

CENTRO PAULA SOUZA FACULDADE DE TECNOLOGIA DE SANTO ANDRÉ

Tecnologia em Mecatrônica Industrial

Caio Felipe dos Santos

Victor Oliveira Guimarães

Vítor Amaducci Negocia

SISTEMA DE CONTROLE DE HORTA HIDROPÔNICA

Santo André - SP

2020

Caio Felipe dos Santos

Victor Oliveira Guimarães

Vítor Amaducci Negocia

SISTEMA DE CONTROLE DE HORTA HIDROPÔNICA

Monográfica apresentado ao Curso de
Tecnologia em Mecatrônica Industrial da Fatec
Santo André, como requisito parcial para do
título Tecnólogo em Mecatrônica Industrial.

Orientador: Me. Luiz Vasco Puglia

Professor: Me. Eliel Wellington Marcelino

Santo André – SP

2020

N384s

Negocia, Vitor Amaducci

Sistema de controle de horta hidropônica / Vitor Amaducci Negocia, Caio Felipe dos Santos, Victor Oliveira Guimarães. - Santo André, 2020. – 97f: il.

Trabalho de Conclusão de Curso – FATEC Santo André.
Curso de Tecnologia em Mecatrônica Industrial, 2020.

Orientador: Prof. Luiz Vasco Puglia

1. Mecatrônica. 2. Horta. 3. Hidropônica. 4. Sistema de controle. 5. Monitoramento. 6. Programação. 7. Software. Reservatório de água.
I. Santos, Caio Felipe dos. II. Guimarães, Victor Oliveira. III. Sistema de controle de horta hidropônica.

629.892

Caio Felipe dos Santos

Victor Oliveira Guimarães

Vítor Amaducci Negocia

SISTEMA DE CONTROLE DE HORTA HIDROPONICA

Trabalho de conclusão de Curso FATEC Santo André como requisito parcial à obtenção do título de tecnólogo em mecatrônica industrial.

BANCA EXAMINADORA

Local: Fatec Santo André Horário: 15:47
Data: 17/07/2020

Prof. Me. Luiz Vasco Puglia
Presidente da banca
FATEC Santo André

Prof. Me. Eliel Wellington Marcelino
Primeiro membro da Banca
FATEC Santo André

Prof. Dr. Flávio Augusto Barella
Segundo Membro da Banca
Fatec Santo André



Santo André – SP

2020

RESUMO

Para a construção deste trabalho foi proposto a criação de um sistema de controle de monitoramento de uma horta hidropônica, esse controle é feito através de uma IHM (interface homem máquina). O foco é atender pessoas que não possam cuidar de uma horta em casa, já com este sistema é possível ter um controle em tempo real dos cuidados empregados na hidropônica. Este trabalho está dividido em quatro partes, sendo elas, a criação da estrutura da horta hidropônica, controle das variáveis, criação da programação que é onde todo o software do projeto se localiza. Para a criação de um sistema hidropônico é necessário a fabricação de uma estrutura que será composta de um reservatório e uma distribuição de água será composta por tubos perfurados para a acomodação das plantas. O controle é composto em três fases, na germinação é feito o controle da iluminação e umidade, porém na parte do berçário e fase de crescimento o controle é maior, porque é necessário controlar temperatura, PH, condutividade da água e vazão.

Palavras-chave: Hidropônica, Controle e Plantas

ABSTRACT

For the construction of this work was proposed the creation of a monitoring control system of a hydroponic vegetable garden, this control is done through an HMI (human machine interface). The focus is to serve people who cannot take care of a vegetable garden at home, already with this system it is possible to have a real-time control of the care employed in hydroponics. This work is divided into four parts, being them, the creation of the structure of the hydroponic garden, control of variables, creation of programming that is where all the software of the project is located. For the creation of a hydroponic system it is necessary to manufacture a structure that will be composed of a reservoir and a distribution of water will consist of perforated pipes for the accommodation of plants. The control is composed in three phases, in germination is done the control of lighting and humidity, but in the part of the nursery and growth phase the control is greater, because it is necessary to control temperature, PH, conductivity of water and flow.

Keywords: Hydroponics, Control and Plants

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Sistema hidropônico de pavio	18
Figura 2:Sistema hidropônico leito flutuante.....	19
Figura 3: Sistema hidropônico enchente.....	20
Figura 4: Sistema hidropônico gotejamento	21
Figura 5: Sistema aeropônico	22
Figura 6: Sistema hidropônico NFT	23
Figura 7: Fluxograma do projeto	33
Figura 8: Sensor de temperatura DS18B20	38
Figura 9: especificação do componente.....	39
Figura 10: Sensor pHmetro.....	39
Figura 11: Sensor de umidade DHT11	41
Figura 12: INFORMAÇÃO DO DHT11	42
Figura 13: Simbologia do LDR	42
Figura 14: Sensor de iluminação LDR	43
Figura 15: Gráfico resistência x lux.....	43
Figura 16: Bomba	45
Figura 17:Gráfico curva característica motobomba.....	45
Figura 18: Lâmpada LED GROW	46
Figura 19: Gráfico da absorção da luz pelo comprimento de onda (ηm)	47

Figura 20: Bomba de ar	48
Figura 21:Aspersor	49
Figura 22: Condensador.....	50
Figura 23: Aquecedor	51
Figura 24: I/Os NODEMCU.....	53
Figura 25: LCD.....	55
Figura 26: Estrutura	57
Figura 27: Circuito LDR.....	59
Figura 28:Circuito DHT11.....	60
Figura 29:Circuito DS18B20.....	60
Figura 30:Circuito BNC PH ELETRODE.....	61
Figura 31:Circuito ADS1115.....	62
Figura 32: Circuito drives de potência.....	63
Figura 33: Circuito 2N25.....	63
Figura 34: Circuito 74HC595	64
Figura 35: Circuito LCD.....	65
Figura 36: Circuito NODEMCU.....	66
Figura 37:Suporte de madeira.....	67
Figura 38:Estrutura com tubos.....	68
Figura 39: Suporte com acrílico.....	68

Figura 40: Peça de acrílico.....	69
Figura 41: Estrutura para as lâmpadas	69
Figura 42: Reservatório	70
Figura 43: caixa do circuito	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Quadro de controle estágio germinação.....	26
Tabela 2:Quadro de controle estágio berçário	27
Tabela 3: Quadro de controle estágio crescimento	28
Tabela 4:OLED.....	54
Tabela 5: Lista de material para a estrutura.....	67
Tabela 6: Lista de material circuito	71

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1:Circuito.....	78
Anexo 2: Estrutura	79
Anexo 3: Programação.....	90
Anexo 4: Relações entre os teores foliares 9G/KG0 de N, P, Ca, Mg e S com os teores de K considerados adequados para diferentes culturas	91
Anexo 5: Relação de sais/fertilizantes usados como fontes de macronutrientes para o preparo de soluções nutritivas	91
Anexo 6:Relação de sais/fertilizantes usados como fontes de micronutrientes para o preparo de soluções nutritivas.	91

LISTA DE SIGLAS

PH	Potencial Hidrogeniônico
LDR	Light Dependent Resistor
NFT	Nutrient Film Technique
I2C	Inter-Integrated Circuit
°C	Celsius
V	Volt
A	Ampere
l	Litro
s	Segundo
Min	Minuto
η	Nano
h	hora
M	Mega
K	Kilo

SUMARIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
1.1OBJETIVO	15
1.2MOTIVAÇÃO.....	15
1.3JUSTIFICATIVA	16
1.4ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	16
1.5HIDROPONIA	17
1.6TIPOS DE HIDROPONIA	18
1.6.1Sistema de pavio	18
1.6.2Sistema de leito flutuante.....	19
1.6.3Sistema de enchente	20
1.6.4Sistema de gotejamento	21
1.6.5Sistema aeropônico	22
1.6.6Sistema N.F.T	23
1.7VANTAGENS E DESVANTAGENS DA CULTURA HIDROPÔNICA	24
1.7.1Vantagens da hidropônia.....	24
1.7.2Desvantagens da hidropônia	25
1.8CONTROLE.....	25
1.9SOLUÇÕES.....	28
1.9.1PREPARO E MANEJO DA SOLUÇÃO	29

1.9.2Controle de pragas e doenças.....	31
1.10FLUXOGRAMA	33
1.11HIDROPONIA ANTIGAMENTE	33
1.12GRANDEZAS MANIPULADAS	35
1.12.1Temperatura	35
1.12.2pH.....	36
1.12.3Candela	36
1.12.4Umidade relativa.....	36
1.12.5Aeração	37
1.12.6Condutividade.....	37
1.13SENSORES	37
1.13.1Sensor de temperatura.....	38
1.13.2Sensor de PH.....	39
1.13.3Sensor de umidade	40
1.13.4Sensor de luminosidade	42
1.14ATUADORES	44
1.14.1Bombas	44
1.14.2Lâmpadas	46
1.14.3Bomba de Ar.....	47
1.14.4Umidificador.....	48

1.14.5COMPRESSOR CONDENSADOR.....	49
1.14.6AQUECEDOR.....	50
1.15CONTROLADOR	51
1.15.1NODEMCU (ESP8266).....	52
1.15.2IHM.....	54
2.PROJETO	56
2.1ESTRUTURA.....	56
2.2CIRCUITOS	58
2.3PROGRAMAÇÃO	66
3.PASSO A PASSO PARA A CONSTRUÇÃO.....	67
3.1ESTRUTURA.....	67
3.2CIRCUITO	71
4.CONCLUSÃO.....	73
5.REFERÊNCIA	75

1. INTRODUÇÃO

A produção agrícola com fins comerciais, necessita de alta produtividade para ser rentável. Diversos recursos para obter essa rentabilidade são aplicados no processo, como a utilização de agrotóxicos. Agrotóxicos são produtos utilizados no combate a pragas e doenças que surgem durante a produção e com isso aumentando o rendimento da cultura agrícola, mas carregando também malefícios pela sua utilização. A maior parte dos produtos rurais utilizam agrotóxicos e segundo o programa de análise de resíduos de agrotóxicos alimento (PARA), estes agrotóxicos são nocivos ao corpo humano, sendo o segundo maior causador de intoxicação no Brasil. Nocivo tanto para os trabalhadores rurais que tem mais contato com os produtos por mais chances de se contaminar pela respiração e contato com a pele quanto a quem vai se alimentar desses produtos. Os agrotóxicos também são prejudiciais ao ecossistema agredindo o solo, lençóis freáticos, lagos e rios. Causam um desequilíbrio do ecossistema e consequentemente prejudicando a vida humana e animal. Alimentos comercializados em supermercados, possuem muita concentração de agrotóxicos, que são ingeridos pelos habitantes das grandes cidades. Além dos agrotóxicos, muitas verduras contêm pragas, como escorpiões, isso faz com que o ocorra vários acidentes no decorrer dos anos. (FACUNDES. Douglas, 2020) A tendência é que esse fator cresça devido ao desmatamento, onde este desequilíbrio faz com que estes tipos de animais peçonhentos tenham de procurar alimento em outros lugares, como as lavouras, assim provocando mais acidentes nas grandes cidades.

Uma solução para evitar isso é através da cultura hidropônica, pois se trata de um plantio voltado a planta protegida em uma estufa, e não no método tradicional, a qual a planta depende das condições climáticas para ter chances de se desenvolver, além do sistema hidropônico evitar os agrotóxicos e animais, as plantas recebem suas doses de soluções necessárias para potencializar o seu desenvolvimento. Isso resulta então que a sua evolução entre o estágio inicial até o estágio próprio para o consumo diminua. Implantando esta cultura, muito desses problemas podem ser amenizados além de ser uma alternativa a quem procura produtos mais frescos.

Enfim o plantio sem solo poderia ser adotado em casas, que tenham suporte para alocar a horta, creches, escolas, hortas comunitárias e entre outros lugares, com isso diminuindo drasticamente a necessidades de áreas maiores para a produção em massa, dando a entender que a solução não só beneficiaria o seu bolso, mas também o meio ambiente.

1.1 OBJETIVO

O objetivo geral desse projeto é conseguir unir todo o conhecimento obtido no decorrer do curso e aplicá-lo, dessa forma, demonstrando aos discentes que os ideais adquiridos foram aplicados e aprimorados a área de tecnologia. Essa monografia disserta sobre como foi a criação de uma horta hidropônica automatizada, detalhando sua tecnologia, recursos necessários, vantagens e desvantagens. A realização do projeto tem como finalidade conseguir construir e controlar o sistema.

O objetivo final da experiência é controlar as malhas de temperatura, pH, luminosidade, umidade, condutividade, vazão e aeração de forma que todas em conjunto conseguirão consolidar um sistema sustentável à planta.

1.2 MOTIVAÇÃO

A motivação deste projeto é manter uma conexão entre a planta e o ser humano tanto fisicamente quanto virtualmente, para casas de hobby ou até mesmo em larga produção.

“O Brasil é o 4º colocado em consumo de alimentos saudáveis, de acordo com uma pesquisa realizada pela Euromonitor. Segundo a agência internacional de pesquisa de mercado, nos últimos cinco anos, o crescimento do setor de alimentos e bebidas saudáveis foi, em média, de 12,3% ao ano e em 2019, a previsão é que o segmento cresça ainda mais e atinja 50%” (PEZZOTTI, 2019).

Um produto hidropônico tem seu custo mais elevado em relação aos demais produtos do mesmo ramo, o projeto tem como objetivo trazer para o consumidor pequeno a disponibilidade de ter um produto hidropônico mais barato, e podendo ser usados para um produtor em larga escala. (PEZZOTTI, 2019)

1.3 JUSTIFICATIVA

Nós desenvolvemos este projeto com o objetivo de proporcionar melhores qualidade nos alimentos em que consumimos, utilizando a tecnologia que nos cerca. Aproveitamos ideologia formada de alimentação saudável que uma horta hidropônica tem a oferecer e aplicamos o controle a fim de obter melhores resultados. O controle uma das mais importantes áreas na mecatrônica, dessa maneira, aprimoramos a área de controle do sistema hidropônico onde é possível ter uma horta em sua casa.

1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O desenvolvimento do projeto proposto “Sistema de controle de horta hidropônica” foi composto em 3 capítulos. No primeiro capítulo tivemos como objetivo conseguir informar todas as características do que é um sistema hidropônico e nele pode-se encontrar: como ele se difundiu, explicar sua história, funcionamento, os tipos diferentes de hidropônia, vantagens e desvantagens do mesmo, e exemplificar como ocorreria sua a solução de aplicação e os tipos de controles necessários. Em sequência falamos dos componentes que utilizando dando inicialmente relevância as grandezas que foram manipuladas no projeto informando os tipos de sensores, exemplificando e transcrevendo sobre o funcionamento de cada um o como ele transmitirá a grandeza ao controlador. Na mesma linha de raciocínio descrevemos sobre os tipos de atuadores e suas funções que foram necessárias para o funcionamento de nosso sistema de controle e automação como por exemplo a verificação, por meio de malha fechada, de como os sensores e atuadores foram conectados para trabalharem junto ao controlador por meio da linguagem de programação escolhida.

Todo o sistema acima mencionado poderá ser visto e supervisionado por uma tela de IHM (Interface Homem Máquina) com o intuito de melhor exemplificar a condição atual que a horta/plantação se encontra.

No penúltimo capítulo encontramos informações uteis para conseguirmos replicar o projeto mecânico na prática; tanto na parte física com o desenho de protótipo com as dimensões e lista de materiais. Como também na parte elétrica com o circuito eletroeletrônico utilizado. Além disso esse módulo também descreve como reutilizar alguns objetos descartáveis em sua plantação.

O último capítulo foi dedicado as informações referentes ao preço para implementação deste investimento e também um detalhado passo-a-passo de como se pode construir a estrutura principal do projeto.

1.5 HIDROPONIA

A palavra hidropônia vem do grego (*υδροπονία*) tem como sua separação em *hydro+ ponos* e a sua tradução literal é trabalho nas águas, visto que trabalho vem do sentido de uma execução de obras. As técnicas foram se ramificando através do globo (GOMES, 2015).

Em sua origem não se tinha muitas ideias do potencial em desenvolvimento, contudo, com a evolução dos meios de produção agrícolas, descobriu-se que a planta não necessariamente precisa do solo e sim de um composto que as alimente, ou seja, para a obtenção dos nutrientes as raízes têm necessidades de se desenvolver em menores períodos de tempos para encontrar as águas. Há variantes de hidropônica podendo até ser encontradas plantadas em solo, contudo este solo não pode ter matéria orgânica em decomposição.

Muito diferente do que as pessoas pensam a hidropônia não serve unicamente para se cultivar verduras, mais também legumes, hortaliças, plantas ornamentais entre outras. Há países no mundo que definiram os produtos hidropônicos como os padrões em comercialização. (GOMES, 2015)

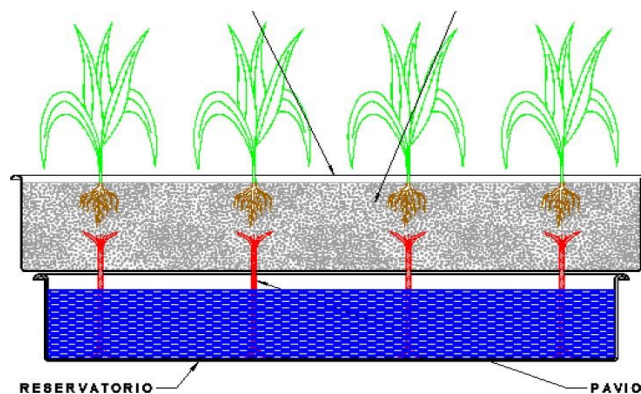
1.6 TIPOS DE HIDROPONIA

Há vários métodos de realizar a cultura de hidropônia, contudo iremos relatar os mais utilizados, sendo eles, o sistema de pávio, sistema de leito flutuante, sistema de enchente vazante, sistema N.T.F, sistema de gotejamento e sistema aeropônico. Eles compõem os principais meios de produção hidropônicos produzidos, há outras formas, mas são raramente utilizadas, todavia todos os sistemas não fogem a regra de cultivo das plantas o que muda normalmente são os métodos. (GOMES, 2015).

1.6.1 Sistema de pávio

O sistema de pávio que é composto de capilares que conduzem a solução nutritiva para as raízes das plantas, onde por meio de pressão imposta através do líquido vão nutrir as plantas, esse sistema é raramente utilizado para a produção em massa, além de ser um sistema sem controle. (GOMES, 2015). A figura 1 mostra de forma ilustrada o sistema de pávio.

Figura 1: Sistema hidropônico de pávio

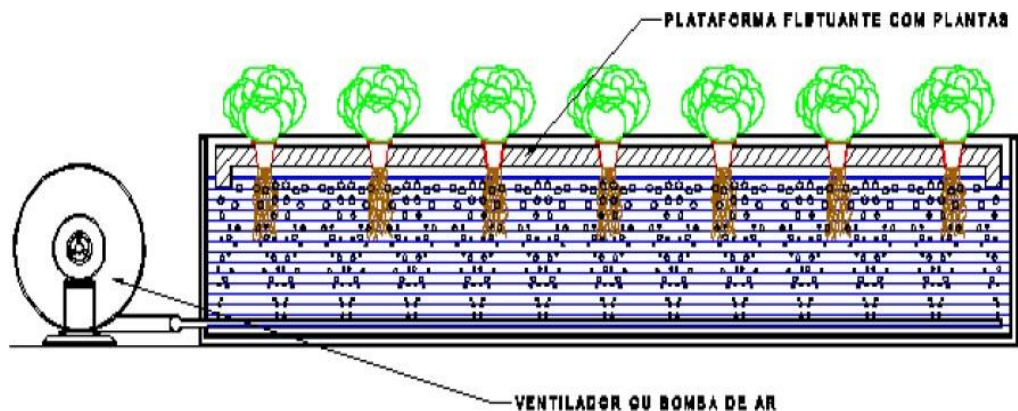


Fonte: <http://www.hydor.eng.br/ESQUEMAS/PAVIO-P.jpg>

1.6.2 Sistema de leito flutuante

O sistema de leito flutuante consta em um reservatório de água, como uma caixa, no teto da caixa temos furos onde são alocadas as plantas, e seu interior é onde fica a água, entre ambos temos uma bomba de ar, ela tem o objetivo de oxigenar a água. Essa oxigenação tem o objetivo de facilitar a alimentação da planta para com os nutrientes. Esse sistema é pouco utilizado por ter o maior gasto depois da construção, porque além de ter de encher o reservatório por completo, a bomba de ar deve-se manter ligada quase que o dia todo. (GOMES, 2015). A figura 2 mostra de forma ilustrada o sistema de leito flutuante.

Figura 2: Sistema hidropônico leito flutuante

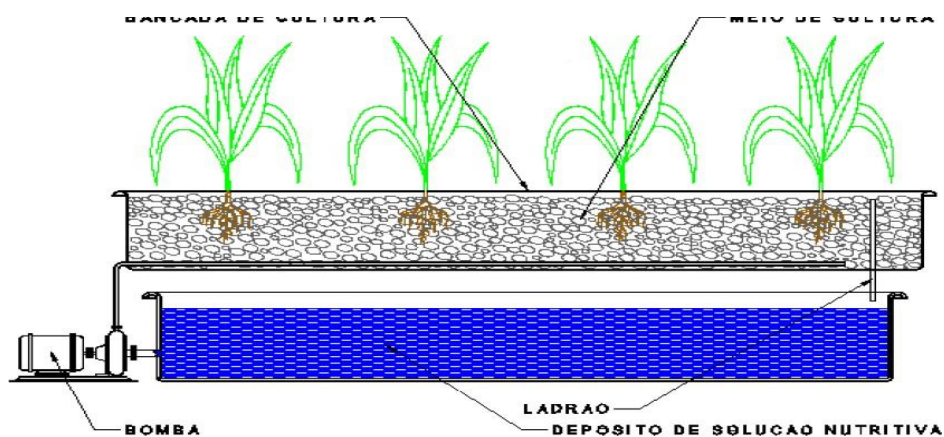


Fonte: <http://www.hydor.eng.br/ESQUEMAS/FLUTUA-P.jpg>

1.6.3 Sistema de enchente

Sistema de enchente, ele é composto por uma bandeja e um reservatório, neste caso as plantas ficam na bandeja, e de tempos em tempos uma bomba suga a água do reservatório para a bandeja, isso nutre a planta. O meio em que a água escorre é através de um ladrão ele tem a função de drenar a água para o reservatório novamente. Este sistema tem grandes áreas de aplicação, porém tem grandes perdas. (GOMES, 2015). A figura 3 mostra de forma ilustrada o sistema de enchente.

Figura 3: Sistema hidropônico enchente

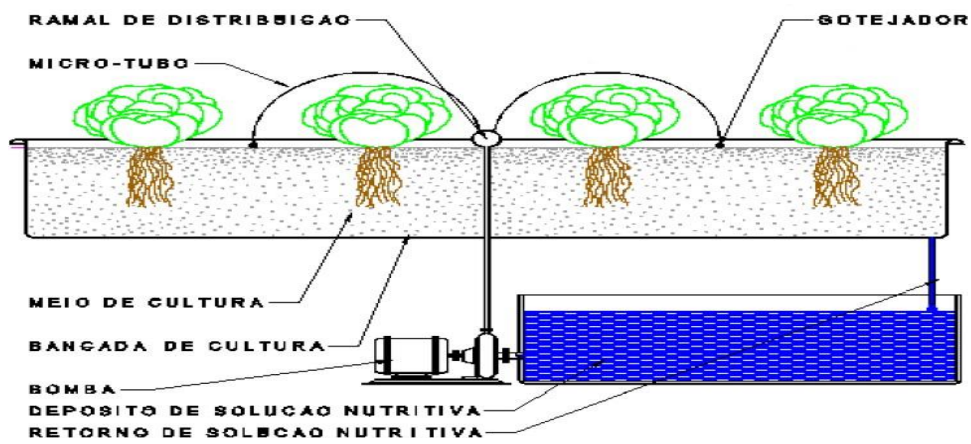


Fonte: <http://www.hydor.eng.br/ESQUEMAS/SUBIR-P.jpg>

1.6.4 Sistema de gotejamento

O sistema de gotejamento, como o nome já diz, consiste em um sistema em que as plantas estão postas em uma esponja ao lado contém uma mangueira que irá pingar em sua raiz, esse sistema tem um grau de dificuldade maior, porém tem menos desperdício. (GOMES, 2015). A figura 4 mostra de forma ilustrada o sistema gotejamento.

Figura 4: Sistema hidropônico gotejamento

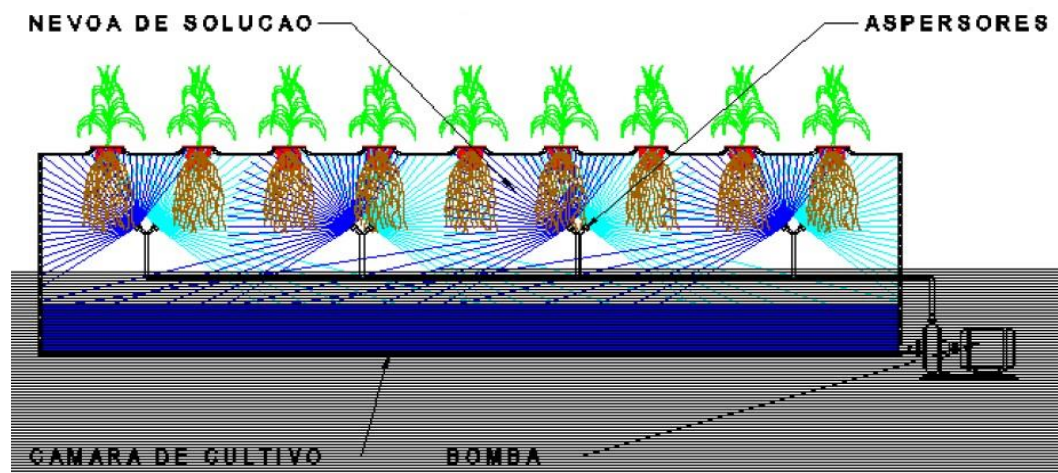


Fonte: <http://www.hydor.eng.br/ESQUEMAS/GOTA-P.jpg>

1.6.5 Sistema aeropônico

Sistema aeropônico, um sistema mais diferente entre os demais, pois o seu funcionamento é através de *splinter*, de forma resumida o reservatório é a base, visto que nele há de ter as plantas na sua parte superior, no fundo a água, com as bombas e os *splinters*, espalham uma nevoa para as raízes das plantas. Este sistema é moderno, porém contém mais fatores para serem controlados. (GOMES, 2015). A figura 5 mostra de forma ilustrada o sistema aeropônico.

Figura 5: Sistema aeropônico

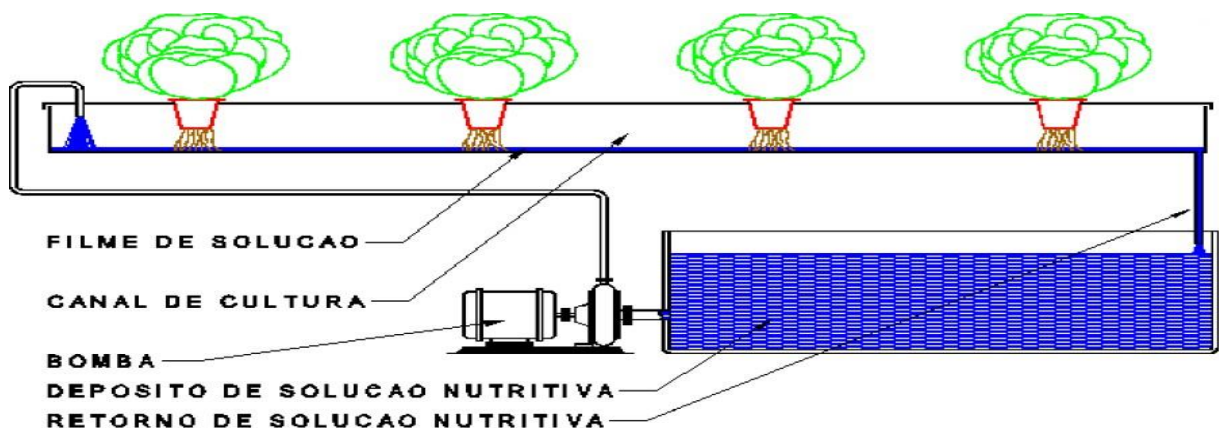


Fonte: <http://www.hydor.eng.br/ESQUEMAS/AERO-P.jpg>

1.6.6 Sistema N.F.T

E por fim o sistema de N.F.T, consistem em um fio de água com nutrientes passando pelo cano. Esse método consiste em uma bomba de recalque fornecendo água do reservatório ao sistema, o desperdício nele é razoavelmente pequeno comparado com os demais além de ser uns dos mais simples em relação a sua construção. (GOMES, 2015). A figura 6 mostra de forma ilustrada o sistema N.F.T.

Figura 6: Sistema hidropônico NFT



Fonte: <http://www.hydor.eng.br/ESQUEMAS/NFT-P.jpg>

Não se pode dizer que um sistema é melhor que o outro, e sim qual é o mais adequado de ser implantado em situação necessária, em situações como uma casa, por exemplo, não é aconselhável instalar a aeropônia e sim o N.F.T. Como o objetivo do projeto é desenvolver uma horta para a casa, é mais do que indispensável escolher um sistema que não tenha tanto desperdício, que seja econômico, de fácil manuseio e seja fácil a troca de peças.

1.7 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA CULTURA HIDROPÔNICA

1.7.1 Vantagens da hidropônia

O cultivo hidropônico contém diversas vantagens, e cada uma dessas vantagens está associado a um tipo de cultivo. Uma das principais vantagens com o cultivo hidropônico é o controle da composição dos nutrientes das plantas, este controle é de grande importância para o cultivo em escala comercial, algumas das vantagens do cultivo hidropônico será listado abaixo:

- Melhor controle sobre a composição dos nutrientes fornecidos às plantas;
- Redução no ciclo da cultura e maior produtividade;
- Menor consumo de água e de fertilizantes;
- Melhor controle fitossanitário;
- Redução em alguns tratamentos culturais;
- Dispensa rotação de cultura;
- Redução de riscos climáticos;
- Produção fora de época;
- Melhor qualidade e preço do produto;
- Produção próximo ao consumo:

As informações retiradas da pesquisa de Neto e Barreto mostra como a hidropônia pode solucionar problemas, como citado a produção fora de época, aonde não necessita esperar um determinado período do ano para poder plantar determinados produtos, ou então não precisar se preocupar com o terreno, pois sendo um sistema funcional independente de tamanho em qualquer lugar pode ser implementado, como o público alvo deste projeto demonstra, as hortas em casas dessa forma trazendo mais qualidade nos produtos e entre outros pontos citados na pesquisa feita por eles.

1.7.2 Desvantagens da hidropônia

O cultivo hidropônico tem tantas vantagens como suas desvantagens também e tem como transpor algumas delas pelo modo que vai operar ou cultivar, alguns destes itens serão listados abaixo:

- Custo inicial relativamente elevado;
- Exige assistência e conhecimento técnico mais efetivo;
- Exige mão de obra especializada;
- Risco de perda por falta de energia elétrica;
- Prejuízo por contaminação da água por patógenos;
- Requer acompanhamento permanente do sistema:

Neto e Barreto também descrevem alguns pontos que podem fazer com que a construção e manutenção do projeto podem ser inviáveis em determinados casos demonstrados acima visto que o primeiro tópico é um dos mais importantes, porque se trata do quanto você está disposto a gastar com sua horta, além disso, eles informam que é necessário uma mão de obra especializada, isso informa que não seria qualquer um que consegue desenvolver esse projeto, contudo a ideia do nosso projeto é dissolver o esse paradigma, a qual possa facilitar para qualquer pessoa a construção de uma horta hidropônica.

1.8 CONTROLE

A quadro 1 mostra os parâmetros a serem controlados partir do momento que acontece a semeadura até chegar nas primeiras folhas:

Tabela 1: Quadro de controle estágio germinação

GERMINAÇÃO	
CONTROLE	VALOR
temperatura	18 A 24C
PH	5,6 A 6,4
condutividade	1,3 A 3,5 milisiemens/centímetro
umidade (externa)	70 A 75%
oxigenação	Constante
iluminação	constante após 2 dias do aparecimento das folhas
controle água	rotina de 15 em 15min após um dia da sementeira

Fonte: Autor

O quadro 2 mostra os parâmetros das variáveis a serem controlada que são usadas na fase de berçário, onde mostra uma mudança no processo de crescimento:

Tabela 2:Quadro de controle estágio berçário

BERÇARIO	
CONTROLE	VALOR
temperatura	18 A 24C
PH	5,6 A 6,4
condutividade	1,3 A 3,5 milisiemens/centímetro
umidade (externa)	70 A 75%
oxigenação	constante
iluminação	constante
controle água	rotina de 15 em 15min

Fonte: Autor

O quadro 3 mostra alguns parâmetros de crescimento da alface na fase final, onde podemos ver que existe pouca mudança da fase berçário para crescimento.

Tabela 3: Quadro de controle estágio crescimento

CRESCIMENTO	
CONTROLE	VALOR
Temperatura	18 A 24C
PH	5,6 A 6,4
Condutividade	1,3 A 3,5 milisiemens /centímetro
umidade (externa)	70 A 75%
Oxigenação	Constante
Iluminação	constante
controle água	rotina de 15 em 15min

Fonte: Autor

1.9 SOLUÇÕES

A solução nutritiva é essencial para o desenvolvimento adequado das hortaliças, pois ela fornece todos os minerais que existem no solo possibilitando que a hortaliça complete seu ciclo biológico. Há vários elementos químicos que podem ser usados na solução, mas os que são imprescindíveis para o devido crescimento das hortaliças são o Carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cloro, cobre, ferro, manganês, molibdênio e zinco. Todos os nutrientes são absorvidos pela raiz da hortaliça, com exceção do carbono, hidrogênio e oxigênio que são absorvidos através da água e ar atmosférico. (FURLANI, Pedro Roberto, et al., 2009).

Para que não haja desequilíbrio nutricional com excesso ou falta de nutrientes, devemos manter a relação entre a quantidade de nutrientes constante que varia de acordo com o tipo de cultura. Apesar de termos outros fatores que podem influenciar nessa relação, no anexo 4 temos valores indicados dessa relação de nutrientes.

De maneira geral, segundo Barry (1996, apud FURLANI, P.R, et al., 2009), “as concentrações de nutrientes se apresentam nas seguintes faixas (mgL^{-1}): N (70-250), P (15-80), K (150-400), Ca (70-200), Mg (15-80), S (20-200), Fe (0,8-6), Mn (0,5-2), B

(0,1-0,6), Cu (0,05-0,3), Zn (0,1-0,5) e Mo (0,05-0,15)” que variam entre esses valores dependendo do cultivo. Há diversas fórmulas recomendadas por especialistas, mas, por não ter grande variação na concentração de nutrientes quanto comparadas, não temos como classificar qual é a melhor.

Além de todos esses cuidados devemos controlar alguns fatores de ambiente, como a salinidade, oxigenação, temperatura, PH da solução nutritiva, intensidade de luz, fotoperíodo, temperatura e umidade do ar, para que a hortaliça absorva adequadamente os nutrientes. Além de termos de levar em consideração o tipo de Sistema hidropônico, a época do ano, o comportamento de crescimento da hortaliça entre outros.

1.9.1 PREPARO E MANEJO DA SOLUÇÃO

Segundo Furlani et al.(2009), se formos preparar nossa própria solução nutritiva, podemos usar qualquer sal solúvel, desde que forneça os nutrientes requeridos e não contenha elementos prejudiciais para o desenvolvimento da planta, como podemos ver nos exemplos de sais para a obtenção de macro e micronutrientes sugeridos no anexo 4 e 5. Ele nos diz também sobre os cuidados que devemos tomar para a produção das soluções nutritivas destinadas a área comercial, que são a qualidade da água, como suas características químicas e microbiológicas, se tivermos o teor de macro e micronutrientes forem respectivamente superior a 25% e 50% dos valores da formulas, deveremos recalcular as quantidades, devemos também evitar a mistura de solução concentrada de nitrato de cálcio com sulfatos e fosfatos, pois há risco de ocorrer a

formação de compostos precipitados, devemos dar preferência ao uso de molibdato de amônio ou ácido molíbdico em vez do molibdato de sódio por ser muito alcalino e quando o misturamos com os demais micronutrientes, pode causar precipitações de alguns deles. O anexo 5 algumas relações das soluções usadas, como nutriente fornecido, concentrado, CE, quantidade para preparo de cada nutriente, e quais são os sais ou fertilizantes.

O artigo de Furlani et al. (2009) também nos informa que grande parte das soluções nutritivas não tem capacidade de manter seu PH constante, fazendo-o variar fora dos valores indicados. Variações dentro da faixa de 4,5 a 7,5 são toleradas, pois não geram grande influência no crescimento das plantas, já valores menores que 4 ou maiores que 6,5 podem comprometer a integridade das membranas celulares e, ou, gerar uma deficiência de nutrientes, como Fe, P, B e Mn. Esta variação ocorre pela absorção diferenciada entre cátions e ânions. Por esta razão, para podermos fazer um controle do PH, podemos adicionar parte do nitrogênio na forma de amoniacal, podemos manter o equilíbrio entre cátions e ânions, usando alguns ácidos e bases fortes para controlar o PH.

Sobre a reposição de nutrientes, Furlani et al. (2009) diz que a absorção de cada nutriente varia de acordo com o cultivo, tornando difícil a tarefa de manter os nutrientes dentro de seus valores ideais. Podemos notar essa variação com um condutivímetro, porém, não temos como definir a quantidade de cada nutriente apenas com a variação do valor indicado pelo aparelho, podemos definir com análise química esses valores com precisão, há alguns sensores dedicados para medir a quantidade de cada nutriente. A reposição em quantidades incorretas dos nutrientes gera desperdício, pois a mistura fica saturada de nutrientes que são absorvidos em menor quantidade e mantem a deficiência dos nutrientes que são mais absorvidos.

Para calcular a quantidade de sais ou fertilizantes para o preparo da mistura, Furlani et al. (2009) diz que “pode-se multiplicar a concentração requerida do nutriente pela quantidade listada na quinta coluna do anexo 4 para se obter 1 mgL⁻¹ de um determinado macronutriente, ou 0,1 mgL⁻¹ de um micronutriente”. Pedro Roberto et al. (2009) diz também que:

“A condutividade elétrica (em mS) de qualquer solução nutritiva pode ser estimada *à priori*, somando-se os resultados da multiplicação da quantidade de cada

sal pelo despectivo coeficiente de condutividade elétrica, conforme mostrado na quarta coluna do anexo 4, tomando-se o cuidado de transformar as quantidades em gL^{-1} para kg1.000 L^{-1} .” Pedro Roberto et al. (2009)

1.9.2 Controle de pragas e doenças

Apesar das plantas estarem mais protegidas em um sistema hidropônico, isso não significa, necessariamente, que elas são livres de agrotóxicos. Os de doenças e, ou, infestação de doenças são raros, mas quando acontece, são devastadores para o plantio. Quando tal situação ocorre, deve-se tomar medidas rapidamente para o controle, principalmente quando o cultivo é feito sem agrotóxico.

Para o ataque de insetos, indica-se vistoria diária das bancadas, de preferência usando lupa, conhecer os tipos de inseto que costumam aparecer na estufa, as primeiras aparições de pulgões, trips ou mosca minadora representam a infestação iminente, caso não seja tomada as devidas providências. Para a mosca minadora, estudada da UFSC (2019), descobriu que ao aplicar chá de macela, inicialmente com o objetivo de se controlar a infestação de pulgão, controlou-se a infestação de mosca mineradora. Apesar de quase toda infestação poder ser prevenida com a aplicação preventiva deste chá, o pulgão é um caso difícil de se controlar quando se instala a infestação. Após o início da infestação de pulgões, devemos aplicar frequentemente altas doses de chá de macela, ou algum outro defensivo mais brando. Já para a infestação de trips, temos vários procedimentos que, conjuntamente, previnem e combatem sua proliferação, tais procedimentos são manter o ambiente umedecido, aplicação de filme plástico amarelo com óleo de soja sem cheiro perto da bancada, podemos isolar as novas mudas, impedir a proliferação na bancada intermediária, devemos remover as plantas ornamentais malvavicos das proximidades, pulverizar álcool no puro chão a noite, devemos também acelerar a colheita enquanto atrasamos a troca das bancadas intermediárias para as bancadas finais e devemos retirar todo resto de cultura imediatamente.(UFSC, 2019).

Segundo Lopes, Silva e Guedes (2015, p.2-3), as doenças, podem ser causadas por fungos, oomicetos, bactérias, vírus ou algum distúrbio relacionado com o tipo de cultivo causados,

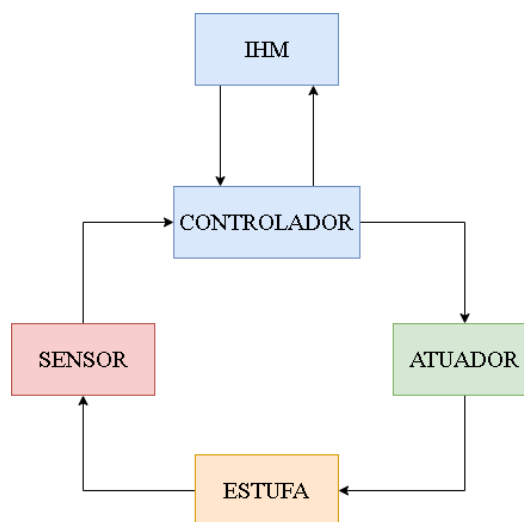
geralmente, por manejo inadequado da solução nutritiva ou instalações. Apesar das instalações hidropônicas sejam projetadas para a proteção da planta, os agentes patógenos podem contaminar o plantio de várias maneiras, como pelo ar, pela água usada na solução nutritiva, pelos substratos usados na produção das mudas, por sementes infestadas ou infetadas, por funcionários ou equipamentos de manejo da cultura, ou resíduos deixados durante a limpeza. Para a prevenção de doenças, há alguns fatores primordiais que devemos nos atentar para sua prevenção como evitar a proximidade das plantas, de modo que as plantas saudáveis não fiquem em contato com as contaminadas, devemos evitar temperaturas e umidades ideais para o desenvolvimento das doenças. Lopes, Silva e Guedes (2015, p.7-8) ainda falam sobre outros fatores importantes mais específicos, como para estrutura, que devem ser instaladas em lugares ventilados e máxima incidência de radiação solar, os pisos podem ser cimentados ou cobertos com brita, devem estar limpos e livres de ervas daninhas, o filme de cobertura deve estar limpo, sem furos e ser transparente, além das telas de coberturas que devem ser à prova de insetos como pulgões e moscas brancas, o plástico deve estar limpo para permitir a passagem de luz e estar livre de furos e rasgos, a estrutura deve ser fácil para limpeza e desinfestação, manter uma caixa com cal hidratada ou com uma solução de hipoclorito de sódio ou amônia quaternária, para a desinfestação dos calçados antes de entrar na estufa, devemos manter os internos da estrutura limpa, livre de ervas daninhas ou plantas que possam conter algum patógeno ou doença. Para a solução nutritiva, devemos utilizar água potável de qualidade, preferencialmente analisada para a presença de microrganismo e nível de PH, usar solução nutritiva adequada ao tipo de cultivo com ajustes periódicos da solução, ainda mais os níveis de PH, nitrogênio, fósforo e potássio, o armazenamento da mistura deve ser feito em reservatório limpo, de modo que impeça a formação de algas e contaminação externa, devemos também higienizar todo o sistema após cada ciclo de cultivo, mesmo que não tenhamos notado nenhum problema causado por doenças ou infestação de pragas. Já os cuidados que devemos tomar para o manuseio das plantas são a utilização de cultivares resistentes para reduzir o risco de perda por doenças, devemos cultivar apenas uma espécie de planta por estrutura, e que as plantas tenham a mesma idade, devemos higienizar nossas mãos com água e sabão, mesmo se as plantas aparentarem ser saudáveis, devemos eliminar restos culturais como poda, partes de plantas descartadas, é recomendado limitar a entrada de pessoas na estufa, autorizando apenas a entrada de pessoas responsáveis pelo cultivo, deve-se dar treinamento aos funcionários quanto a técnicas de assepsia e conhecimentos em epidemiologia das doenças e deve-se monitorar os serviços e o estado de todos os componentes da estufa periodicamente a procura de irregularidades.

1.10 FLUXOGRAMA

Na figura 7 encontra-se o fluxograma, detalhando o funcionamento do projeto, destacando sensores, atuadores, controladores, estufas e IHM.

IHM é onde o usuário terá acesso as informações da sua horta, como temperatura da água, umidade, pH etc. Na parte do fluxograma situada no controlador é onde se encontra o *NODEMCU* ele fará a obtenção das informações dos sensores onde com base nas informações obtidas acionará os atuadores, atuadores é toda parte composta pelas bombas de água e de ar, compressor na parte de aquecimento e resfriamento do sistema e da luminosidade além de umidade, Sensores é toda parte que obter a toda informação extraída da horta e a estufa é onde se encontra a horta do usuário. A estrutura desenvolvida é para o sistema de plantio N.F.T, esse sistema tem a maior flexibilidade no plantio, pois, há uma gama muito extensa de plantas que podem ser aplicadas ao sistema, mas para fazer esse sistema adaptável para a planta foi necessário seguir os níveis de controles, os sensores aplicados informam o controlador através de sinais elétricos, ele por sua vez aciona através de uma drivers de potência, aciona os atuadores que efetuarão a correção dos parâmetros de controle.

Figura 7: Fluxograma do projeto



Fonte: Autor

1.11 HIDROPONIA ANTIGAMENTE

A hidropônia é um meio de produção milenar, pois a história nos mostra que os árabes começaram a cultivar melões nos leitos dos rios, isso foi antes do nascimento de Cristo. Outro ponto de hidropônia na história foi na China com o cultivo do arroz, essa informação se deu através das anotações da viagem do Marco Polo, além desses temos vários casos como os jardins suspensos da Babilônia, as *chinampas* do povo asteca, as *chinampas* são as hortas flutuantes. (MARTINS, 99).

As pesquisas relacionadas a hidropônia datam de tempos de Platão, Aristóteles e Teofrasto, mas as primeiras pesquisas foram feitas por Leonardo da Vinci em 1513, que as margens do rio Loire deram seus estudos a uma pesquisa agrícola voltada a como cultivar as plantas onde a água é o principal elemento da planta. (MARTINS, 99)

Ideia foi sustentada pelo Conde de Saint Alban e Barão Verulan através da filosofia da hipótese, experimentos e conclusão afirmaram as teorias de da Vinci. Muitos cientistas contribuíram relatando, contudo outro personagem importante para aperfeiçoamento da cultura foi Richard Boyle, o cientista que constatou a existência de acidez ou alcalinidade em relação da água e seu maior feito se deu ao descobrir qual valor de PH era melhor para as plantas, sabendo que este valor varia de planta para planta. (MARTINS, 99)

Enfim em 1729 John Woodward começou a desenvolver experimentos que comprovam as plantas são independentes do solo, porém, ao deixar as plantas fora do solo e imersas na água, elas morriam, outro experimento foi ao colocar água somente no colo da raiz e Woodward deparou-se que sua vida era prolongada, isso comprovou que as plantas necessitavam de oxigênio em suas raízes para se desenvolver e por fim seu último experimento foi dissolver compostos de solo em água e a análise disso comprovou que com a água, oxigênio e os compostos do solo na água a planta além de sobreviver se desenvolvia mais rápido do que plantada no solo. (GUEDES, sd)

Em 1929 Doutor William Frederick Gericke, desenvolveu e catalogou substâncias necessárias para as plantas se desenvolverem através de seus experimentos transformou produtos de horticulturas comerciáveis, além de comprovar que qualquer coisa pode ser plantada em hidropônia, ele comprovou isso ao plantar uma bananeira e foi Gericke junto com Setchell que originou a palavra hidropônia. Seguindo as ideias de Gericke o Doutor Allan Cooper

em 1979 desenvolve o sistema mais econômico utilizado hoje em hidropônia, o NFT. Já o Doutor Franco Massantini foi o desenvolvedor do sistema chamado aeropônia. A aeropônia segue a mesma ideia que o NFT, só que mais aprimorado. (MARTINS, 99).

1.12 GRANDEZAS MANIPULADAS

Essas grandezas são, unidades naturais, a qual podemos controlar. Para fazer com que tenhamos o controle é necessário saber com o que está se manipulando, para o nosso trabalho, foi preciso coletar essas grandezas variáveis com sensores e responder através de atuadores, de modo a obter maior desenvolvimento das plantas.

1.12.1 Temperatura

A Temperatura é a medida da energia cinética, (energia cinética é a movimentação entre moléculas). Segundo o sistema internacional, a medida para essa grandeza é o Kelvin, ele tem seu início ao 0 K (-273,15 °C) e não tendo um limite para a máxima temperatura. A que será utilizada é uma derivação da temperatura que é Celsius, sua escala é a subtração de 273,15K. (JUNIOR.JACOB, 2010)

1.12.2 pH

O pH significa potencial hidrogeniônico, sua escala está entre 0 a 14, onde o valor menor que sete significa soluções mais ácidas, se iguais a sete a solução é neutra e para valores acima de sete a solução é alcalina. Esta escala é logarítmica e exprime a concentração dos elementos na solução (DIAS.DIOGO, 2013).

1.12.3 Candela

A candela, símbolo cd, é uma das sete unidades de base do SI. É definida como a intensidade luminosa, numa direção dada, de uma fonte que emite uma radiação monocromática de frequência 540×10^{12} hertz e cuja intensidade energética naquela direção é 1/683 watt por esterradiano (unidade de medida equivalente a um ângulo sólido cujo vértice é o centro de uma esfera e que delimita na superfície dessa esfera uma área igual ao quadrado do seu raio) (MONTINI,2019).

1.12.4 Umidade relativa

A umidade relativa do ar é a variação entre a quantidade de água no ar ambiente e a umidade absoluta, que nada mais é do que a umidade máxima nas mesmas condições. Normalmente acontece com parte do ciclo hidrológico, sendo ele a evaporação, parte do vapor compõem o ar na atmosfera. Ao expor um material a umidade, poderá sofrer dois acontecimentos, sendo a perda ou o ganho da umidade, isso se dá para que aconteça um equilíbrio entre o ambiente e o material. Outro processo que pode ocorrer é o resfriamento do ambiente através do aumento da umidade. (PENA.RODOLFO,2013)

1.12.5 Aeração

O processo de oxigenação (aeração) é feito de forma a colocar o "ar" em contato com a água para transferir substâncias do ar para a água ou da água para o ar, aumentando os níveis de nitrogênio e oxigênio, esse processo diminui os níveis de cloro, gás carbônico, gás sulfídrico, metano e substâncias aromáticas, além de a aeração proporcionar a precipitação e oxidação do ferro e manganês indesejavelmente encontrados na água. Podendo acontecer de quatro maneiras, por gravidade, por aspersão, por difusão do ar ou simplesmente da forma forçada, onde se trata da intervenção humana para que ocorra. (BERNARDO,1993)

1.12.6 Condutividade

A condutividade da água é medida através dos sais dissolvidos na água, ela não é uma medida de extrema precisão sobre os íons presentes na água, mas fornece um bom resultado sobre a salinidade total da água, na qual de forma indireta exhibe o fator e o nível de uma possível contaminação da água. Águas salobras contam um nível de condutividade alta sendo incapaz para consumo humano. Águas de baixa condutividade que são potáveis com baixos níveis de sais e boas para consumo humano se encontram abaixo da faixa dos 200uS/cm (KITOR.GLAUBER, 2004)

1.13 SENSORES

Os sensores operam para obter as informações do sistema, tendo em vista que o sensoriamento se dá para a vazão, umidade, iluminação, PH e temperatura. Então nesta parte detalharemos quais sensores foram utilizados.

1.13.1 Sensor de temperatura

O sensor de temperatura deverá se manter submerso no composto de nutrientes, dentro do reservatório, sua faixa de trabalho deve estar entre 0 a 50°C, podendo ter erro de até 2°C. Para atender essas especificações foi pesquisado que o sensor mais adequado para essa aplicação é o DS18B20, pois ele é a prova d'água, sua tensão de trabalho está entre 3,5 a 5V, além de sua faixa ir mais além do necessário (-10 a 85°C), ele possui um encapsulamento feito de aço inoxidável. A figura 8 mostra o sensor que tem como função medir a temperatura da água no tanque, a figura 9 detalha o componente fora de seu encapsulamento inoxidável. O sensor precisa unicamente de um cabo para fazer a comunicação dos dados para o microcontrolador, as informações podem ter de 9 a 12 bits de informação, isso quer dizer o quanto a precisão da temperatura o sensor pode fornecer. Cada sensor contém uma interface serial exclusivo com 64 bits isso permite que haja vários sensores conectados na mesma rede. O controlador converso com um sensor pedindo a temperatura através do código serial e o determinado sensor responde com os valores digitais. Suas aplicações são para controles termostáticos, sistema industrial, produtos, termômetros e sistemas termicamente sensíveis. Os benefícios encontrados para esse sensor são necessários um único cabo para a comunicação entre o sensor e o controlador. O sensor pode pegar valores de -55°C até 125°C, mas a sua área de maior acerto é de -10°C a 85°C, pois a variação é de 0.5%, fora disso a variação pode ser de até +/-2°C. (DATASHEET DS18B20)

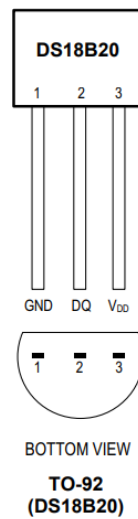
Figura 8: Sensor de temperatura DS18B20



Fonte:

https://uploads.filipeflop.com/2015/06/Sensor_de_temperatura_DS18B20.jpg

Figura 9: especificação do componente



Fonte: <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf>

1.13.2 Sensor de pH

O sensor de pHmetro ou peagâmetro é um componente muito específico. O sensor que mais se adequa é o PH Eletrodo Sonda Bnc, foi escolhido pelo seu desempenho tanto no requisito econômico quanto na praticidade da instalação. A tensão de trabalho é de 5V, sua precisão viria entre 0,2% e seu tempo de resposta é de 5s. A figura 10 mostra o pHmetro o qual é usado para medir o nível de pH da água em relação os nutrientes.

Figura 10: Sensor pHmetro



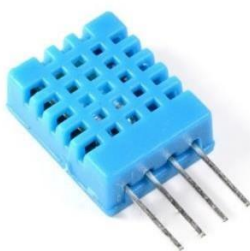
Fonte: https://http2.mlstatic.com/modulo-sensor-ph-eletrodo-sonda-bnc-arduino-phmetro-D_NQ_NP_716386-MLB31151948794_062019-F.webp

O módulo oferece um valor de tensão analógico, a qual represente o valor do pH, naturalmente o valor 0V representa o pH igual a 0 e o 5V represente o pH 14. Seu funcionamento se dá através de uma variação entre um líquido de amostra e o líquido de análise, essa variação é a variação do pH, porém essa variação é muito pequena, assim fica difícil de fazer a leitura do sensor, porque o controlador trabalha com tensões maiores do que o sensor pode fornecer, então para resolver isso é necessário aplicar um amplificador, pois ele aumenta a tensão levando em consideração a variação que chega na sua entrada de comparação, assim, como esse tipo de drive podemos fazer a troca de dados entre o sensor e controlador. Contudo o sinal que chega ao controlador é analógico e o mesmo só consegue processar sinais digitais, por causa disso é necessário fazer um tratamento de sinal transformando o sinal analógico em digital, dessa forma sendo possível ser analisado pelo *NODEMCU*.

1.13.3 Sensor de umidade

O sensor de umidade serve para informar a umidade relativa no ar e a temperatura para o *NODEMCU* que analisará se o valor está adequado para as plantas, o sensor escolhido foi o DHT11, ele tem uma grande utilidade, pois além de medir a umidade ele também pode medir temperatura, portanto, teremos um sensor de temperatura para a água e outro o ambiente. Contudo a informação necessária é a umidade que deve estar acima de 70%. O sensor em questão, tem uma gama de trabalho que varia entre 20 e 90%, podendo ter erro de 5% a sua tensão de alimentação é de 3 a 5.5V consumindo 0.5A/h e a temperatura abrangente é até 50°C. (Datasheet DHT11). A figura 11 mostra o sensor de umidade onde sua função é monitorar a umidade dentro da estufa e notificar o usuário o que acontece dentro da estufa.

Figura 11: Sensor de umidade DHT11

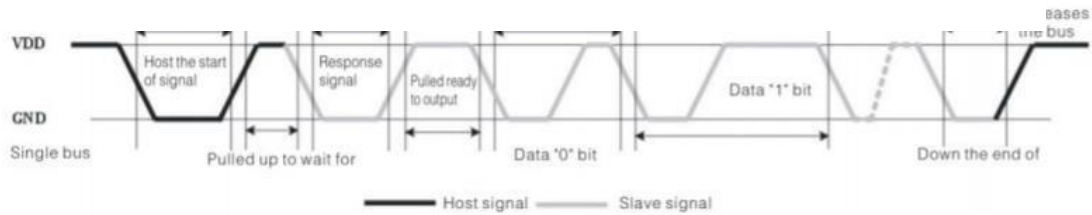


Fonte: <https://uploads.filipeflop.com/2017/07/Dht11.jpg>

O sensor DHT11 é munido com um NTC e um sensor capacitivo, ambos estão conectados a um controlador que recolhe essas informações e transformam em um sinal digital. A informação que chega ao controle possui 40 bits de informação, aonde 16 bits informa a umidade e os outros 16 bits informa a temperatura e os outros 8 são para paridade, tendo sua comunicação uma interface serial. Sua resposta ao sinal é rápida, a transmissão pode percorrer uma distância, levando em consideração que o aparelho utiliza uma tensão de 3V a 0.5A, que pode chegar a 20cm. Sua comunicação se resume através de um único cabo, para poder se comunicar normalmente necessita de um resistor de $10K\Omega$ entre a alimentação e a informação, largamente utilizado para retirar a ociosidade dos dados.

O DHT11 possui um controlador interno que tem o objetivo de recolher os sinais dos sensores capacitivo e NTC, como eles são sinais analógicos é necessário a conversão do mesmo para binário e é o mesmo controlador que faz esse trabalho. Ao iniciar a rotina de leitura do sensor, ele dá um *reset* inicial em sua memória interna para início de coletas de informações os dados são enviados ao microcontrolador em meio a uma rede própria do DHT onde ele envia 40bits. Ao transmitir essas informações o controlador entra em um estado parado que dura $80\mu s$, a espera de mais informações até encher a sua memória de coleta, essa memória serve para retirar uma média da umidade relativa e a temperatura, e esse *Loop* acontece em a cada 5s. Na figura 12 podemos ver como as informações são transmitidas para o controlador, para o controlador é necessário um código que pegue a informação e consiga separe em duas grandezas.

Figura 12: INFORMAÇÃO DO DHT11



Fonte: https://img.filipeflop.com/files/download/Datasheet_DHT11.pdf

1.13.4 Sensor de luminosidade

O sensor de luminosidade tem como requisito adquirir a informação da intensidade da luz, por essa razão utilizamos o LDR (*Light Dependent Resistor*) por ser um resistor variável, sua sensibilidade ao espectro é de 540nm e a variação é de 1MΩ, para pouca iluminação e 20KΩ para muita iluminação. (Datasheet LDR). A figura 14 mostra o sensor LDR que tem como função verificar se iluminação dentro da estufa está ativa ou não. Os mais sensíveis a luminosidade são os mais encontrados nos mercados existem também alguns tipos como os LDR's sensíveis a luz infravermelha.

O LDR é composto por dois terminais e não é polarizado, e seu corpo é construído de um semicondutor de alta resistência, o LDR em si pode ter alguns atrasos na variação da resistência de ambientes de escuro para claro podendo variar até 10ms.

Figura 13: Simbologia do LDR



Fonte: <http://eletronicaparaartistas.com.br/wp-content/uploads/2017/06/ldr-768x174.png>

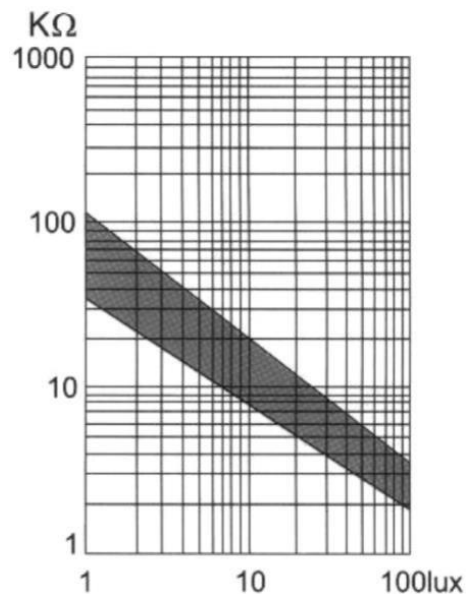
O seu princípio de funcionamento é quando os fótons atingem a superfície do LDR, os elétrons presentes no semicondutor são liberados, com isso a condutividade aumenta e a resistência cai. E quando o componente está no seu estado normal ele tem sua resistência alta, então em ambientes claros sua resistência é mínima e em ambientes escuros sua resistência é alta. Pode-se ver na figura 15 a curva de variação da resistência em função da intensidade luz.

Figura 14: Sensor de iluminação LDR



Fonte: <https://uploads.filipeflop.com/2017/07/9SS16.jpg>

Figura 15: Gráfica resistência x lux



Fonte: https://img.filipeflop.com/files/download/Datasheet_LDR.pdf

1.14 ATUADORES

Os atuadores operam para se obter o controle do sistema, tendo em vista que o controle se dá para a vazão, umidade, iluminação, temperatura e o nível de oxigênio na água. Então nesta parte detalharemos quais atuadores foram utilizados.

1.14.1 Bombas

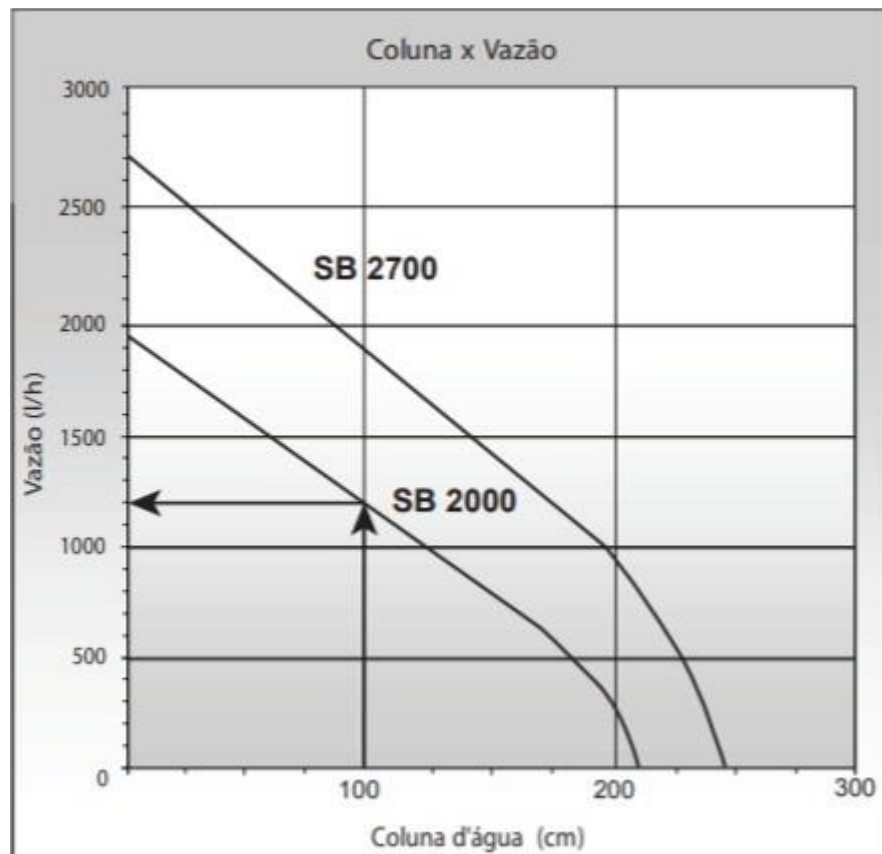
Elas foram utilizadas para manter o fluxo de água além de adicionar as composições ao reservatório. Essas bombas têm uma tensão de alimentação de 110V podendo transferir a uma altura de 2,1m, além de fornecer uma vazão de 1950l/h. A figura 6 mostra uma bomba a qual tem como função alimentar o sistema. Tem como funcionamento a aplicação de energia elétrica para gerar um campo magnético que possa arrastar o induzido. O induzido é acoplado ao eixo, isso faz com que o motor transforme a energia elétrica em energia mecânica rotativa, o eixo é acoplado a uma ventoinha, ela rotacionando gera sucção, isso suga a água direcionando aos tubos, a pressão se dá por uma tensão entre a água e a motobomba. A estrutura contém um grau de proteção IP67, informa o grau de proteção para com o equipamento, tendo 2 valores, o 6 que significa blindado por qualquer impureza que possa danificar o equipamento e o valor 7 que informa que o produto pode permanecer um longo período submersos. A figura 17 mostra a curva característica do motor onde ver que a 1 metro a vazão é de 1250 l/h (conforme na figura 17) para o nosso sistema hidropônico ela serve perfeitamente pois o projeto necessita de um fio de água.

Figura 16: Bomba



Fonte: https://http2.mlstatic.com/bomba-submersa-sarlo-sb2000-sb-2000-sb-2000-sarlo-better-D_NQ_NP_956159-MLB32881630923_112019-F.webp

Figura 17: Gráfico curva característica motobomba



Fonte: https://gruposarlo.com.br/wp-content/uploads/2019/05/manual_sb2700.pdf

1.14.2 Lâmpadas

A opção de se utilizar lâmpadas faz com que a planta produza mais melanina, além de que é através da fotossíntese que os seres vegetais produzem seu alimento e sem luz não há fotossíntese. A melanina faz com que a planta se desenvolva mais rápido, assim, construímos um sistema que controle a iluminação do ambiente. A lâmpada é bivolt funcionando nas tensões 110 e 220v, fornecendo uma iluminação 24000 lumens a uma potência de 28W. A figura 18 mostra a lâmpada (LED GROW) que tem como função expor a planta a uma iluminação específica para que a planta produza melanina.

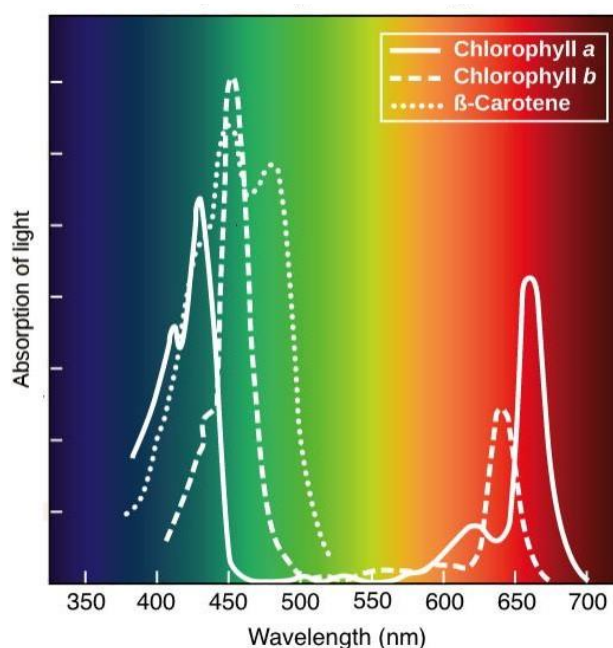
Figura 18: Lâmpada LED GROW



Fonte: https://http2.mlstatic.com/lampada-led-grow-28w-plantas-cultivo-indoor-estufa-full-spec-D_NQ_NP_938651-MLB31191059997_062019-F.webp

As lâmpadas podem ser do tipo incandescente ou fluorescente o importante é a quantidade de luminosa sobre a planta, porém não pode ser qualquer tipo de energia ela tem que estar na condição entre 450 a 500nm, essa faixa é determinística para a maior produção de fotossíntese isso faz com que a planta produza mais açúcar e clorofila aumentando seu rendimento e se desenvolvendo mais rápido.

Figura 19: Gráfico da absorção da luz pelo comprimento de onda (nm)



Fonte: <https://cdn.kastatic.org/ka-perseus-images/27c5e928745dbde12550494315ec70253091eee5.png>

Na figura 19 o gráfico mostra três informações em condições da absorção da luz e o comprimento de onda, a produção de clorofila A e B além da caroteno, nisso pode-se afirmar que a maior produção dos pigmentos se dá entre 450 a 500 fora dessa faixa há uma grande perda de rendimento.

1.14.3 Bomba de Ar

A bomba de ar foi implantada para a oxigenação da água, visto que o oxigênio auxilia na quebra das enzimas facilitando a alimentação da planta para com os nutrientes. A tensão de funcionamento dessa bomba é de 110V, assim fornecendo uma vazão de 4l/min. A figura 20 mostra a bomba utilizada. O funcionamento da bomba é similar ao da bomba de água, há um

motor que necessita de energia para gerar o campo e rotacionar o induzido, porém a diferença é que no caso ele tem o objetivo de comprimir o ar e expulsá-lo por uma mangueira, dessa maneira produz uma diferença de pressão e vamos utilizar isso para as planta, pois as plantas tem maior absorção dos nutrientes através do ar, temos um exemplo o uso de minhocas em plantações, elas fazem buracos deixando o ar passar, contudo como o trabalho trata-se de hidropônia, vimos que é possível aumentar a quantidade de oxigênio na água, através dessa bomba que liga a cada 10 min. Para essa medida de oxigênio não é necessário o controle, pois oxigenando a água é o suficiente para as plantas absorverem a solução imposta.

Figura 20: Bomba de ar



Fonte: <https://a-static.mlcdn.com.br/618x463/compressor-bomba-de-ar-jad-510-1-saida-28w-110v-aquario/megaaquarios/682659692/e924e51d9ecd86bf86c3cdf98387cd0c.jpg>

1.14.4 Umidificador

O umidificador foi utilizado para manter o controle de temperatura e umidade da estufa. O umidificador é composto por um aspersor e uma bomba, quando a temperatura na estufa for maior que o limite imposto, aciona-se a bomba e o aspersor pulveriza água do reservatório esfriando o ambiente. A pressão suportada por esse aspersor é de 5 Bar, podendo criar uma

nébulas de 1m, além de despejar 52 l/h. A figura 21 mostra o aspersor que por meio de jatos de água aumentara a umidade interna da estufa.

Figura 21:Aspersor



Fonte: https://http2.mlstatic.com/microaspersor-ma-50-cgrapa-14-25-unid-irrigaco-D_NQ_NP_854432-MLB42276502434_062020-F.webp

1.14.5 COMPRESSOR CONDENSADOR

O compressor ou resfriador serve para esfriar água quando ela estiver muito quente, seu funcionamento é através de um bombeamento de gás através um condensador, sendo que ele estando dentro d'água troca calor. Ele troca calor porque o gás que se encontra no compressor condensador, passa muito rápido pela serpentina interna, assim quanto mais rápido passar mais depressa o condensador esfria a água. Composto por cobre (serpentina) e alumínio dois mateis que tem a maior condutividade térmica, excelentes para a troca de calor com a ambiente água. a estrutura tem o seu formato para encaixar o sistema dentro do reservatório, veja a figura 22.

Figura 22: Condensador



Fonte: https://http2.mlstatic.com/condensador-15-scoifa-freezers-bebedouros-etc-D_NQ_NP_649793-MLB32695342286_102019-F.webp

1.14.6 AQUECEDOR

O aquecedor escolhido foi o aquecedor de aquário onde há uma resistência interna que ao energizar, ele possui uma resistência e pela passagem da corrente produz aquecimento, dessa maneira, gerando calor e transmitindo ao reservatório. O aquecedor escolhido possui uma tensão de alimentação de 110V e sua potência é de 70W. Na figura podemos ver o aquecedor utilizado.

Figura 23: Aquecedor



Fonte: https://http2.mlstatic.com/aquecedor-para-aquarios-lagos-e-fontes-delfin-60w-full-D_NQ_NP_865812-MLB31669668063_082019-F.webp

O aquecedor nada mais é do que uma resistência, portanto ao aplicar uma corrente sobre a resistência teremos aquecimento. O aquecedor tem de usar uma proteção contra a água no caso da imagem acima trata-se de um aquecedor para aquário teremos certeza que sua proteção em um IPx48 (grau de proteção contra corpos sólidos possíveis de contato e protegido contra a imersão sob pressão prolongada).

1.15 CONTROLADOR

Utilizamos o controlador *NODEMCU*, que foi aplicado para leitura de sensores, controle dos atuadores e informar dados aos operadores.

1.15.1 NODEMCU (ESP8266)

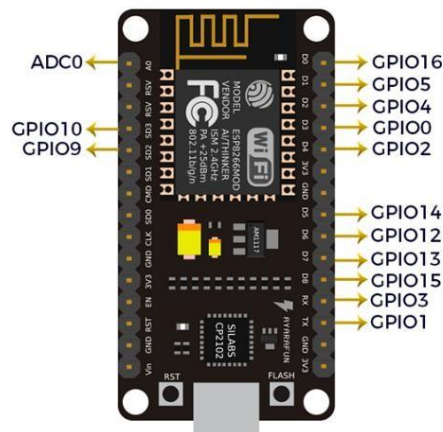
O *NODEMCU* é uma plataforma *open source* da família ESP8266 e foi desenvolvido para criação de projetos utilizando *IoT* e sendo capaz de se programar utilizando a IDE do *Arduino* que torna capaz de utilizar as mesmas bibliotecas do *Arduino*, além de poder ser programado utilizando linguagem LUA. A família ESP8266 tem diversas variações mas a placa usada em si contém um conversor USB serial integrado para fazer a comunicação serial entre o computador e o esp8266 além de ter um WIFI nativo, que o possibilita a programação via OTA (OVER THE AIR) que torna o ESP8266 capaz de receber códigos de programação através do WIFI, abaixo algumas das características da placa.

- Processador ESP8266-12E
- Arquitetura RISC de 32 bits
- Processador pode operar em 80MHz / 160MHz
- 4Mb de memória flash
- 64Kb para instruções
- 96Kb para dados
- WiFi nativo padrão 802.11b/g/n
- Opera em modo AP, Station ou AP + Station
- Pode ser alimentada com 5VDC através do conector micro USB– Possui 11 pinos digitais
- Possui 1 pino analógico com resolução de 10 bits
- Pinos digitais, exceto o D0 possui interrupção, PWM, I2C e *one wire*
- Pinos operam em nível lógico de 3.3V
- Pinos não tolerantes a 5V
- Possui conversor USB Serial integrado
- Programável via USB ou WiFi (OTA)
- Compatível com a IDE do *Arduino*
- Compatível com módulos e sensores utilizados no *Arduino*

O *NODEMCU* é uma placa de desenvolvimento que utiliza o microcontrolador esp8266 integrado. Este microcontrolador é um *system in a chip* (SoC), ou seja, no mesmo chip temos o microcontrolador e, no caso do *NODEMCU*, temos um chip controlador para WIFI, e na mesma

placa, temos integrado uma antena, o que torna possível conectá-lo a internet sem componentes externos, como a antena ou algum chip extra. Esta placa de desenvolvimento é composta por vários pinos que, em alguns desses pinos, é possível fazer a comunicação de entradas e saídas de sinais digitais chamados de GPIO (General Purpose Input/Output) podemos ver as GPIO na figura 24, que recebe funções via programação. A placa também possui um pino que faz leitura analógica de sensores, na figura 14 há descrição de cada função dos pinos encontrados na placa.

Figura 24: I/Os *NODEMCU*



Fonte: [https://blogmasterwalkershop.com.br/wp-](https://blogmasterwalkershop.com.br/wp-content/uploads/2017/04/img02_nodemcu_uma_plataforma_com_caracteristicas_singulares_para_o_seu_projeto_iot_arduino_esp8266_automacao_wifi_sem_fio.png)

[content/uploads/2017/04/img02_nodemcu_uma_plataforma_com_caracteristicas_singulares_ para_o_seu_projeto_iot_arduino_esp8266_automacao_wifi_sem_fio.png](https://blogmasterwalkershop.com.br/wp-content/uploads/2017/04/img02_nodemcu_uma_plataforma_com_caracteristicas_singulares_para_o_seu_projeto_iot_arduino_esp8266_automacao_wifi_sem_fio.png)

O *NODEMCU* teve o objetivo de coletar os dados recebidos pelos sensores, processar as informações, controlar os atuadores, além informar o operador a situação do sistema através de uma IHM. Para desenvolver isso o *NODEMCU* é composto por 11 pinos tanto de entradas quanto saídas, analógicas ou digitais, além de proporcionar sinais PWM, I2C, SPI etc.

1.15.2IHM

A IHM é o componente responsável por mostrar os dados coletados do processo para o usuário. A IHM utilizada neste projeto é composta por um display Oled, veja a imagem 26, no qual é controlado pelo microcontrolador SSD1306. Este circuito integrado é um driver CMOS para Oled com controlador de sistemas de exibição gráfica de pontos de matrizes de Led de cátodo comum. Este microcontrolador incorpora controle de contraste, memória RAM para o display e oscilador, reduzindo o volume de componentes externos, gerando economia energética, possibilita o controle de contraste de 256 níveis. O chip pode ser controlado através de hardware externo para protocolo I2C ou nativamente via comunicação serial. As especificações do sistema da IHM podem ser encontradas na tabela, logo abaixo:

Tabela 4:OLED

Controlador: SSD1306
Tensão de trabalho: 3,0 a 5,0V;
Tensão lógica: 3,3 - 5,0V;
Potência Máxima: 80 mW;
Resolução: 128x64 pixels;
Angulo de Visão: 160 Graus;
Interface: I2C;
Escrita Branca;
Dimensão do visor: 1,90 x 2,73 cm
Dimensão total: 2,78 x 2,73 x 0,41 cm

Fonte: <https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/SSD1306.pdf>

Figura 25: LCD



Fonte: <https://lastminuteengineers.com/wp-content/uploads/arduino/128x64-White-I2C-OLED-Display.jpg>

2. PROJETO

O projeto visa o controle de uma horta hidropônica. Para isso é necessário trabalhar com as informações advindas pelos sensores, elas são processadas pelo microcontrolador e executada pelos atuadores. Os sensores são divididos em 4, o sensor de temperatura coleta dados da temperatura e informa ao controlador, que por sua vez tem uma temperatura padrão, se acaso estiver com a temperatura mais alta liga- se o resfriador e se estiver mais baixa liga o aquecedor. Outro sensor que foi utilizado é o pHmetro, ele mostra o potencial hidrogênio contido na substância, caso a substância esteja muito acida ou básica, fora dos padrões, aparecera no display a informação de trocar a água. Além deste sensor temos também o sensor fotorresistivo, foi visto que no decorrer desta monografia que é necessário luz para que a planta se desenvolva, então foi adicionado um LDR que faz a verificação da quantidade de luz na estufa, de forma que se ela estiver com baixa luminosidade é adicionado uma luz denominada LED GROW e por fim, o último sensor é o DHT, ele tem o controle da umidade no ambiente da estufa, então se a umidade estiver abaixo do nível necessário são ativado os aspersores de modo a aumentar a umidade relativa do ar. Além da parte de informações dos sensores há o controle vindo da programação, pois, é obrigatório a circulação de água entre tempos de 15 em 15 min para manter as plantas nutridas e com maior desenvolvimento, para isso dentro desse tempo as bombas são acionadas, tanto a de ar quanto a de recalque.

2.1 ESTRUTURA

A estrutura planejada para o projeto tem dimensões totais de 1100x790x1300mm, podemos ver uma ideia do projeto na figura 27. Os principais materiais usados para a construção foram tubos de PVC com diâmetro de 50mm e comprimento de 1030mm, a estrutura base fornece o apoio para os tubos, lembrando que a estrutura está em declive proposital para que tenha um pequeno “fio” de água escorrendo pelos tubos afim de ter contato com as raízes das plantas. As pernas e apoios do sistema foram feitas de madeira envernizadas com dimensões descritas no anexo 2, além dos tubos e madeira, foi utilizado abraçadeiras para os tubos se fixarem, tampos

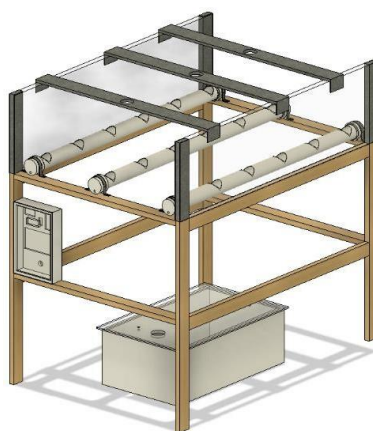
de cano para adicionar mangueiras para a condução das águas. Para a parte superior do projeto encontram-se duas placas de acrílico para proteção. Em cima foi feito um apoio para a lâmpada, composta por uma chapa metálica fina a qual o a lâmpada e seu bulbo vão ser rosqueados entre essa chapa, e ela estará apoiada pelas placas de acrílico.

Outras partes das estruturas indiretas são o reservatório e a caixa de proteção ao circuito. O reservatório é onde se encontram águas para as plantas e onde estão quase todos os atuadores e sensores, como um dos mais importantes dos componentes seu material é de plástico, isso evita a contaminação com entre a solução e o meio, a dimensão da caixa é de 590x390x210mm podendo suportar até 39L e possuindo uma tampa que isola de impureza advindas pelo ar.

A segunda parte da estrutura indiretas é a caixa onde pode se encontrar o circuito, os *shields* e a fonte de alimentação, sua estrutura é de acrílico e suas dimensões são 271x121x40 mm, a escolha desse material é unicamente para evitar que não haja contato de respingos de água.

Para apoiar a planta ao cano é necessário a aplicação de um copo suporte, ao pesquisar sobre esse copo vimos que a possibilidade de utilizar um pote de iogurt, isso torna o projeto mais reciclável, pois estamos aumentando o ofício da embalagem que depois de consumir o produto muitas vez iria para o lixo sem passar por uma reciclagem, assim com a nossa proposta aumentamos a durabilidade do material.

Figura 26: Estrutura



Fonte: Autor

2.2 CIRCUITOS

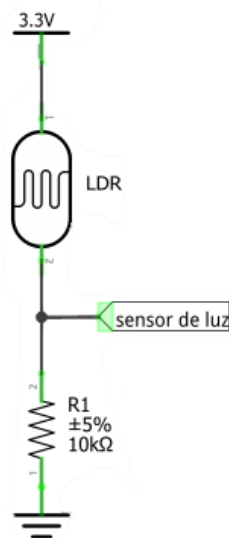
O circuito tem várias ramificações, mas seu início é nos sensores (pH, umidade, temperatura e luz), a maioria deles oferecem valores analógicos e o controlador adotado não possui entradas que possam ler entradas analógicas suficiente, portanto, foi adotado um conversor ADC (o ads1115) a resposta chega ao controlador em uma forma serial utilizando o I2C, meio de comunicação entre a parte principal e os periféricos. Então o controlador tem as informações dos sensores e ele compara com os parâmetros demonstrados no capítulo de controle, com essa comparação a programação liga a saída necessária. As saídas são tudo aquilo que vamos utilizar para manter o controle ativo, porém nosso controlador trabalha com 3V e as saídas são muitas vezes 110V ou 220V, para resolver isso foi adotado um drive de potência, assim isolamos as saídas com opto acopladores, eles são elevam a tensão para 5V, uma tensão que os drives de potência podem operar, de formar a transmitir as informações do NODEMCU para as bombas, lâmpadas etc. Além de todo esse controle tem a necessidade de intervenção humana para algumas operações, como por exemplo a troca da água, para o operador saber quando se deve atuar no circuito foi necessário a criação de uma IHM é composta por um LCD 16x2 que escreverá o que é necessário ser feito para manter o circuito operando, mas o números de portas do *NODEMCU* são limitadas, assim para fazer a comunicação entre ambos os componentes é necessário a um conversor de serial (I2C) para o paralelo a qual o LCD é composto, deste modo foi utilizado um 74HC595 um *latched* conversor de serial para paralelo, esse componente utiliza eletrônica digital (binário) para a conversão de palavras para letras. Dessa forma é composto o circuito desse projeto (Para ver o circuito completo veja o Anexo 1).

A explicação acima foi muito abrangente neste caso dividimos o circuito em seis partes, dessa forma teremos melhores explicações do que está sendo feito e/ou o que está acontecendo. Primeira parte de circuito podemos encontrar o sensor fotossensível, pH, temperatura e o sensor de umidade.

Como vimos o LDR varia a sua resistência dependendo da luz que reflete nele. Então temos o circuito do LDR como mostra a figura 28, ele é composto por um LDR e um resistor de $10K\Omega$, o objetivo desse resistor é não deixar que o LDR se torne um curto circuito então, ao ser

energizado com os 5V temos um divisor de tensão aonde parte da tensão estará em cima do LDR e a outra parte estará em cima do resistor e entre os componentes contém uma derivação a qual é a informação analógica que é preciso para o controle da luz.

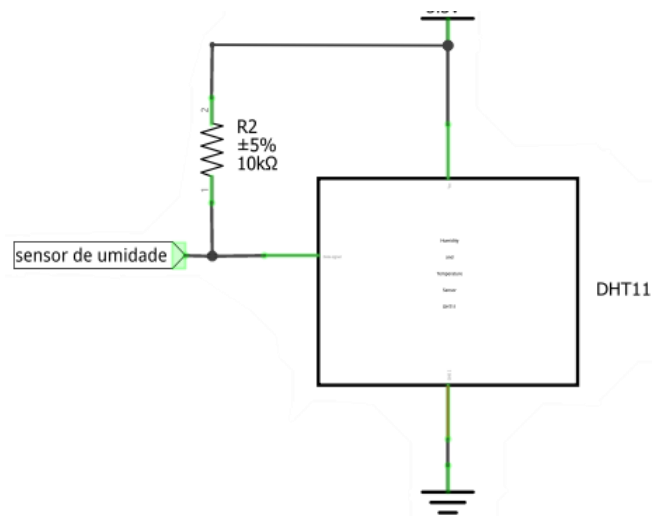
Figura 27: Circuito LDR



Fonte: Autor

O sensor de umidade (DHT11) é composto internamente de um microcontrolador que adquire informações de dois sensores termo resistivo e capacitivo, um é uma resistência que varia com a mudança de temperatura e o outro é o sensor capacitivo que para medir a umidade utiliza a variação da capacitância de sua placa, ou seja, dependendo do grau da umidade o controlador vai comparar com o padrão e informar essa variação. O circuito da figura 29, mostra um DHT11 com um resistor de 4700Ω entre a alimentação, ele é o filtro para a informação que vai para o *NODEMCU*.

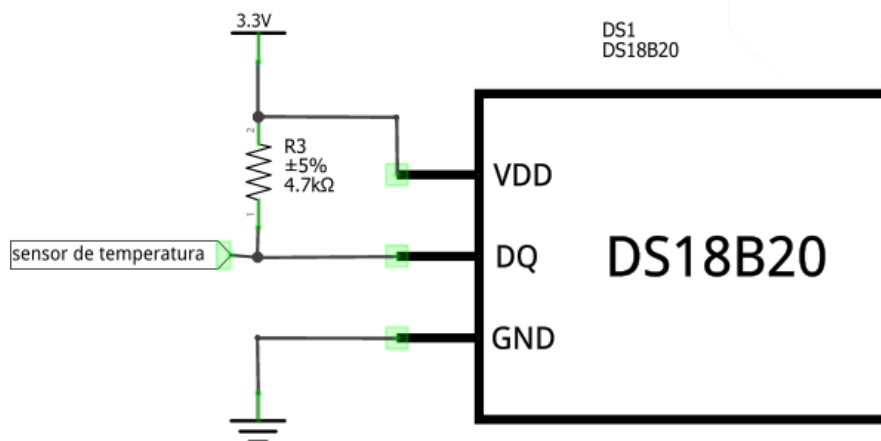
Figura 28:Circuito DHT11



Fonte: Autor

O sensor de temperatura tem a característica de variar sua resistência com a variação da temperatura, ele possui um microcontrolador que tem o objetivo de oferecer a informação de forma digital (binária). A figura 30 temos o resistor de 4700Ω , trata-se de um filtro para a informação.

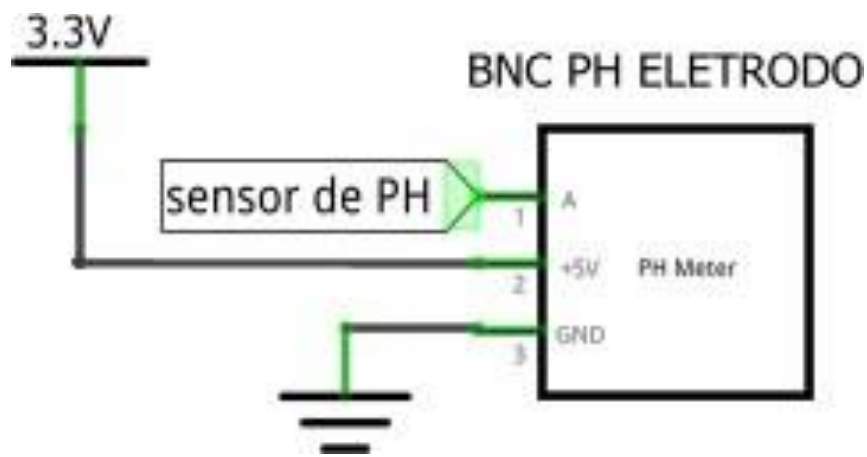
Figura 29:Circuito DS18B20



Fonte: Autor

O Sensor de pH é um modulo que trata a informação para o *NODEMCU* sem precisar de filtros externo. O sensor utiliza um sinal analógico para comparar o valor da amostra com a base. O circuito pode ser visto na figura 31.

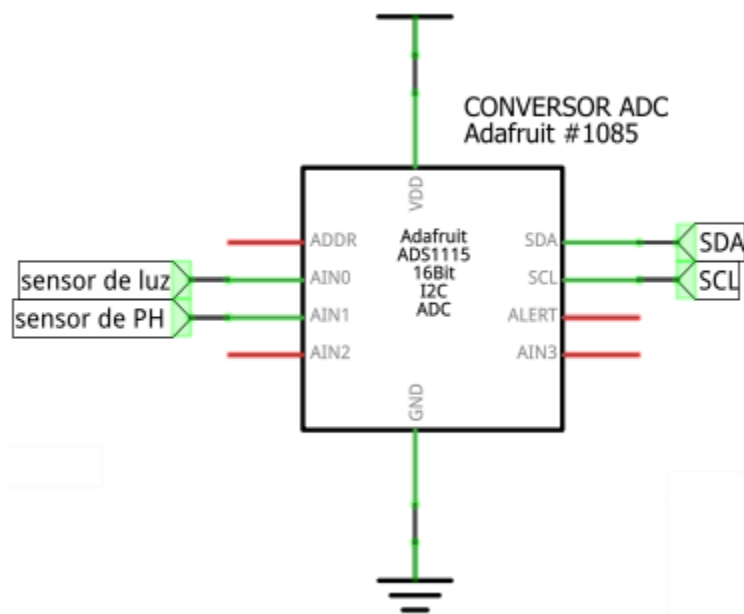
Figura 30:Circuito BNC PH ELETRODE



Fonte: Autor

O conversor ADC é um componente capaz de transformar o sinal analógico em digital, ele consegue tal desenvoltura com um contador de década que gera o código BCD (binário) que server de referência ao comparador composto por um amplificador operacional, então os valores analógicos que chegam ao comprador é repassado de forma binaria para o microcontrolador. Comparador verifica o sinal de referência, exemplo 5V e verifica qual o sinal está em sua entrada vinda pelo sensor ele compara, suponhamos que esteja 3.3V, o comparador vai informar a variação disso e o contador de década transformará em binário, assim temos o sinal que chega ao controlador. No nosso circuito, figura 32, temos os dois sensores que entregam sinais analógicos e a alimentação e a respostas que o *NODEMCU*, essa será a base para controlar a luz e o nível de potencial hidrogeniônico.

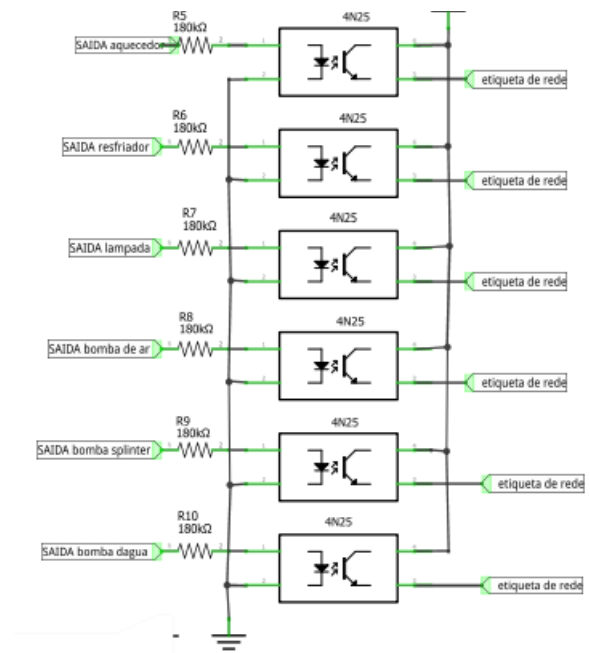
Figura 31:Circuito ADS1115



Fonte: Autor

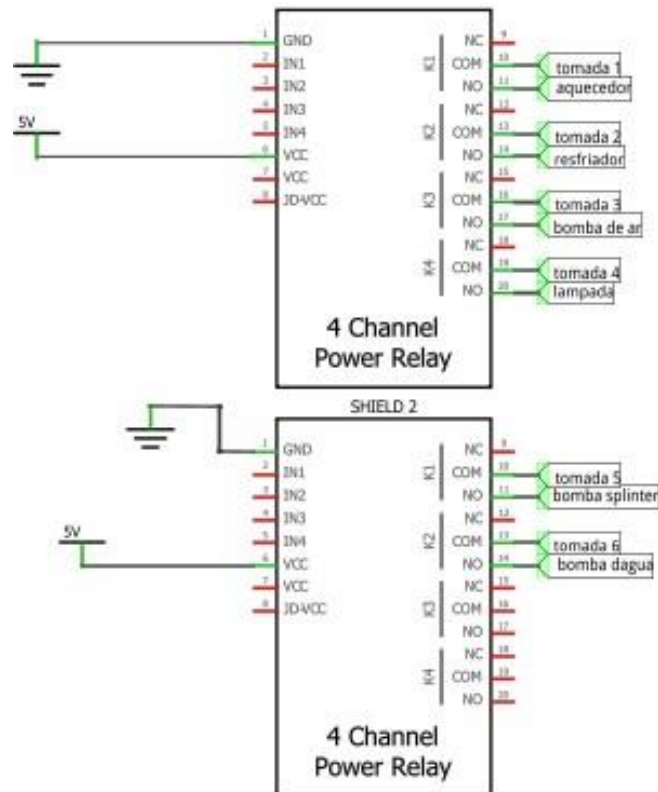
Os drives de potência têm os três objetivos, o primeiro é acionar a carga com uma tensão/corrente mais elevada. O segundo é fazer uma isolamento galvânica entre o circuito de controle o circuito de potência, o isolamento galvânico se dá quando não há ligação entre os circuitos. E o terceiro é ser robusta para suportar quantidades de carga. No nosso circuito o drive que se enquadrava trabalha com 5V e o microcontrolador fornece 3.3V portanto além de utilizar um drive de potência para as cargas utilizei opto por acopladores. O opto acoplador é um componente com um LED e um transistor fotossensível, ao acender o LED o transistor satura permitindo a passagem de corrente, podemos ver o circuito que eleva a tensão do microcontrolador para 5V na figura 33, o passo seguinte é a interligação com o drive de potência que aciona a carga com relés. Esses relés são contatos que são atraídos através de um campo emitido por uma bobina ou um eletroímã, podemos ver o circuito dos drives nas figuras 34.

Figura 33: Circuito 2N25



Fonte: Autor

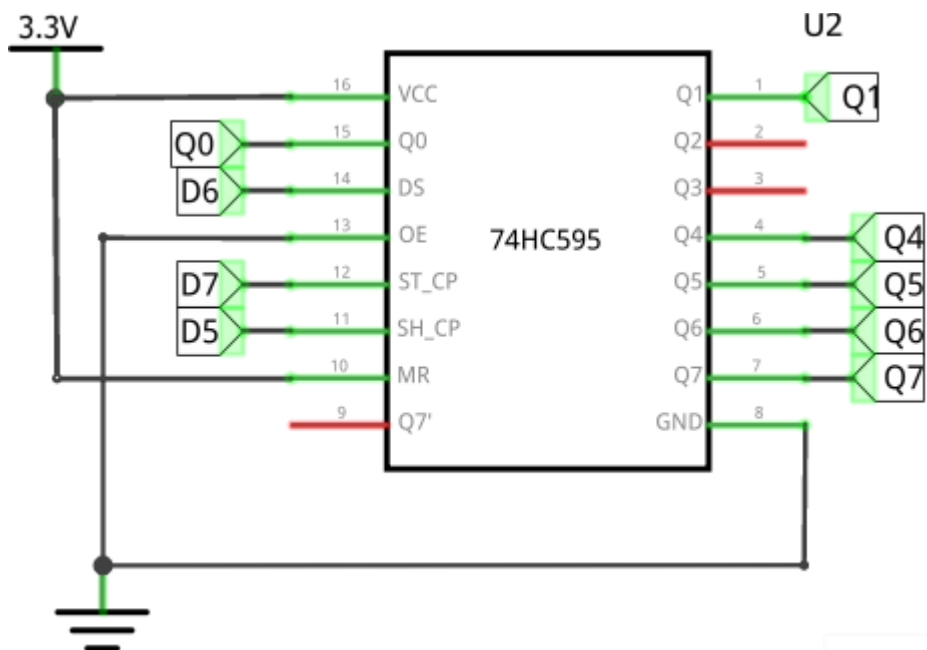
Figura 32: Circuito drives de potência



Fonte: Autor

Antes de escrever as informações para o LCD temos o componente (74HC595) que transforma a ligação paralela do LDC em serie, na figura34, isso foi imposto para poupar o número de I/Os do microcontrolador, que sem esse componente teríamos de usar 6 portas para fazer a comunicação, porém com ele só utilizamos 3. Esse componente possui vários *FLIPFLOPS* compondo seu circuito, eles servem para fazer a conversão do série para o paralelo. Compondo o nosso circuito a figura 34, mostra a ligação de cada entrada necessária para executar a conversação entre o microcontrolador e o LCD.

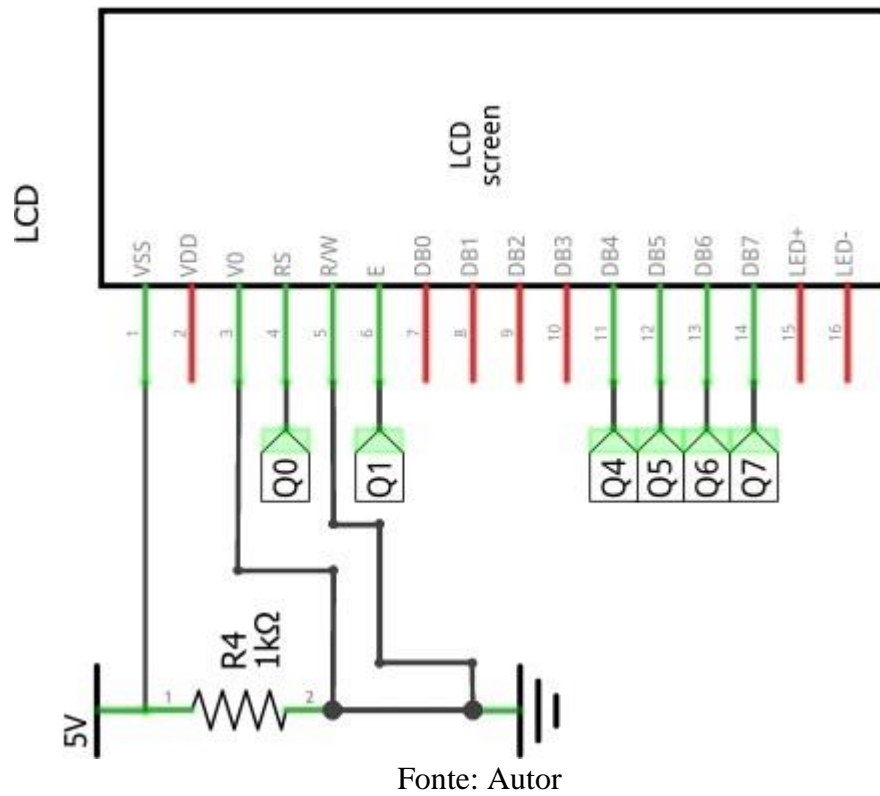
Figura 34: Circuito 74HC595



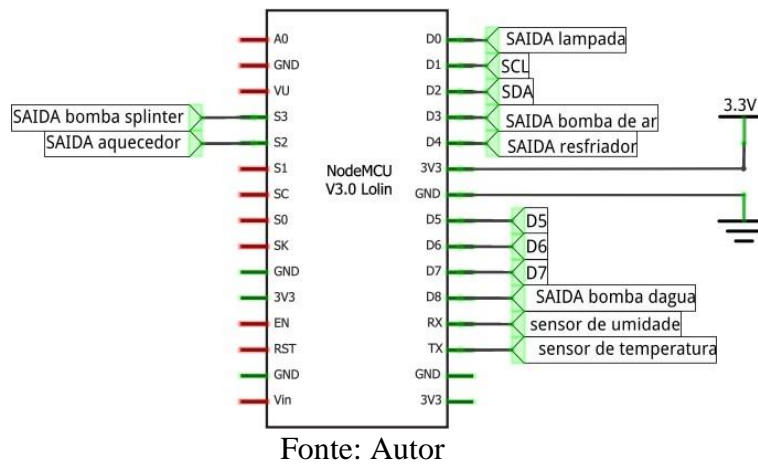
Fonte: Autor

O LCD é um display composto por um cristal líquido, nele temos vários pontos de que ao excitá-lo aparece um ponto (ou um traço), com um aglomerado desses pontos é possível escrever letras e palavras. Para o nosso circuito utilizamos ele para a comunicação entre o homem e a máquina, onde o LCD entrega os parâmetros e o operador executa o que for necessário. Na figura 36 podemos ver a ligação do LCD ao seu conversor serial paralelo.

Figura 35: Circuito LCD



O controlador é composto por suas entradas e saídas digitais, sua ligação podemos ver na figura 37, onde o controlador é o “cérebro” do projeto nele todas as informações chegam a ele e todas as informações saem dele.

Figura 36: Circuito *NODEMCU*

2.3 PROGRAMAÇÃO

O programa foi desenvolvido a partir de uma adaptação da linguagem Python para microcontroladores como o *NODEMCU*, conhecida como *MICROPYTHON*. Conhecendo as limitações de hardware do microcontrolador, como o fato de ter apenas um núcleo de CPU, o que torna difícil a utilização do conceito de *THREAD*, que seria a execução quase simultânea de duas ou mais tarefas pela CPU, tivemos que dividir o programa em funções que são acionadas pelo *TIMER*, um temporizador interno que causa a interrupção do programa para executar uma função. O programa é fracionado em pequenas funções, onde cada função tem um único objetivo, como as funções de leitura do sensor, onde cada função lê um sensor específico e altera o valor de uma variável global, das quais as funções de acionamento dos atuadores fazem o acompanhamento, quando essas variáveis assumem o valor estipulado nas funções dos atuadores, as saídas são acionadas até que os sensores leiam novamente as grandezas controladas e constate que os valores medidos estão nos padrões definidos, alterando os valores das variáveis globais, desativando, assim, os atuadores. Os valores medidos são exibidos em um *DISPLAY* Oled para que o operador possa acompanhar o processo. As conversões de tensão e corrente dos valores medidos são efetuadas por sua própria biblioteca para suas respectivas grandezas, nas quais são controlados de acordo com sua função de acordo com os parâmetros de controle definidos anteriormente. Veja o anexo 3.

3. PASSO A PASSO PARA A CONSTRUÇÃO

3.1 ESTRUTURA

Tabela 5: Lista de material para a estrutura

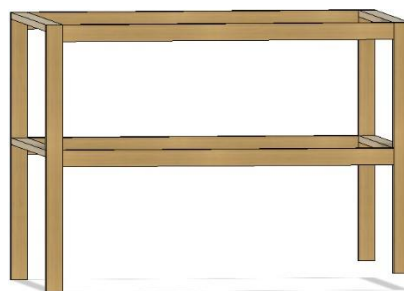
Fonte: Autor

ITEM	QUANT	UNID	PREÇO
madeira	10,1	M	25,25
tubos	3,1	M	27,87
abraçadeira	6	peça	16,32
placa de acrílico	4	peça	40
caixa 39l	1	peça	28
caixa componente	1	peça	30
barra aço galvanizado	1	peça	22
TOTAL			189,44

Fonte: Autor

A tabela 5 mostra o que é necessário comprar para montar a estrutura. Primeiro construa a estrutura de madeira no mesmo formato da figura 38 falar qual o número da figura, as medidas estão no anexo 2.

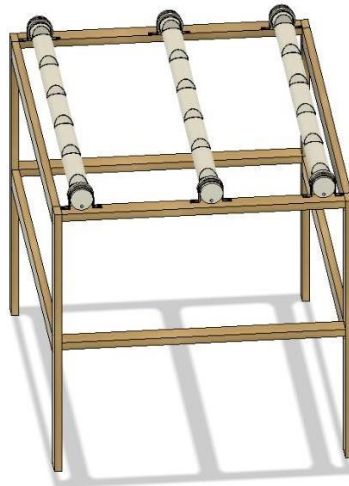
Figura 37: Suporte de madeira



Fonte: Autor

Após isso fure os tubos e coloque as tampas e em seguida prenda o tubo na estrutura com a abraçadeira. Faça igual a figura 38.

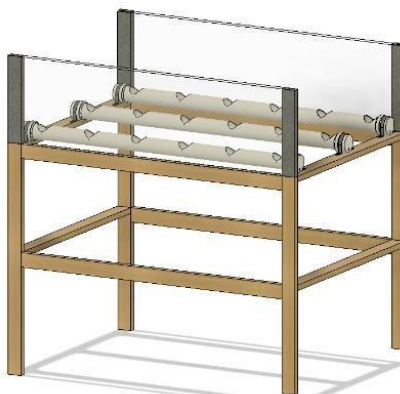
Figura 38: Estrutura com tubos



Fonte: Autor

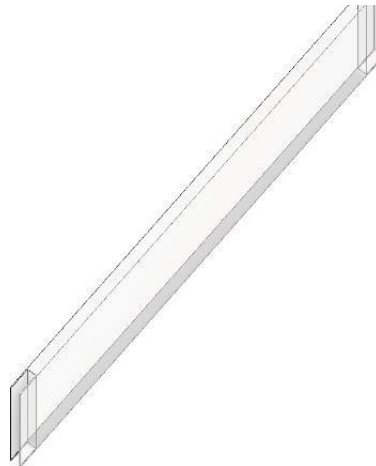
Em seguida, coloque os tubos de aço galvanizado nas pontas e o acrílico entre elas, o acrílico deve ter entradas nas pontas para encaixe com o aço, veja as figuras 39 e 40.

Figura 39: Suporte com acrílico



Fonte autor

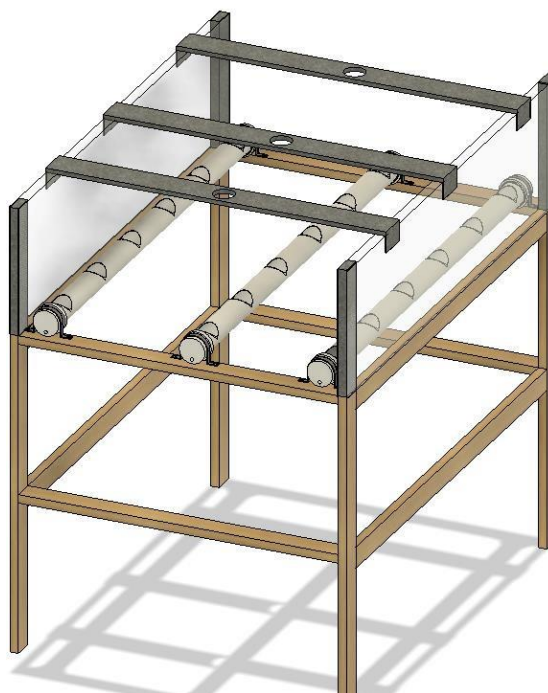
Figura 40: Peça de acrílico



Fonte autor

Após essa parte faça os suportes para as lâmpadas com os as barras e deixando em formato de C e com um furo no meio para a passagem da lâmpada. Veja na figura 41.

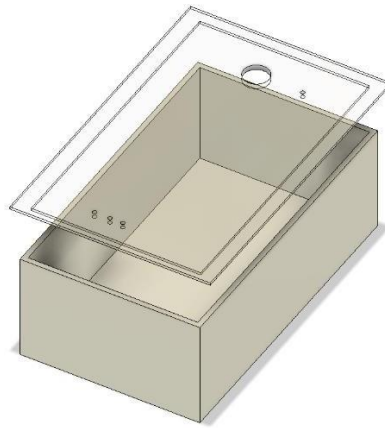
Figura 41: Estrutura para as lâmpadas



Fonte: Autor

Aqui temos o reservatório com a tampa de acrílico furada para aplicação dos sensores e para a passagem de água. Veja a figura 42.

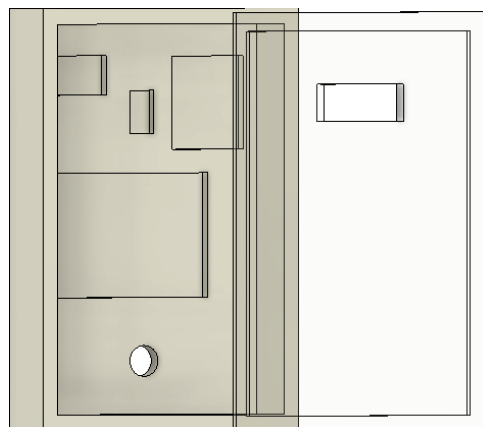
Figura 42: Reservatório



Fonte: Autor

Por fim temos a caixa que acomodará os drives, microcontrolador, *Shields* e conversores e em sua tampa tem a área para colocar o LCD. Veja a figura 43.

Figura 43: caixa do circuito



Fonte: autor

3.2 CIRCUITO

Tabela 6: Lista de material circuito

ITEM	QUANT	UNID	PREÇO
NODEMCU	1	peça	R\$ 28,00
LCD 16x2	1	peça	R\$ 26,30
LDR	1	peça	R\$ 1,00
ADS115	1	peça	R\$ 17,35
BNC PH ELETRODO	1	peça	R\$ 118,50
74HC595	1	peça	R\$ 3,67
DS18B20	1	peça	R\$ 12,28
MODULO RELÉ 4 VIAS	2	peça	R\$ 40,50
4N25	6	peça	R\$ 14,40
DHT11	1	peça	R\$ 10,00
RESISTOR 180K Ω	6	peça	R\$ 0,45
RESISTOR 4K7 Ω	1	peça	R\$ 0,06
RESISTOR 10K Ω	1	peça	R\$ 0,06
RESISTOR 1K Ω	1	peça	R\$ 0,06
FONTE 5V	1	peça	R\$ 22,00
FONTE 3.3V	1	peça	R\$ 10,00
PLACA FENOLITE 60X50mm	1	peça	R\$ 4,00
BOMBA D'AGUA	2	peça	R\$ 283,98
LÂMPADA LED GROW	3	peça	R\$ 255,00
BOMBA DE AR	1	peça	R\$ 48,88
MICROASPERSOR	4	peça	R\$ 3,20
CONDESADOR AR-CONDICIONADO	1	peça	R\$ 170,00
AQUECEDOR	1	peça	R\$ 24,50
	TOTAL		R\$ 1.094,19

Fonte: Autor

A Tabela 6 descreve o que é necessário comprar para fazer o circuito e o circuito está no anexo 1. No anexo esta todas as ligações necessárias através de *flag* para facilitar a visualização das ligações.

4. CONCLUSÃO

O desenvolvimento deste projeto teve três vertentes, sendo elas a construção da estrutura, a elaboração do circuito e a programação do software. A estrutura física tem seu baixo custo por se tratar de materiais encontrados em casas de construção, como madeira, tubos de PVC, abraçadeiras, chapas, acrílico etc. Para a parte do circuito foi mais custosa, pois trata-se da parte da automação do projeto, de modo que há gastos com os atuadores, sensores, microcontrolador etc. A parte de programação é a de menor custo para o projeto por se tratar de uma linguagem de programação *OPEN SOURCE (PYTHON)*, contudo temos a criação da lógica para compor o real funcionamento do trabalho.

O projeto teve a união das matérias que vimos em mecatrônica, como por exemplo a parte de estrutura está relacionada a resistência dos materiais, a parte de fluidos (hidráulica), já para a parte do circuito temos as áreas de eletrônica analógica para os *SHIELDS*, eletrônica de potência para o acionamento das cargas e eletrônica digital para a busca de valores analógicos para o microcontrolador. Já para a programação trabalhamos com ideias de comunicação em barramento, comunicação serie paralelo visto isso em redes e supervisorio, além dos sensores que vimos em controle e qualidade e junto a isso podemos aplicar os conceitos de física e o que seria de tudo isso sem a parte de cálculo, foram necessárias essas entre outras matérias que necessitamos para a construção do projeto (visto que não está sendo contabilizado a mão de obra).

Este projeto foi escrito durante uma pandemia, ela causou o impedimento para implantação de algumas de algumas ideias propostas, então deixamos para ideias futuras a implementação do condutivímetro capaz de auxiliar na troca da água do reservatório, porque dependendo da planta a ser cultivada é necessário maiores concentrações de soluções e isso com a água em constante movimentação pode gerar certos acúmulos de metais pesados, assim fazendo com que as plantas parem de ser saudáveis, resolveria isso com o condutivímetro, pois, com ele analisando a continuidade da água e sabendo que o aumento de metais a água fica mais condutiva, pode-se gerar uma parte da programação que possa impedir a circulação da mesma quando certos parâmetros forem atingidos. A implementação do PWM para a lâmpada no auxílio as plantas afim de que tenham a quantidade necessária de iluminação, e a implementação

da internet das coisas para o sistema, onde consiste na criação de um site para manter o operador atualizado através de meios tecnológicos, a situação de sua horta devido a isso o aprimoramento do projeto interligando as três fases da hidropônia foi passado para propostas futuras. Contudo com todos que foi projetado temos a certeza de que este projeto funcionaria.

5. REFERÊNCIA

A histórias da hidroponia. Disponível em: <<http://www.hydor.eng.br/HISTORIA/C1-P.pdf>>. Acesso em 23 de agosto de 2019.

Brasileiros buscam produtos mais saudáveis, aponta estudo. Disponível em: <<https://economia.uol.com.br/noticias/redacao/2019/08/27/brasileiros-buscam-produtos-mais-saudaveis-aponta-pesquisa.htm>> Acesso em: 29 de setembro de 2019

Datasheet DS18B20. Disponível em: <<https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/227472/DALLAS/DS18B20.html>> Acesso em: 28 de outubro de 2019

Datasheet DHT11. Disponível em: <<https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/1132088/ETC2/DHT11.html>> Acesso em: 28 de outubro de 2019

Datasheet LDR. Disponível em: <https://components101.com/sites/default/files/component_datasheet/LDR%20Datasheet.pdf> Acesso em: 28 de outubro de 2019

Datasheet YF-S201. Disponível em: <http://www.mantech.co.za/Datasheets/Products/YF-S201_SEA.pdf> Acesso em: 28 de outubro de 2019

Datasheet TEC1-12706. Disponível em: <<https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/227422/ETC2/TEC1-12706.html>> Acesso em: 28 de outubro de 2019

Datasheet NODEMCU ESP8266. Disponível em: <https://www.handsontec.com/pdf_learn/esp8266-V10.pdf> Acesso em: 28 de outubro de 2019

Datasheet NODEMCU ESP8266. Disponível em: <https://www.raspberrypi.org/documentation/hardware/computemodule/datasheets/rpi_DATA_CM3plus_1p0.pdf> Acesso em: 28 de outubro de 2019

GOMES. Patrícia, DIAGNÓSTICO DO CULTIVO HIDROPÔNICO NO ESTADO DE GOIÁS. 2015 75 f. Dissertação (Mestrado em agronomia) – Federal de Goiânia, 2015. FURLANI, P.R.; SILVEIRA, L.C.P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. Cultivo Hidropônico de Plantas: Parte 2 - Solução Nutritiva. 2009. Artigo em Hipertexto. Disponível em:

<http://www.infobibos.com/Artigos/2009_2/hidroponiap2/index.htm>. Acesso em: 17/12/2019.

DOENÇAS EM CULTIVOS HIDROPÔNICOS E MEDIDAS DE CONTROLE LOPES, Carlos Alberto; SILVA, J.B; GUEDES, Ítalo. 1.Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2015.

Infestação de insetos. LabHidro, 2012. Disponível em: <<http://www.labhidro.cca.ufsc.br/infestacao-de-insetos>>. Acesso em: 17 de dez. de 2019.

PLANO PLURIANUAL 2017-2020 RESULTADOS DO 1º CICLO 2017-2018, 2018. Programa de análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos – PARA. Disponível em: <<https://bit.ly/2Z3SXfi>>. Acesso em: 12 de maio de 2020.

LDR O QUE É E COMO FUNCIONA. Mundo Projetado. Disponível em: <<http://mundoprojetado.com.br/ldr-o-que-e-e-como-funciona/>>. Acesso em: 2 de junho de 2020.

HIDROPONIA: CONHEÇA OS PRÓS E CONTRA NESSE TIPO DE CULTIVO. Melonio. Nanda Disponível em: <https://www.oeco.org.br/noticias/25959-hidroponia-conheca-os-pros-e-contranesse-tipo-de-cultivo/> Acesso em 20 de julho de 2020

HIDROPONIA: DE METODOLOGIA DE PESQUISA A SISTEMA DE PRODUÇÃO. GUEDES.ÍTALO. Disponível em: <: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1118511/1/GuedesIMRHidroponiaHRp10112019.pdf>> Acesso em: 19 de julho 2020

MORADOR ENCONTRA ESCORPIÃO EM ALFACE COMPRADA NA HORTA DOS APOSENTADOS. FAGUNDES.DOUGLAS Disponível em :< <http://ilhadenoticias.com/index.php/menu-cidade/11090-morador-encontra-escorpiao-em-alface-comprada-na-horta-dos-aposentados.html> > Acesso em: 19 de julho de 2020

JÚNIOR, Joab Silas da Silva. "O que é temperatura?"; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-temperatura.htm>. Acesso em 20 de julho de 2020.

DIAS, Diogo Lopes. "Conceito de pH"; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/quimica/conceito-ph.htm>. Acesso em 20 de julho de 2020.

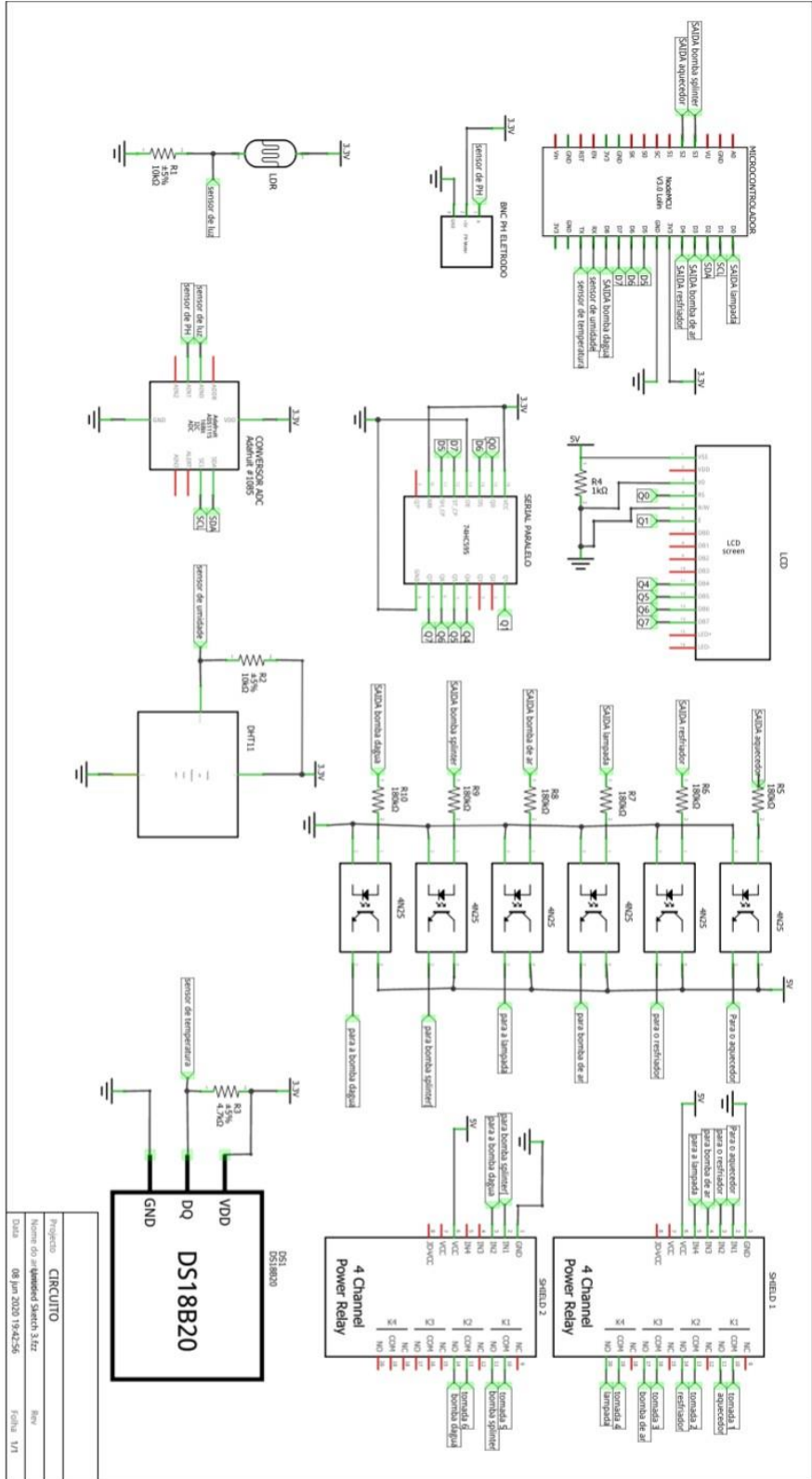
KITOR.GLAUBER. "CONDUTIVIDADE ELÉTRICA" Disponível em: <https://www.infoescola.com/fisica/condutividade-eletrica/> Acesso em 20 de julho de 2020

MONTINI. "Medindo Luz – a candela e derivados" Disponível em: <https://ipemsp.wordpress.com/2019/08/26/medindo-a-luz/> Acesso em 20 de julho de 2020

BERNARDO. "Aeração Ou Arejamento" Disponível em: <http://www.fec.unicamp.br/~bdta/f-aeracao.htm> > Acesso em 20 de julho de 2020

ANEXOS

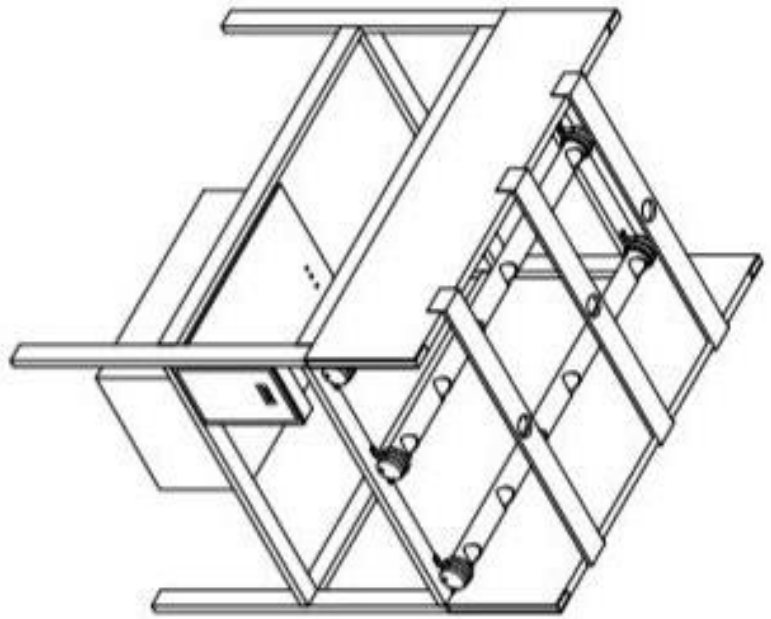
Anexo 1:Circuito



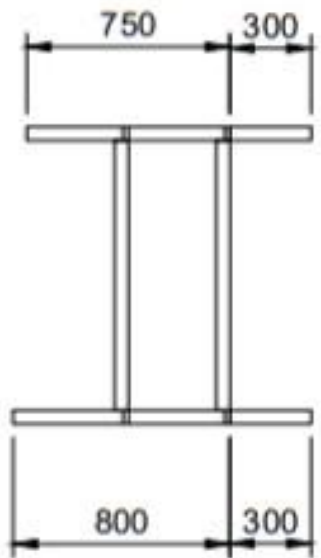
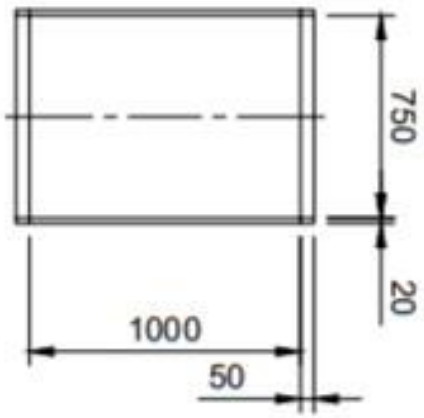
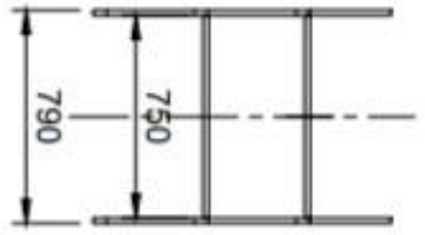
fritzing

Proyecto	CIRCUITO
Nombre de archivo	Sheet1 3.fz
Fecha	1/1/2023
Usuario	08 Jun 2023 19:42:56

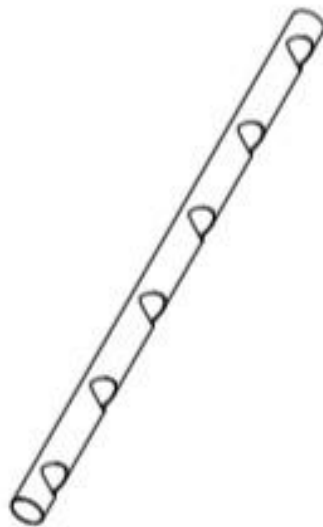
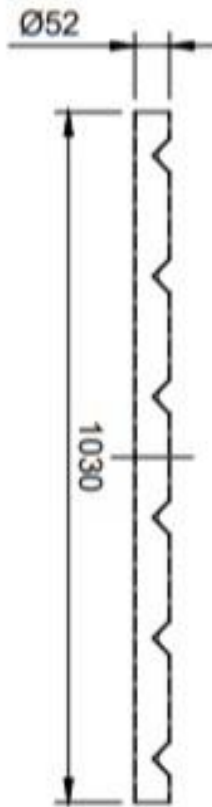
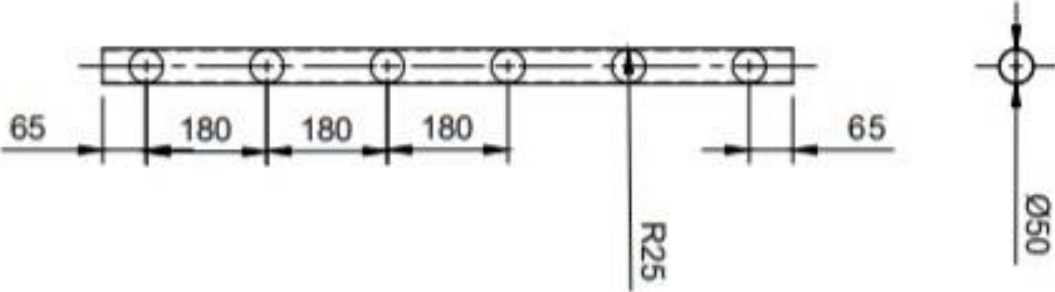
Anexo 2: Estrutura



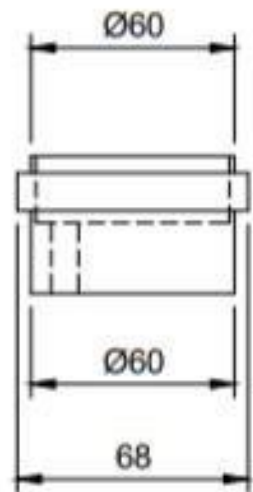
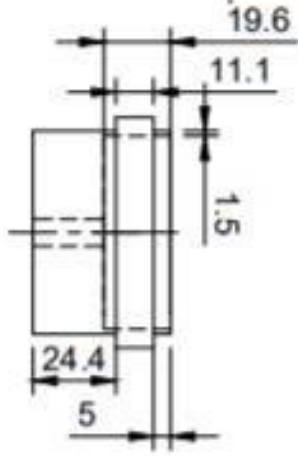
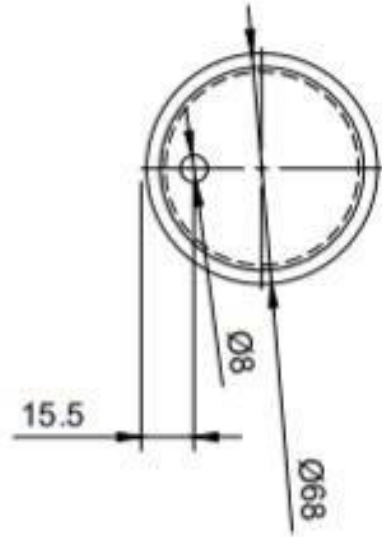
Dept.	Technical reference	Created by	Approved by
		vitór negocia 13/06/2020	
	Document type	Document status	
	Title	DWG No.	
	Horta hidroponica		
	Rev.	Date of issue	Sheet
			1/11



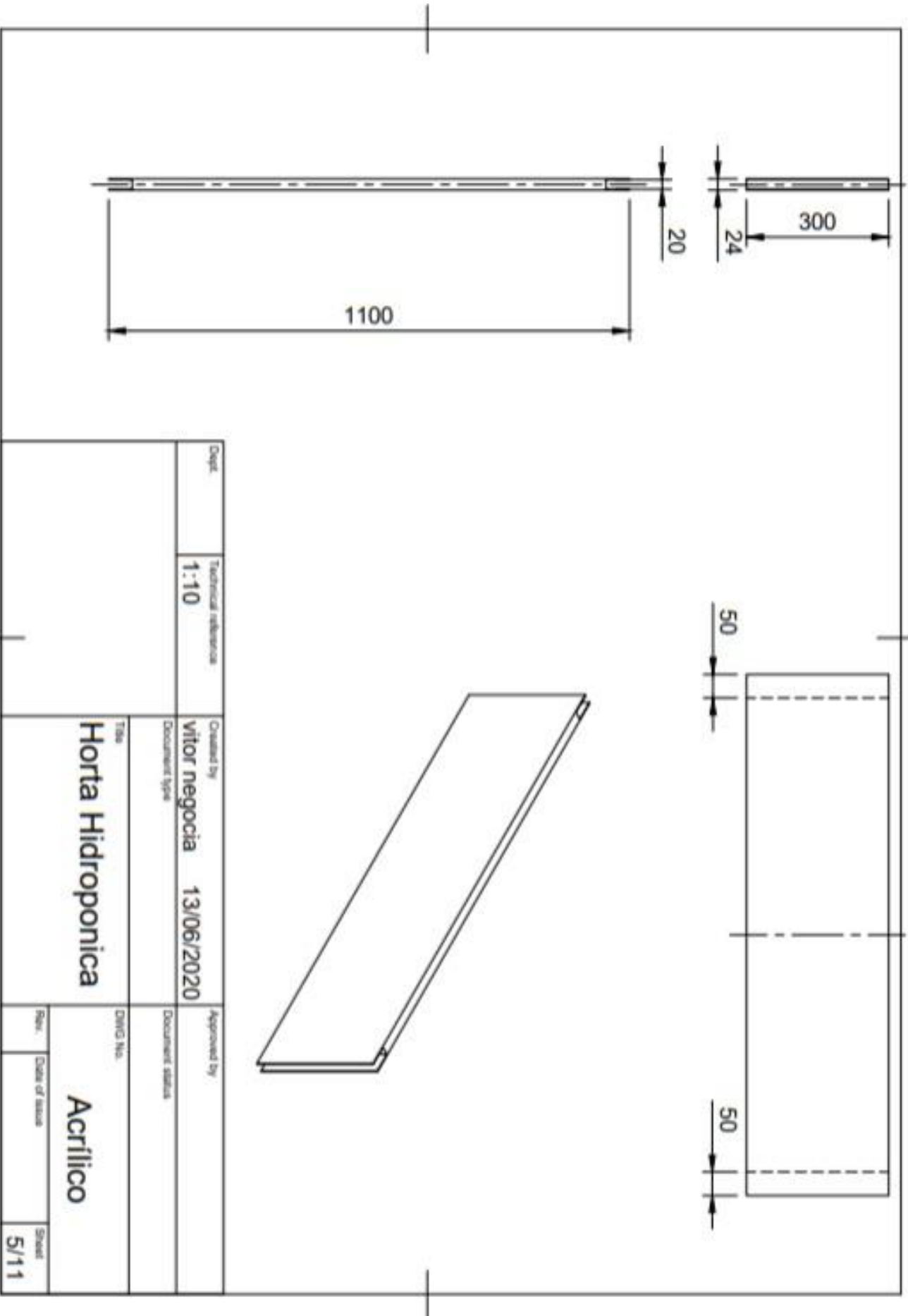
Dept.		Technical reference		Created by		Approved by	
		1:25		vitor negocia 13/06/2020			
		Document type		Document status			
Title		DWG No.		Rev.		Date of issue	
Horta hidroponica		Estrutura					
				Sheet		2/11	

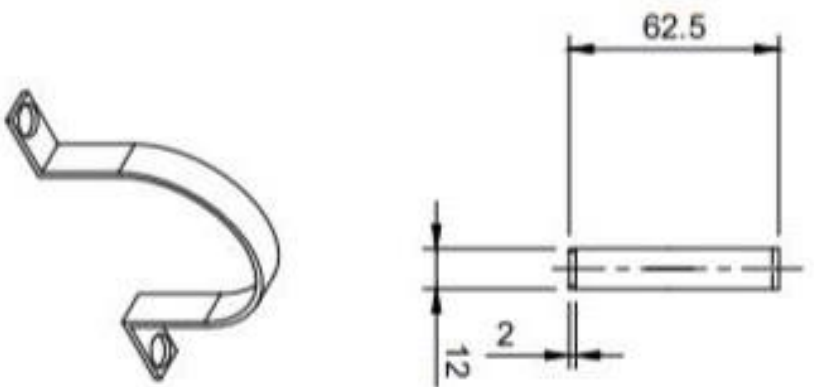
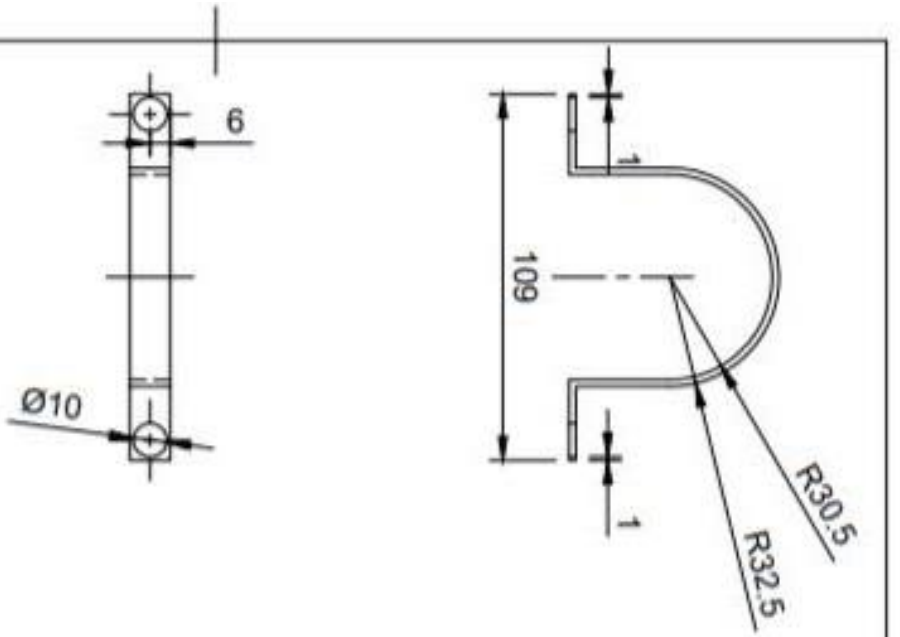


Dwgk.	Technical reference	Created by	Approved by
		Document type	Document status
Title		DWG. No.	Sheet
Horta hidroponica		Tubos	
vitor negocia			3/11
13/06/2020			
Rev.		Date of issue	

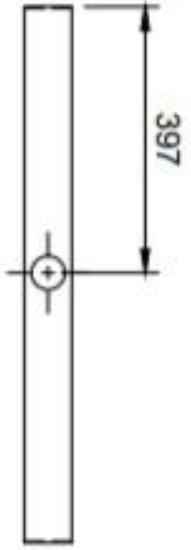
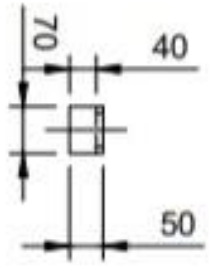
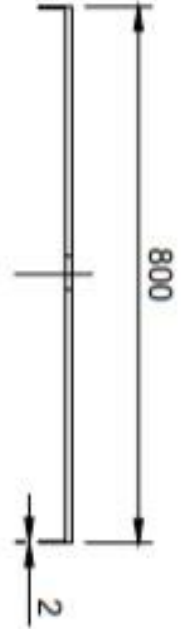


Dept:		Technical reference		Created by		Approved by	
		1:2		vitor negocia 13/06/2020			
		Document type		Document status			
Title		DWG No.		Rev.		Date of issue	
Horta hidroponica		Tampa					
				Sheet		4/11	

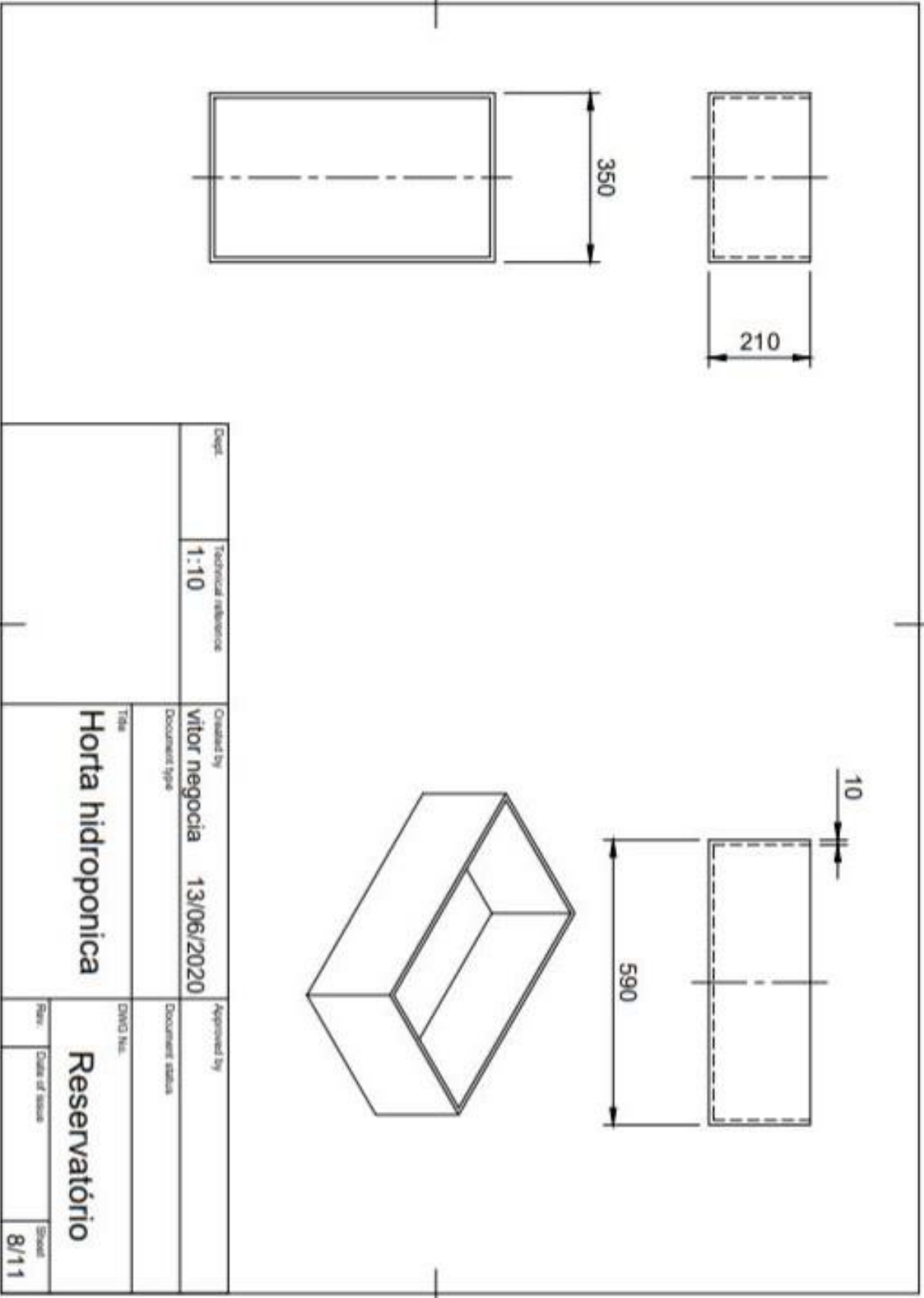


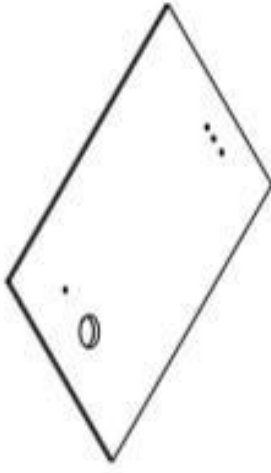
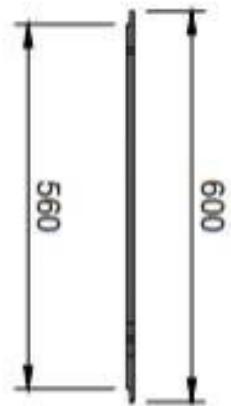
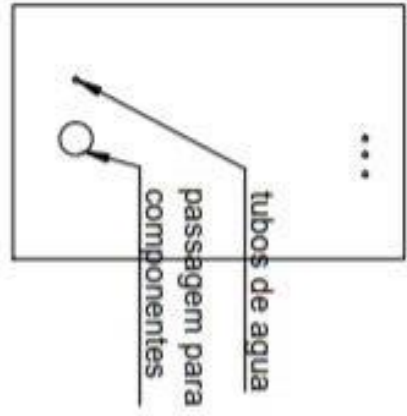
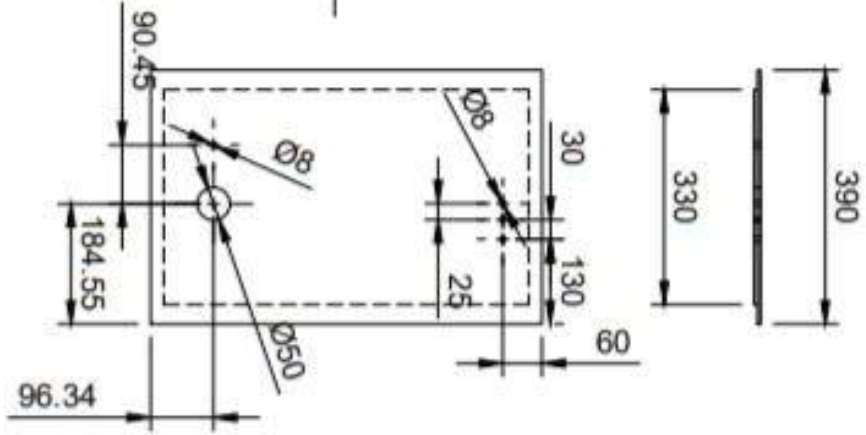


Digit.	Technical reference	Created by	Approved by
	1-2	vitior negocia	
		Document type	Document status
		13/06/2020	
		Title	DWG No.
		Horta Hidroponica	Abraçadeira
		Rev.	Date of issue
			Sheet
			6/11

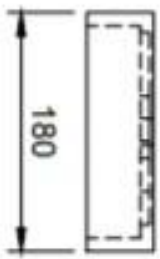
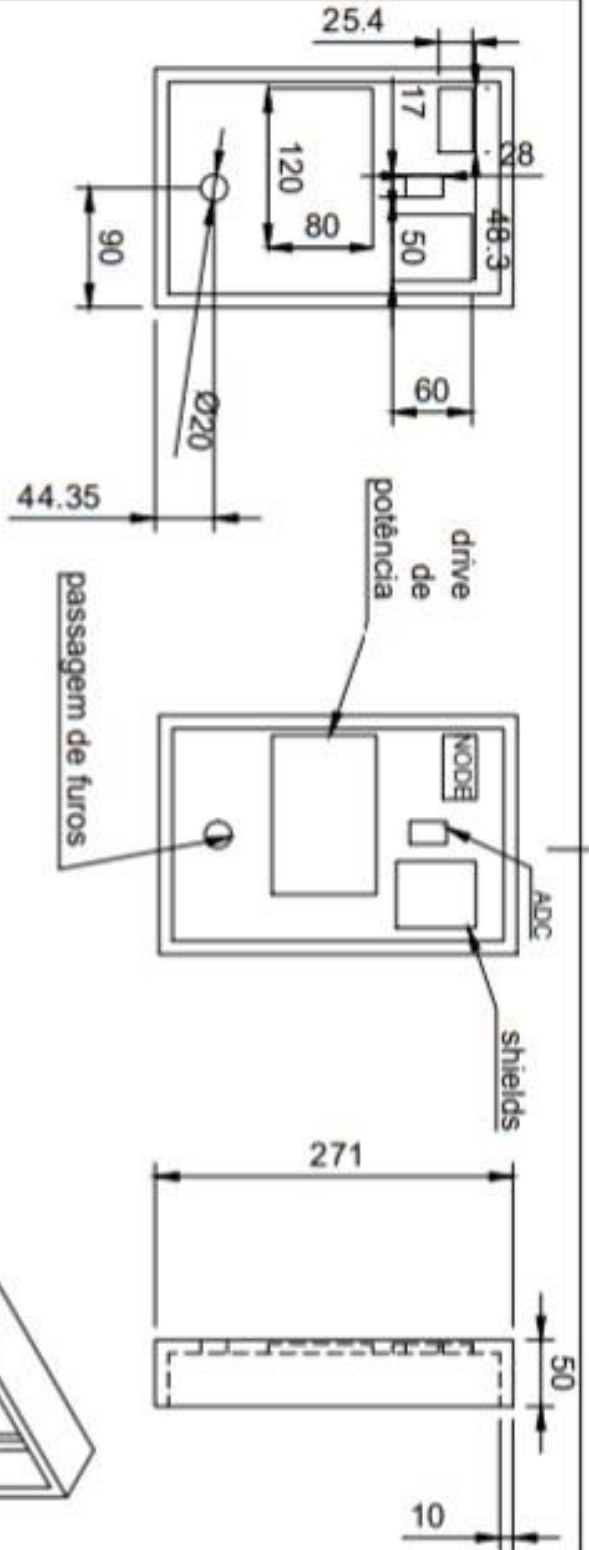


Dept.	Technical reference	Created by	Approved by
	1:10	vitória negocia	
		13/06/2020	
	Document type	Document status	
	TRAB	DWG No.	
	Horta hidroponica	Suporte da lâmpada	
		Rev.	Sheet
		Date of issue	7/11

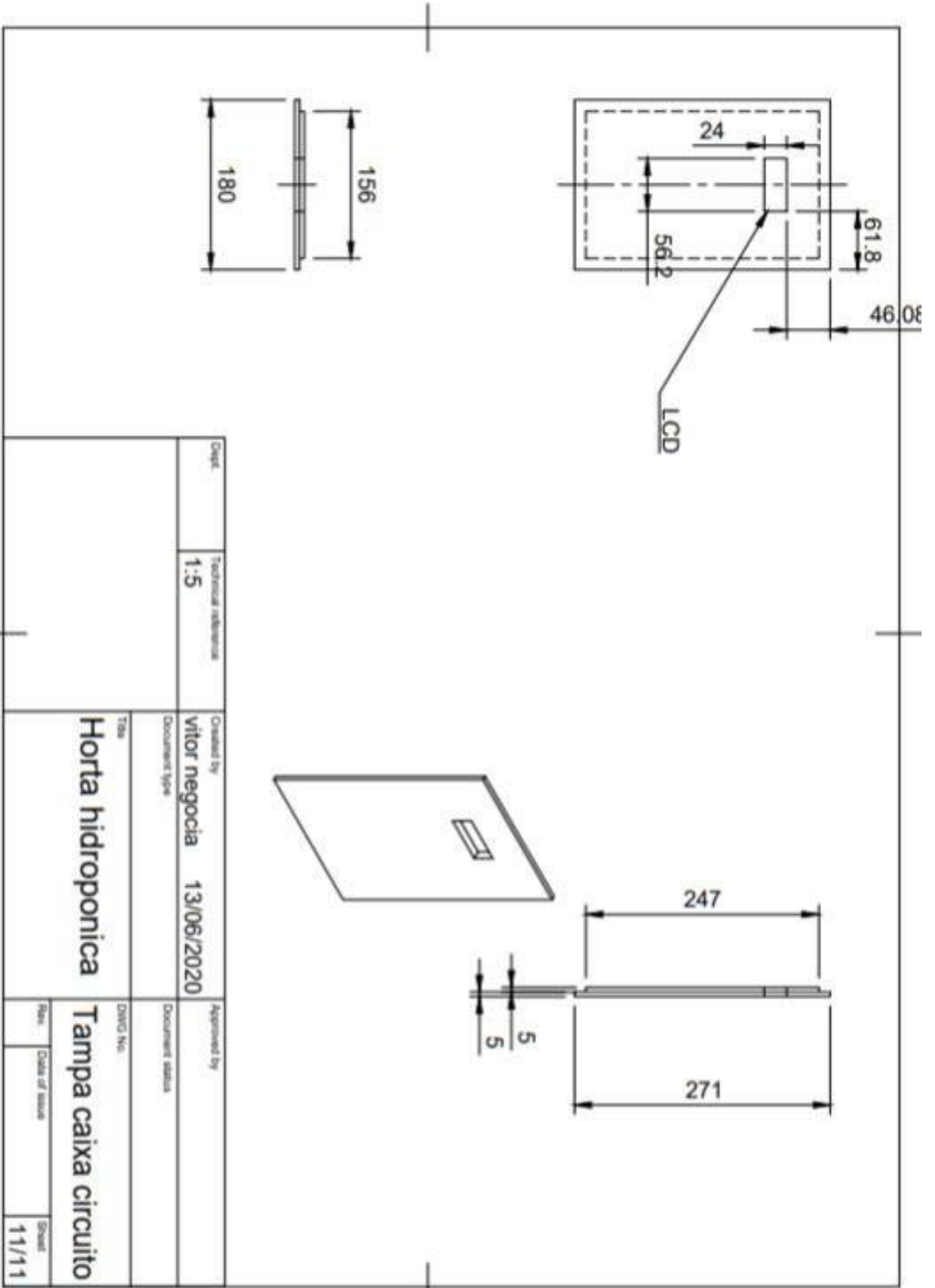




Dept.	Technical reference	Created by	Approved by
		vit0r negocia	
		13/06/2020	
		Document type	Document status
		Title	DWG No.
		Horta hidroponica	
			Tampa reservatório
		Rev.	Date of issue
		Sheet	
		9/11	



Dept.	Technical referencia	Created by	Approved by
	1-5	vitória negocia	
		Document type	Document status
		13/06/2020	
Title		DRAWING No.	
Horta hidroponica		Caixa de circuito	
Rev.	Date of issue	Sheet	
		10/11	



Anexo 3: Programação

```

#importando as bibliotecas
from DFRobot_ADS1115 import ADS1115
from GreenPonik_PH import GreenPonik_PH
from machine import Pin
from machine import ADC
from machine import Timer
from machine import I2C
import onewire, ds18x20
import ssd1286
import time
import dht

#-----Configuração de I/O-----

#Pinos de entrada dos sensores
pinTemp=Pin("Digitar o Numero do pino") #Pino de entrada: temperatura
pinUmi=dht.DHT22(Pin("Digitar o Numero do pino")) #Pino de entrada: umidade
pinAcid=ADC("Digitar o Numero do pino") #Pino de entrada: acidez(Ph)
pinLum=ADC("Digitar o Numero do pino") #Pino de entrada: Luminosidade

#pinos de saída dos atuadores
pinBombaAr=Pin("Digitar o Numero do pino",Pin.OUT)
pinLuz=Pin("Digitar o Numero do pino",Pin.OUT)
pinBombaAgua=Pin("Digitar o Numero do pino",Pin.OUT)
pinBombaUmificador=Pin("Digitar o Numero do pino",Pin.OUT)
pinAquecedor=Pin("Digitar o Numero do pino",Pin.OUT)
pinCompressor=Pin("Digitar o Numero do pino",Pin.OUT)

#-----Variáveis Globais-----

#Variáveis de entrada globais
temperatura=0
umidade=0
acidez=0
luminosidade=0

#-----Funções de entrada-----

#Configurando o pino e o barramento de leitura da Temperatura
objBarramento = ds18x20.DS18X20(owewire.OneWire(pinTemp))
tempSensor=objBarramento.scan()

#função para a leitura de temperatura
def LeTemperatura(t):
    global dados
    global objBarramento
    global temperatura
    objBarramento.convert_temp()
    temperatura=objBarramento.read_temp(tempSensor)

#função para a leitura de umidade
def leUmidade(t):
    global umidade
    pinUmi.meassure()

```

```

    umidade = pinUmi.humidity()

#função para a leitura de luminosidade
def leLuminosidade(t):
    global luminosidade
    luminosidade = pinLum.read()

#Configurando barramento para conversão e leitura A/D
ADS1115_REG_CONFIG_PGA_6_144V = 0x00
ADS1115_REG_CONFIG_PGA_4_096V = 0x02
ADS1115_REG_CONFIG_PGA_2_048V = 0x04
ADS1115_REG_CONFIG_PGA_1_024V = 0x06
ADS1115_REG_CONFIG_PGA_0_512V = 0x08
ADS1115_REG_CONFIG_PGA_0_256V = 0x0A
ads1115 = ADS1115()
ph = GreenPonik_PH()
ph.begin()

#função para a leitura da acidez (Ph)
def leAcidez(t):
    global ads1115
    global acidez
    global ph
    ads1115.setAddr_ADS1115(0x48)
    ads1115.setGain(ADS1115_REG_CONFIG_PGA_6_144V)
    adc1 = ads1115.readVoltage(1)
    acidez = ph.readPH(adc1['r'])

#-----Função dos atuadores-----

#função para acionar a luz
def acionaLuz():
    global luminosidade
    if luminosidade <="Digitar o valor minimo da luminosidade(varia de 0 a
850)":
        pinLuz.value(1)

#Função para acionar a bomba de água
def acionaAgua():
    global tempo
    if tempo==0:
        pinBombaAgua.value(1)
    else:
        pinBombaAgua.value(0)

#função para acionar o umidificador
def acionaUmidificador():
    global umidade
    if umidade<"Digitar o valor ideal para umidade":
        pinBombaUmidificador.value(1)

#função para acionar o aquecedor
def acionaAquecedor():
    global temperatura
    if temperatura<"Digitar temperatura ideal":
        pinAquecedor.value(1)

#função para acionar o compressor
def acionaCompressor():
    global temperatura
    if temperatura >"Digitar o valor ideal para umidade":

```

```

    pinCompressor.value(1)

#-----Exibe as grandesas medidas no display-----
def exhibeDisplay():
    global tela
    tela.fill(0)
    tela.text("Temp: " + temperatura + "°C",0,0)
    tela.text("umi: " + umidade + "g/Kg",0,16)
    tela.text("Acid: "+ acidez + "Ph",0,32)
    tela.show()
#-----Timers Periódicos dos sensores -----

#Selecionado temporizadores para cada sensor
timerTemperatura= Timer(-1)
timerLuminosidade=Timer(-1)
timerUmidade=Timer(-1)
timerAcidez=Timer(-1)

#Interrupções periodicas para ler os sensores
timerTemperatura.init(period=1000, mode=Timer.PERIODIC,
callback=leTemperatura)
timerLuminosidade.init(period=1000, mode=Timer.PERIODIC,
callback=leLuminosidade)
timerUmidade.init(period=5000, mode=Timer.PERIODIC, callback=leUmidade)
timerAcidez.init(period=10000, mode=Timer.PERIODIC, callback=leAcidez)

#-----Função de tempo para acionamento-----

tempo=0 #variável de tempo para controlar bomba
def tempo(t):
    global tempo
    if tempo ==1:
        tempo =0
    else:
        tempo =1
timerTempo=Timer(-1)
timerTempo.init(period=900000, mode=Timer.PERIODIC, callback=tempo)

#----Código para o display com protocolo I2C-----
i2c=I2C(slc=Pin("Escolher o pino"), sda=Pin("Escolher o pino"))
dispositivo==i2c.scan()
for disp in dispositivo:
    endI2c=hex(disp)
    tela=ssd1286.SSD1286_I2C(128,64,i2c,endI2c)

while True:

#Mantém a bomba de ar constantemente acionada
pinBombaAr.value(1)

#-----Funções definidas anteriormente-----

acionaLuz()
acionaAgua()
acionaUmificador()
acionaAquecedor()
acionaCompressor()
exibeDisplay()

```

Anexo 4: Relações entre os teores foliares 9G/KG0 de N, P, Ca, Mg e S com os teores de K considerados adequados para diferentes culturas

Culturas	K	N	P	Ca	Mg	S
Hortaliças de Folhas						
Agrião	1,00	0,83	0,17	0,25	0,07	0,05
Alface	1,00	0,62	0,09	0,31	0,08	0,03
Almeirão	1,00	0,65	0,11	0,12	0,03	-
Cebolinha	1,00	0,75	0,08	0,50	0,10	0,16
Chicória	1,00	0,82	0,11	0,36	0,07	-
Couve	1,00	1,20	0,16	0,62	0,14	-
Espinafre	1,00	1,00	0,11	0,78	0,18	0,20
Repolho	1,00	1,00	0,15	0,63	0,15	0,13
Rúcula	1,00	0,78	0,09	0,84	0,07	-
Salsa	1,00	1,14	0,17	0,43	0,11	-
Hortaliças de Frutos						
Berinjela	1,00	1,00	0,16	0,40	0,14	-
Ervilha	1,00	1,67	0,20	0,67	0,17	-
Feijão-vagem	1,00	1,43	0,14	0,71	0,17	0,11
Jiló	1,00	1,57	0,14	0,57	0,11	-
Melão	1,00	1,14	0,14	1,14	0,29	0,08
Morango	1,00	0,67	0,10	0,67	0,27	0,10
Pepino	1,00	1,22	0,18	0,56	0,16	0,13
Pimenta	1,00	1,00	0,13	0,63	0,20	-
Pimentão	1,00	0,90	0,10	0,50	0,16	-
Quiabo	1,00	1,29	0,11	1,14	0,23	0,10
Tomate	1,00	1,25	0,15	0,75	0,15	0,16
Hortaliças de Flores						
Brócolos	1,00	1,50	0,20	0,67	0,17	0,18
Couve-flor	1,00	1,25	0,15	0,75	0,10	-
Ornamentais						
Antúrio	1,00	1,00	0,20	0,80	0,32	0,20
Azaléia	1,00	2,00	0,40	1,00	0,70	0,35
Begônia	1,00	1,11	0,11	0,44	0,11	0,12
Crisântemo	1,00	1,00	0,14	0,30	0,14	0,10
Gadíolo	1,00	1,29	0,20	0,71	0,09	-
Gloxínia	1,00	1,00	0,10	0,50	0,15	0,13
Gypsophila	1,00	1,25	0,13	0,88	0,18	0,12
Hibiscus	1,00	1,75	0,35	1,00	0,30	0,16
Palmeira	1,00	1,00	0,17	0,67	0,20	0,18
Rosa	1,00	1,60	0,16	0,60	0,16	0,21
Schefflera	1,00	1,00	0,13	0,50	0,17	0,16
Violeta-Africana	1,00	0,90	0,10	0,30	0,12	0,11

Anexo 5: Relação de sais/fertilizantes usados como fontes de macronutrientes para o preparo de soluções nutritivas

Sal ou Fertilizante	Nutriente Fornecido	Concentração	CE (sol.0,1%)	Quantidade para preparar 1 mgL ⁻¹ de cada nutriente
		%	mS	g1.000L ⁻¹
Nitrato de potássio (13-0-44)	K	36,5	1,28	2,74
	N-NO ₃	13		7,69
Nitrato de cálcio Hydro [®]	Ca	19	1,18	5,26
	N-NO ₃	14,5		6,90
	N-NH ₄	1,0		100,00
Magnitra-L [®] 41%, D=1,35	Mg	6	0,50	16,67 (12,35 mL)
	N-NO ₃	7		14,29 (10,59 mL)
Fosfato monoamônio (MAP) purificado (11-60-0)	N-NH ₄	11	0,95	9,09
	P	26		3,85
Nitrato de amônio	N-NH ₄	16,5	1,50	6,06
	N-NO ₃	16,5		6,06
Fosfato monopotássico (MKP) (0-52-34)	K	29	0,70	3,45
	P	23		4,35
Cloreto de potássio (branco)	K	52	1,70	1,92
	Cl	47		2,13
Sulfato de potássio	K	41	1,20	2,44
	S	17		5,88
Sulfato de magnésio	Mg	10	0,88	10,00
	S	13		7,69
Ácido fosfórico 85%, D=1,7	P	46	1,00	2,18 mL

Fonte: <https://bit.ly/38NGOhB>

Anexo 6:Relação de sais/fertilizantes usados como fontes de micronutrientes para o preparo de soluções nutritivas.

Sal ou Fertilizante	Nutriente fornecido	Concentração	Quantidade para preparar 0,1mgL ⁻¹ de cada nutriente
		%	g1.000L ⁻¹
FeSO ₄ .7H ₂ O + Na ₂ EDTA	Fe	vide abaixo ¹	
FeEDTA (Dissolvine® pó)	Fe	13	0,77
FeEDTA (Arbore Fe® líquido)	Fe	4	2,50
FeEDDHA (Ferrilene® pó)	Fe	6	1,67
FeEDDHMA (Tenso-Fe® pó)	Fe	6	1,67
Ácido bórico	B	17	0,59
Bórax	B	11	0,91
Sulfato de cobre	Cu	13	0,77
CuEDTA	Cu	5	2,00
Sulfato de manganês	Mn	26	0,38
Cloreto de manganês	Mn	27	0,37
MnEDTA	Mn	5	2,00
Sulfato de zinco	Zn	22	0,45
Cloreto de zinco	Zn	45	0,22
ZnEDTA	Zn	7	1,43
Molibdato de sódio	Mo	39	0,26
Molibdato de amônio	Mo	54	0,19
Ácido molibídico	Mo	66	0,15

Fonte: <https://bit.ly/38NGOhB>