser utilizada no cultivo aerônico, então a plantamos em uma quantidade pequena de terra, a fim de desenvolver a sua raiz e a partir daí realocá-la para terminar de desenvolver em nosso protótipo.

Figura 26: Muda de alface plantada na terra



Fonte: Acervo do Grupo, 2023

Seguimos monitorando o cultivo até o momento que a alface alcançasse o tamanho ideal para realocarmos para nosso protótipo.

Figura 27: Muda de alface desenvolvida



Fonte: Acervo do Grupo, 2023

Após 2 semanas se desenvolvendo na terra, realocamos a alface para o nosso prototipo, onde terminamos de desenvolvê-lo através do método aerônico.

A imagem abaixo, mostra a alface desenvolvida através do nosso prototipo.

Figura 28: Muda de alface desenvolvida no sistema aeropônico



Fonte: Acervo do Grupo, 2023

Após concluir o desenvolvimento da alface chegamos ao resultado apresentado na tabela abaixo:

Tabela 1: Tabela de resultados do projeto aeropônico

| | |
|-----------------------------------|---------------|
| Tempo para o cultivo | 5 a 6 semanas |
| Gasto da solução nutritiva | 100 ml |
| Gasto de água | 20 L |
| Folhas | 24 |
| Tamanho da alface | 22 cm |

Fonte: Acervo do Grupo, 2023

Ao final deste processo, confirmamos que nosso projeto é realmente viável e funcional, demonstrando que a aeroponia é um método cada vez mais estabelecido. Esta comprovação reforça sua eficácia e relevância no cenário atual.

3 CONCLUSÃO

Através do presente trabalho procuramos contextualizar o leitor para a tecnologia aeropônica e seu potencial. Nos últimos anos, a busca por métodos de cultivo mais eficientes e sustentáveis tem levado muitas pessoas a explorarem alternativas inovadoras para o cultivo de alimentos em suas próprias residências. Entre essas opções, a aeroponia tem se destacado como uma solução promissora que combina tecnologia, eficiência e praticidade. Este artigo explorou os conceitos, benefícios e desafios da aeroponia residencial, demonstrando seu potencial para revolucionar a forma como cultivamos alimentos em nossas casas.

Com a preocupação com o meio ambiente crescendo e uma maior adesão das pessoas a estilos de vida sustentáveis, aumentou a demanda de meios para se produzir seu alimento de forma sem agredir o meio ambiente, proporcionando assim autonomia e segurança de estar reduzindo os impactos da produção ao meio ambiente.

A aeroponia, com seu sistema eficiente de cultivo em ambientes urbanos, oferece uma solução promissora para combater a insegurança alimentar no Brasil. Ao otimizar o uso de espaço e recursos, permite que as comunidades cultivem alimentos frescos localmente durante todo o ano. Isso reduz a dependência de importações e facilita o acesso a produtos saudáveis, diminuindo a vulnerabilidade alimentar. Além disso, a aeroponia pode ser escalável, atendendo tanto áreas urbanas densas quanto comunidades rurais, promovendo a resiliência alimentar em todo o país.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMPOS, Priscilla Perla Tartarotti von Zuben. **GESTÃO PARA A SUSTENTABILIDADE HUMANA EM UMA SOCIEDADE INSUSTENTÁVEL: ESTUDOS MULTIDISCIPLINARES COM FOCO NO COMPORTAMENTO HUMANO. IX SEMINÁRIO DE ESTUDOS DO CONTEMPORÂNEO. 09 e 10/05/2016.** Disponível em: <https://www.usf.edu.br/ic_2016/pdf/ic/meio-ambiente/GESTAO-PARA-A-SUSTENTABILIDADE-HUMANA-EM-UMA-SOCIEDADE-SUSTENTAVEL---ESTUDOS-MULTIDISCIPLINARES-COM-FOCO-NO-COMPORTAMENTO-HUMANO.pdf> . Acesso em: 13 abr. 2023.

SANTOS, Diego Maradona dos. **Projeto de Automação de Máquina de Transversinas para Carrocerias de Caminhões (TCCA) para Empresa Carrocerias São Miguel LTDA.** 2012. 134 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Controle e Automação, Universidade Alto Vale do Rio do Peixe, Caçador, 2012. Disponível em: <<https://acervo.uniarp.edu.br/wp-content/uploads/tccs-graduacao/Projeto-de-automacao-de-uma-maquina-de-transversinas-para-carroceria-de-caminhao.-Diego-Maradona-dos-Santos.-2012.pdf>>. Acesso em: 14 abr. 2023.

COSTA, Aline Cristiane Correa; PIRES, Brendo dos Santos. **Sistema Inteligente para Controle de Enchentes.** 2016. 62 f. TCC (Graduação) - Curso de Automação Industrial, Faculdade de Tecnologia de Itaquera, São Paulo, 2016. Disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/1wwcdOJtsfv-WzesMfZsPKjyd6zBqLvMZ/view>>. Acesso em: 28 abr. 2023.

FREITAS JUNIOR, Jose Roberto de. **AUTOMAÇÃO NA AGRICULTURA: UM ESTUDO DE CASO SOBRE CONTROLE DE FERTIRRIGAÇÃO EM ESTUFA HIDROPONICA.** 2018. 58 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Eletrica, Instituto Ensinar Brasil Faculdades Doctum de Caratinga, Caratinga, 2018. Disponível em: <<https://dspace.doctum.edu.br/bitstream/123456789/225/1/TCC%20JOSE%20ROBERTO%20DE%20FREITAS%20JUNIOR.pdf>>. Acesso em: 30 maio 2023.

GUIMARÃES, Vinícius Galvão. **AUTOMAÇÃO E MONITORAMENTO REMOTO DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO VISANDO AGRICULTURA**

FAMILIAR. 2011. 97 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Controle e Automação, Universidade de Brasília Faculdade de Tecnologia, Brasília, 2011. Disponível em: <https://bdm.unb.br/bitstream/10483/15621/1/2011_ViniciusGalvaoGuimaraes_tcc.pdf>. Acesso em: 05 maio 2023.

LAKHIAR, Imran Ali; GAO, Jianmin; SYED, Tabinda Naz; CHANDIO, Farman Ali; BUTTAR, Noman Ali. Modern plant cultivation technologies in agriculture under controlled environment: a review on aeroponics. **Journal Of Plant Interactions**, [S.L.], v. 13, n. 1, p. 338-352, 1 jan. 2018. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/17429145.2018.1472308>. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/17429145.2018.1472308?needAccess=true&role=button>>. Acesso em: 12 maio 2023.

TARGINO, Alessio Torquato; BARROS, Douglas Lima; NELO, João Victor Aleixo; AMORIM, Paulo Henrique Costa de. **AEROPONIA – PLANTAÇÃO SUSTENTÁVEL E ECÔNOMICA**. 2017. 9 f. TCC (Graduação) - Curso de Informática Para Internet, Etec Bartolomeu Bueno da Silva Silva, Santana de Parnaíba, 2017. Disponível em: <<https://www.agbbauru.org.br/publicacoes/Alimentando2ed/pdf/Alimentando2ed-40.pdf>>. Acesso em: 26 maio 2023.

FACTOR, Thiago Leandro. **Produção de Minitubérculos de Batata-Semente em Sistemas Hidropônicos NFT, DFT e Aeroponia**. 2007. 131 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2007. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/94cc9759-d908-4781-a8f8-2f3c5dcfdec4/content>>. Acesso em: 09 jun. 2023.

LAKHIAR, Imran Ali; GAO, Jianmin; SYED, Tabinda Naz; CHANDIO, Farman Ali; BUTTAR, Noman Ali. Modern plant cultivation technologies in agriculture under controlled environment: a review on aeroponics. **Journal Of Plant Interactions**, [S.L.], v. 13, n. 1, p. 338-352, 1 jan. 2018. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/17429145.2018.1472308>. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17429145.2018.1472308>>. Acesso em: 09 jun. 2023.

UCHÔA, Ivysson Fernandes De Queiroz et al.. **Utilização do cultivo aeropônico em ambiente espacial**. Anais IV CONAPESC... Campina Grande: Realize Editora, 2019. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/57325>>. Acesso em: 24/08/2023