



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE TUCURUÍ
FACULDADE DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

RONALD DOS SANTOS BRANDÃO

**AUTOMAÇÃO DO MONITORAMENTO DE PLANTAS USANDO O MÓDULO
NODEMCU V3 ESP8266**

TUCURUÍ
2022

RONALD DOS SANTOS BRANDÃO

**AUTOMAÇÃO DO MONITORAMENTO DE PLANTAS USANDO O MÓDULO
NODEMCU V3 ESP8266**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia de Computação, do Campus Universitário de Tucuruí, da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Computação.

Orientador: Dr. Daniel da Conceição Pinheiro.

TUCURUÍ
2022

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

B817a Brandão, Ronald dos Santos.
AUTOMAÇÃO DO MONITORAMENTO DE PLANTAS
USANDO O MÓDULO NODEMCU V3 ESP8266 / Ronald dos
Santos Brandão. — 2022.
60 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Daniel da Conceição Pinheiro
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade
Federal do Pará, Campus Universitário de Tucuruí, Faculdade de
Engenharia da Computação, Tucuruí, 2022.

1. Hortaliça. 2. Automação. 3. Blynk. 4. NodeMCU V3
Esp8266. I. Título.

CDD 620

RONALD DOS SANTOS BRANDÃO

**AUTOMAÇÃO DO MONITORAMENTO DE PLANTAS USANDO O MÓDULO
NODEMCU V3 ESP8266**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia de computação, do Campus Universitário de Tucuruí, da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de computação.

Data da aprovação: ____/____/____

Conceito: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Daniel da Conceição Pinheiro
Faculdade de engenharia de computação (UFPA)
Orientador

Prof. Dr. Otávio Noura Teixeira
Faculdade de engenharia de computação (UFPA)
Membro da Banca

Prof. Dr. Washington César Braga de Sousa
Faculdade de engenharia elétrica (UFPA)
Membro da Banca

Eng. Jhoanyn Valois Fantin Calvinho
Faculdade de engenharia elétrica (UFPA)
Membro da Banca

RESUMO

Nos dias de hoje, é evidente o crescimento da tecnologia em todos os setores da indústria, principalmente no que tange a automação. Através de diversas técnicas e equipamentos, a tecnologia está presente desde o plantio até a colheita das mais variadas culturas agrícolas. Um dos cultivos que está em constante crescimento é o cultivo de hortaliças, desde a subsistência até o nível de comércio. O presente trabalho propõe facilitar o plantio e diminuir o tempo gasto no monitoramento do cultivo de hortaliças através de uma tecnologia que utiliza sensores, atuadores e um microcontrolador que, juntos, produzem um grande custo benefício para quem as cultiva. A tecnologia utiliza sensores de temperatura, de luminosidade e de umidade do solo para medir as condições do ambiente e, através de atuadores, aciona uma lâmpada, uma mini bomba de água e/ou um mini ventilador, para otimizar o cultivo das hortaliças. Os sensores e atuadores podem ser monitorados através de uma aplicação gerenciadora chamada *Blynk*. Para este trabalho, foi utilizado um microcontrolador chamado NodeMCU V3 Esp8266, para controlar e fazer a ligação de todos os componentes.

Palavras-chave: Hortaliça; Automação; *Blynk*; NodeMCU V3 Esp8266.

ABSTRACT

Nowadays, the growth of technology in all sectors of industry is evident, especially with regard to automation. Through various techniques and equipment, technology is present from planting to harvesting a diverse variety of agricultural crops. One of the crops in constant growth is the cultivation of vegetables, from subsistence to a commercial level. The present work proposes to facilitate the planting of vegetables and reduce the time spent monitoring their cultivation through a technology that uses sensors, actuators and a microcontroller that, together, produce a great cost benefit for those who grow them. The technology uses temperature, luminosity and soil humidity sensors to measure these environmental conditions and, through actuators, activates a lamp, a mini water pump and/or mini fan in order to optimise the cultivation of vegetables. Sensors and actuators can be monitored through a manager application called Blynk. For this work, a microcontroller called NodeMCU V3 Esp8266 was used to control and connect all components.

Keywords: vegetable; Automation; *Blynk*; NodeMCU V3 Esp8266.

FIGURAS

Figura 1 – Irrigação por aspersão	pág.15
Figura 2 – Irrigação por subirrigação	pág.16
Figura 3 – Irrigação por sulco	pág.16
Figura 4 – Irrigação por micro aspersão	pág.17
Figura 5 – Irrigação por gotejamento	pág.18
Figura 6 – Sensor indutivo de proximidade	pág.19
Figura 7 – Sensor de temperatura	pág.20
Figura 8 – Nodemcu V3 Esp8266	pág.21
Figura 9 – DHT11	pág.22
Figura 10 – LDR	pág.23
Figura 11 – Sensor de umidade do solo FC28	pág.23
Figura 12 – Modulo Display Oled	pág.24
Figura 13 – Modulo relé	pág.25
Figura 14 – Ligações internas da protoboard	pág.26
Figura 15 – Protoboard	pág.26
Figura 16 – Lâmpada 60W	pág.27
Figura 17 – Ventilador cooler	pág.27
Figura 18 – Mini Bomba de água	pág.28
Figura 19 – Organização do <i>Blynk: Blynk App, Server e Libraries</i>	pág.30
Figura 20 – Interface do <i>Blynk</i> com o tipo de placa e conexão selecionado	pág.33
Figura 21 – <i>Widgets Blynk</i>	pág.33
Figura 22 – Interface <i>Blynk</i>	pág.34
Figura 23 (A): Notificações Blynk pelo Email	pág.34
Figura 23 (B): Notificações Blynk pelo APP	pág.35
Figura 24 – Tela inicial Arduino IDE	pág.35
Figura 25 – Fluxograma	pág.36
Figura 26 – Ligações do hardware	pág.37
Figura 27 – Visão da Estufa pelo lado de fora	pág.38
Figura 28 – Visão da Estufa pelo lado de dentro	pág.39
Figura 29 – Resultado modelo manual (A) e modelo autônomo (B)	pág.40
Figura 30 – Dimensões modelo manual (B) e modelo autônomo (A)	pág.40
Figura 31 – dimensões de uma folha	pág.41

Figura 32 – Cultivo manual x Cultivo autônomo	pág.41
Figura 33 – Preferencias Arduino IDE	pág.59
Figura 34 – Escolhendo placa Arduino IDE	pág.60

ABREVIATURAS E SIGLAS

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

CI – Circuito Integrado

APP – Abreviação de aplicativo

W – Watt (unidade de potência)

V – Volt (unidade tensão elétrica)

C – Graus Celsius

IDE – Ambiente de desenvolvimento integrado (*integrated development environment*)

PH – Potencial Hidrogeniônico

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
1.1 Objetivos	12
1.1.1. Geral	12
1.1.2. Específicos	12
1.2. Justificativas	12
1.3 Organização do Trabalho.....	13
2 REVISÃO DA LITERATURA	14
2.1 Tipos de irrigação	14
2.1.1. Irrigação por aspersão	14
2.1.2. Irrigação por subirrigação	15
2.1.3. Irrigação por sulco	16
2.1.4. Irrigação por micro aspersão	17
2.1.5. Irrigação por gotejamento.....	18
2.2 Tipos de sensores	19
2.2.1. Sensores digitais ou discretos	19
2.2.2. Sensores analógicos	20
3 METODOLOGIA.....	21
3.1 Definição de Componentes.....	21
3.1.1 Nodemcu V3 Esp8266.....	21
3.1.2 Sensor DHT11	22
3.1.3 Sensor LDR	22
3.1.4 Sensor de Umidade do Solo FC28.....	23
3.1.5 Modulo Display Oled	24
3.1.6 Módulo relé.....	24
3.1.7 Protoboard.....	25
3.1.8 Lâmpada 60W.....	26

3.1.9 Ventilador Cooler	27
3.1.10 Mini bomba de água	28
3.2 Definições de aplicativo de monitoramento	28
3.2.1 O que é o <i>Blynk</i>	30
3.2.2 Funcionamento <i>Blynk</i>	30
3.2.3 Requisitos para utilizar o <i>Blynk</i>	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	33
4.1 Terra, Sementes e adubo.....	33
4.2 Software.....	33
4.2.1 Configurando o <i>Blynk</i>	34
4.2.2 Arduino IDE	36
4.2.3 Funcionamento do código.....	37
4.3 Hardware.....	38
4.4 Testes realizados.....	40
5 CONCLUSÃO.....	44
REFERÊNCIAS	46
APÊNDICE A – Código.....	51
APÊNDICE B – Configurando Arduino IDE.....	60

1 INTRODUÇÃO

Hoje em dia é praticamente impossível imaginar uma área em que não seja necessário um apoio tecnológico. Nas hortas residenciais não é diferente, pois com a falta de tempo trazida pela vida moderna, a horta automatizada veio como uma forma de facilitar o cultivo dos alimentos. Por meio da utilização de microcontroladores, sensores e atuadores se faz possível então a automação de vários processos, a fim de poupar esforço humano

Segundo CARVALHO *et al* [1] “As hortaliças são um importante componente da dieta, sendo tradicionalmente servidas junto com um alimento proteico e um carboidrato. Elas fornecem não apenas variedade de cor e textura às refeições, mas também nutrientes importantes. As hortaliças têm pouca gordura e calorias, relativamente pouca proteína, mas são ricas em carboidratos e fibras e fornecem níveis significativos de micronutrientes à dieta.”.

Segundo Moyses *et al* [2] “O propósito de automatizar hortas residenciais sem necessidade de um grande investimento seria uma alternativa para incentivar a população brasileira a produzir e consumir insumos orgânicos”.

Por muito tempo o ser humano dedicou seu próprio esforço para realizar ações simples e repetitivas, nos dias atuais, com o massivo crescimento da tecnologia, é possível dar um comando para uma máquina e a deixar repetindo o mesmo processo por horas, dias e até meses. O processo de plantio exige monitoramento e cuidados constantes, demanda esforço e o tempo de quem o faz. Dessa forma, é coerente pensar em maneiras de automatizar processos simples, mas que são de extrema importância para a saúde das plantas cultivadas.

Este trabalho consiste em desenvolver um sistema de monitoramento ligado a uma hortaliça usando o módulo ESP8266 para atuar juntamente com os sensores DHT11 (sensor de temperatura e umidade do ar), FC28 (sensor de umidade do solo) e LDR (sensor de luz), controlar o acionamento de uma mini bomba d’água de 12 V, um mini ventilador de 12V e uma lâmpada de 60 W. Para fazer o controle dos atuadores usando o ESP8266 são utilizados relés de dois canais.

1.1 Objetivos

1.1.1. Geral

- Desenvolver um sistema de monitoramento do cultivo de uma planta usando o módulo NODEMCU V3 ESP8266.

1.1.2. Específicos

- Realizar a captura da temperatura do ar, umidade do solo e do ar e luminosidade.
- Controlar o acionamento de Mini bomba d'água de 12 V, mini ventilador de 12V e uma lâmpada de 60 W.

1.2. Justificativas

O desenvolvimento de um sistema de automação do monitoramento de plantas, é de grande utilidade, pois além da facilidade de utilização e acesso a essa tecnologia, possibilita também o desenvolvimento de um sistema preciso e de baixo custo viabilizando quem quer ter hortas domésticas porém, não tem muito tempo para cuidar dela, ou até mesmo quem deseja manter as suas plantas dentro de casa e ter a oportunidade de usufruir dos benefícios do sistema.

Atualmente as pessoas passam a maior parte do seu dia fora de suas casas, além de, eventualmente, deixarem suas casas por longos períodos devido a eventos esporádicos, como viagens e férias. Por esse motivo, muitas plantas caseiras acabam sofrendo os efeitos da falta de água e acabam morrendo em algumas circunstâncias [3]. Desta forma, o presente trabalho procura fornecer uma alternativa por meio do uso das tecnologias dos microcontroladores.

1.3 Organização do Trabalho

Este trabalho está estruturado nas seguintes partes

- Capítulo 1 – INTRODUÇÃO: esboça uma visão geral sobre o trabalho desenvolvido, os objetivos e justificativas do trabalho
- Capítulo 2 – REVISÃO DA LITERATURA: apresenta uma revisão da literatura onde são desenvolvidas as bases teóricas para a projeto do sistema.
- Capítulo 3 – METODOLOGIA: consiste da apresentação dos materiais e métodos que foram utilizados para a construção de cada parte do sistema projetado.
- Capítulo 4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES: aborda a montagem do hardware, do software, das sementes, do adubo, sobre os testes realizados com o protótipo e o resultado dos testes.
- Capítulo 5 – CONCLUSÃO: consiste da apresentação das conclusões e os objetivos almejados para trabalhas futuros.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Para o desenvolvimento do Trabalho foi feito o estudo do funcionamento de diversos componentes eletrônicos relacionados a automação, dentro desses componentes temos sensores, atuadores e um microcontrolador. Para que a integração dos componentes pudesse ser controlada, também foram feitos estudos de como é feita a programação de um microcontrolador e, mais especificamente, como ele pode ser usado em um sistema de irrigação.

O trabalho de conclusão de curso de Luan Diego Pantoja Pereira [4], foi o principal alvo de estudo para o desenvolvimento deste trabalho, mas além dele teve outros trabalhos de conclusão de curso que ajudaram no desenvolvimento deste trabalho, como o de Dárlison Souza de Alencar [5], de Richard Spieweck Adolphs [6] entre outros que serão apresentados a seguir.

2.1 Tipos de irrigação

Existem diversos tipos de sistemas de irrigação, por exemplo, irrigação por gotejamento, aspersão, subirrigação, sulco e micro aspersão. Segundo Coelho [7] “a seleção do sistema depende de diversas condições como a quantidade de recursos hídricos disponível, custo de implantação do sistema, tipo do solo e da planta”. Nesta seção são apresentados alguns tipos de irrigação, bem como suas características.

2.1.1. Irrigação por aspersão

A aspersão é um método que possibilita o bom controle da lâmina de água aplicada. De modo geral, a eficiência do método é ao redor de 70%, podendo alcançar 90% em alguns sistemas ou até 50% em condições severas de clima, na Figura 2 é mostrado como funciona esse modelo de irrigação. O vento, a umidade relativa do ar e a temperatura são os principais fatores climáticos que afetam o uso da irrigação por aspersão. O vento afeta a uniformidade de distribuição dos aspersores e, juntamente com a temperatura e a umidade relativa do ar, afetam a perda de água por evaporação. [10]

A irrigação por aspersão é um dos métodos mais utilizados em todo o mundo, devido, principalmente, à sua adequação aos mais diversos tipos de terreno e situação. Uma das grandes vantagens desse método é sua versatilidade, graças à possibilidade de mudar os equipamentos integral ou parcialmente de lugar. [11]

Figura 1: Irrigação por aspersão. Fonte: [12]



2.1.2. Irrigação por subirrigação

Na subirrigação, a umidade atinge as raízes das plantas por meio da ascensão capilar como mostrado na Figura 3. Em várzeas, o lençol freático deve ser mantido a uma profundidade tal que permita obter a melhor combinação entre água e ar na zona radicular. O manejo da água de irrigação e/ou a drenagem reveste-se de fundamental importância, uma vez que a planta é extremamente sensível aos excessos de água e, da mesma forma, à toxidez de alguns elementos químicos comuns nesses solos. [13]

As principais vantagens decorrentes da adoção da subirrigação são: pode ser empregada em solos com elevada taxa de infiltração ou reduzida capacidade de retenção de água; a exigência de mão de obra é inexpressiva; requer menor quantidade de água e energia que outros métodos de irrigação. As principais desvantagens são: requerimento de topografia e da presença de lençol freático a uma pequena profundidade do solo; requerimento de solos e água sem riscos de salinização. [14]

Figura 2: Irrigação por subirrigação. **Fonte:** [15]



2.1.3. Irrigação por sulco

A irrigação por sulcos consiste na aplicação da água através de sulcos situados ao lado das linhas de plantio, durante o tempo necessário para que se infiltre, umedecendo o perfil do solo como na Figura 4. [16]

Figura 3: Irrigação por sulco. **Fonte:** [18]



A irrigação por sulcos tem sido usada na cultura do feijoeiro, tanto em terras altas como em várzeas sistematizadas e drenadas. Este sistema de irrigação apresenta as seguintes vantagens: seu custo de implantação geralmente é menos que o dos demais métodos de

irrigação; pode ser empregado em várias culturas e solos; o vento pouco interfere na sua operação; há poucas interferências nos tratos fitossanitários; podem ser utilizadas águas com quantidades apreciáveis de sólidos em suspensão ou poluídas; eventuais interrupções operacionais podem ser superadas com maior flexibilidade; sua operação pode ser automatizada. E esse sistema de irrigação tem as seguintes limitações: geralmente requer a sistematização do terreno devido à acentuada dependência das condições topográficas; não é adequado para solos excessivamente permeáveis, pouco profundos; é necessário teste de campo para o seu dimensionamento; a variabilidade espacial de parâmetros de dimensionamento, especialmente da água no solo, afeta a sua adequada operação; necessita de reavaliações frequentes para correções no dimensionamento e na operação; não pode ser deslocado para outras áreas; devem ser adotadas medidas de controle de erosão.[17]

2.1.4. Irrigação por micro aspersão

A irrigação por micro aspersão caracteriza-se pela aplicação da água e de produtos químicos, em uma fração do volume de solo explorado pelas raízes das plantas, de forma circular ou em faixa contínua como apresentado na Figura 5. Nesse sistema de irrigação, as dimensões do bulbo molhado dependem, quase que exclusivamente, do alcance e da intensidade de aplicação ao longo do raio do emissor e do volume de água aplicado por irrigação. [19]

Figura 4: Irrigação por micro aspersão. **Fonte:** [20]



Em geral, a irrigação localizada por microaspersão requer filtragem menos rigorosa que aquela necessária ao gotejamento, visto que o emissor utilizado é o microaspersor, que apresenta maiores orifícios para a passagem da água. [20]

2.1.5. Irrigação por gotejamento

A irrigação por gotejamento é um sistema simples, que não exige conhecimento e habilidades além das de um pequeno agricultor. Sua construção consiste em uma tubulação que percorre a base de todas as plantas com pequenos furos que realizam a distribuição da água pela cultura. [3]

Enquanto os métodos de irrigação por superfície baseiam-se na irrigação de toda a superfície do campo ocasionando o desperdício de água e a irrigação por aspersão deixa as plantas úmidas e acarreta escoamento dos micronutrientes, a irrigação por gotejamento é mais bem controlada. [8]

Visando maior economia de água e redução do custo de irrigação, por unidade de área, foi desenvolvido o método de irrigação por gotejamento. A água é vagorosamente fornecida a uma área específica, próxima às raízes da planta, por uma rede de gotejadores e possui uma eficiência na ordem de 90% de aproveitamento da água lançada ao solo veja o exemplo na Figura 1. [8]

Figura 5: Irrigação por gotejamento. **Fonte:** [9]



Neste trabalho foi utilizada a irrigação por gotejamento devido sua fácil instalação e sua economia de água.

2.2 Tipos de sensores

Os sensores podem ser classificados de acordo a saída do sinal, sendo eles, sensores discretos que possuem um sinal quantificado que indica a existência ou não de um evento podendo assim assumir os valores zero ou um e até uma combinação destes, e sensores analógicos que tem como saída um sinal cuja informação pode assumir qualquer valor dentro de uma determinada faixa. [21]

2.2.1. Sensores digitais ou discretos

Os sensores discretos são utilizados para monitorar a ocorrência ou não de um determinado evento. Apresentam em sua saída dois estados distintos como ligado (*on*) ou desligado (*off*) e até mesmo a presença ou ausência de determinada grandeza elétrica. Podem ser dispositivos eletromecânicos simples e de baixo custo como *microswitchs* e interruptores fim de curso. Ou eletrônicos como os sensores de proximidade indutivos e capacitivos. [21]

Entre os sensores discretos existem duas grandes classes: os sensores de contato mecânico e os sensores de proximidade apresentado na Figura 6, os de proximidade são divididos em: indutivo, fotoelétrico, capacitivo, ultrassônico e magnético.

Figura 6: Sensor indutivo de proximidade. **Fonte:** [22]



3 METODOLOGIA

Tendo em vista a situação atual do mundo, onde as pessoas estão sempre ocupadas buscando recursos para o próprio sustento, o presente trabalho tem grande relevância para quem deseja cultivar suas plantas e, por conta do agito da vida, não pode passar muito tempo em casa (ou local que as plantas tenham sido semeadas) ou, então, simplesmente quer usufruir de uma nova tecnologia.

A seguir, são apresentados os componentes utilizados para o desenvolvimento do Trabalho.

3.1 Definição de Componentes

Esta seção aborda o processo de escolha dos componentes eletrônicos do sistema, focando nos sensores e nos atuadores utilizados.

3.1.1 Nodemcu V3 Esp8266

O microcontrolador é considerado o cérebro do sistema, ele é responsável por fazer a ligação entre os sensores e os atuadores, o microcontrolador escolhido, como mostrado anteriormente, é o Nodemcu V3 Esp8266. O Nodemcu V3 Esp8266 apresentado na Figura 8 é uma placa de desenvolvimento baseada no módulo ESP-12E WiFi, que é um componente eletrônico altamente tecnológico desenvolvido especialmente para conectar projetos robóticos ou de automação residencial à Rede Mundial de Computadores (Internet), com maior facilidade e baixo custo [26].

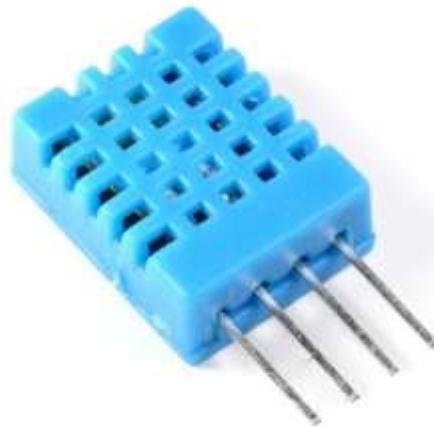
Figura 8: Nodemcu V3 Esp8266. **Fonte:** [26]



3.1.2 Sensor DHT11

O DHT11 é um sensor de umidade e temperatura usado para medir temperaturas na faixa de 0 a 50°C e umidade na faixa de 20% a 90%, ele tem uma precisão de 2°C para a temperatura e de 5% para a umidade, sua faixa de tensão de alimentação é de 3V a 5V. Este sensor utiliza um termistor para medir a temperatura e um sensor capacitivo para medir a umidade do ambiente, o circuito interno faz a leitura dos sensores e se comunica a um microcontrolador através de um sinal serial de uma via [27], veja na Figura 9 como é um DHT11.

Figura 9: Sensor DHT11. Fonte: [27]



3.1.3 Sensor LDR

LDR (Light Dependent Resistor), em português: resistor dependente de luz. O LDR é capaz de mudar sua resistência dependendo da quantidade de luz que esteja sobre ele, o LDR é um componente eletrônico passivo que possui dois terminais e não tem uma polaridade definida. O LDR funciona da seguinte forma: quando as partículas de luz incidem sobre a superfície do sensor, os elétrons que estão no material semicondutor são liberados, dessa forma a condutividade do LDR aumenta e a sua resistência diminui. Em um estado normal o LDR possui uma resistência alta, por isso quanto mais partículas de luz sobre ele, menor será sua resistência, ou seja, ao escurecer sua resistência é máxima e se tiver muita luz sua resistência será mínima [28], veja na Figura 10 o LDR.

Figura 10: Sensor LDR. **Fonte:** [28]

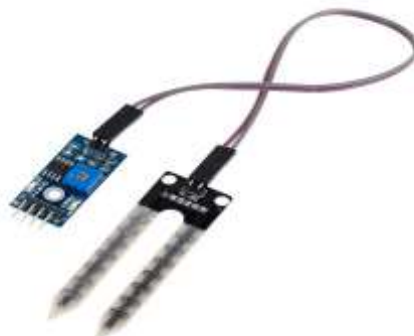


3.1.4 Sensor de Umidade do Solo FC28

O sensor de umidade do solo FC28 mostrado na Figura 11 consiste em duas sondas que são usadas para medir o conteúdo volumétrico da água presente no solo. As duas sondas permitem que a corrente passe pelo solo e, em seguida, obtenha o valor da resistência para medir o valor da umidade. Quando houver mais água, o solo conduzirá mais eletricidade, o que significa que haverá menos resistência, portanto, o nível de umidade será maior. O solo seco não conduz a eletricidade, portanto, quando houver menos água, o solo conduzirá menos eletricidade, o que significa que haverá mais resistência. Portanto, o nível de umidade será menor. [29]

Este sensor pode ser conectado em dois modos; Modo analógico e modo digital, sua tensão de funcionamento é entre 3.3 a 5V. O limite entre seco e úmido pode ser ajustado através do potenciômetro presente no sensor que regulará a saída. [29]

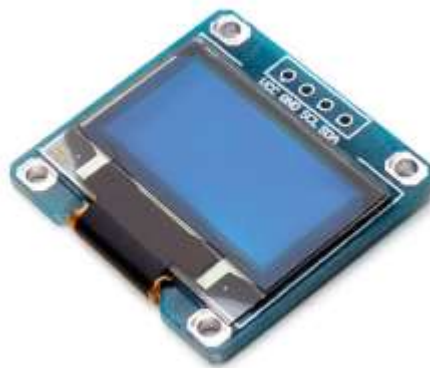
Figura 11: Sensor de umidade do solo FC28. **Fonte:** [30]



3.1.5 Modulo Display Oled

O Display Oled é uma pequena tela de grande funcionalidade, possuindo bons níveis de nitidez devido aos altos contrastes exibidos nas mensagens reproduzidas na tela. Por já estar integrado em um módulo o Display Oled é ideal para aplicação em projetos de prototipagem baseados em microcontroladores, entre eles, o Nodemcu V3 Esp8266, possuindo pinagem fixa para alimentação e entrada de dados, ele se destaca também pela sua boa resolução de 128x64 pixels, podendo assim realizar a projeção de textos e imagens das mais diversificadas, além de apresentar efeitos de transição e animação. Cada um dos 128x64 pixels são controlados individualmente via I2C pelo chip controlador SSD1306. O display OLED tem luz própria, logo não há necessidade de backlight, o que intensifica seu contraste e economiza muita energia. Para facilitar a sua vida uma barra de 4 pinos já vem soldada e você pode conectar diretamente ao seu protoboard. Veja na Figura 12 o display Oled. [31]

Figura 12: Modulo Display Oled. **Fonte:** [31]



3.1.6 Módulo relé

O modulo relé mostrado na Figura 13 utilizado possui dois canais, que é o mais adequado para projetos com Arduino e outros controladores. Este módulo é capaz de acionar cargas de até 220V AC, como lâmpadas, equipamentos eletrônicos, motores, ou fazer um isolamento entre um circuito e outro. O módulo é equipado com transistores, conectores, leds,

diodos e relés de alta qualidade. Cada canal possui um LED para indicar o estado da saída do relé.[32]

Este módulo recebe uma tensão de entrada de 5 V e permite emular tensões de saída de até 30 V para corrente contínua ou até 220 V para corrente alternada, ambos com 10 amperes de corrente, possibilitando desde o acionamento de dispositivos menores como a um mini bomba d'água de 12 V, até mesmo aparelhos que operam na tensão padrão de uma rede elétrica doméstica. [10]

Figura 13: Modulo relé. **Fonte:** [32]



3.1.7 Protoboard

As protoboards talvez sejam umas das ferramentas mais importantes para quem esteja trabalhando com eletrônica e montagem de circuitos, pois com ela é possível montar dezenas de circuitos sem a necessidade de soldar qualquer componente. Antes de começarmos a montar os circuitos em nossas protoboards, precisamos conhecer as áreas disponíveis na protoboard e entender como elas funcionam. Na figura 14 temos as três áreas disponíveis nas protoboards, a área para montagem de CIs (parte central da protoboard), a área para distribuição da alimentação elétrica (duas linhas superiores e inferiores) e a área para montagem dos componentes (colunas). As linhas azuis representam as ligações internas da protoboard, ou seja, internamente elas já estão interligadas. [33]

A protoboard serve como um instrumento de teste: antes de soldar na placa, você testa no protótipo, e, se tudo der certo, parte para o Trabalho final, no mercado, existem diferentes

tipos dessa ferramenta, em cores, marcas, modelos e tamanhos diferentes – mas todos seguem o mesmo propósito. Com o protoboard, é possível montar o circuito, testá-lo e, depois, desmontá-lo, veja na Figura 15 um exemplo de um protoboard real.

Figura 14: Ligações internas da protoboard. **Fonte:** [33]

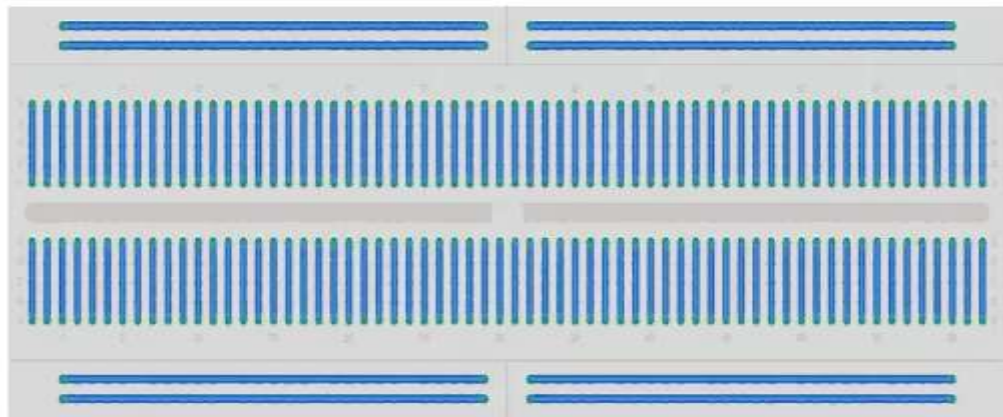
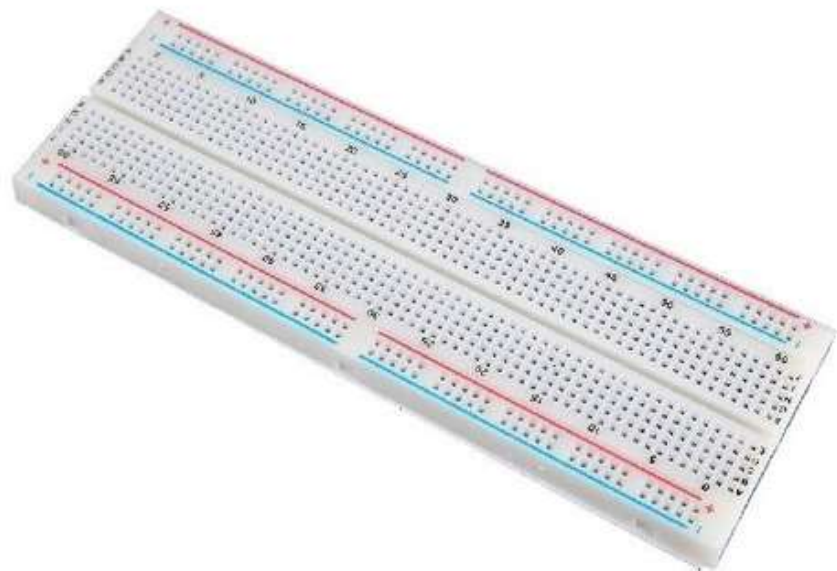


Figura 15: Protoboard. **Fonte:** [34]



3.1.8 Lâmpada 60W

Para controle de crescimento da planta foi adicionado ao Trabalho uma lâmpada de 60 W especial apresentada na Figura 16, que tem como objetivo nutrir as mudas quando

houver falta de luz solar. Tendo em vista que a luz pode influenciar essencialmente em todos os aspectos do crescimento e floração das plantas. A lâmpada é utilizada com bastante frequência em estufas onde a iluminação é mais controlada.

Figura 16: lâmpada 60W. **Fonte:** [35]



3.1.9 Ventilador Cooler

O ventilador cooler mostrado abaixo tem função principal de resfriar o processador do computador, mas para esse Trabalho, teve sua função alterada. O cooler foi utilizado para manter a temperatura da planta em 29°C.

Figura 17: Ventilador cooler. **Fonte:** [36].



3.1.10 Mini bomba de água

A mini bomba de água apresentada na Figura 18 pode ser utilizada em diversos projetos que necessitam de uma função de bombeamento de água, com tensão de operação nominal de 12V ela é capaz de bombear de 1,5 a 2 litros por minuto. É importante destacar que a Mini Bomba não pode ser submersa na água, não deve absorver impurezas sob o risco de danificar os componentes, além do que não deve ser acionada sem a utilização de água no sistema. Ela também consegue aspirar com uma elevação máxima de 2m e tem aproximadamente 100g. [37]

Figura 18: Mini Bomba de Água. **Fonte:** [37]



A seguir será mostrada uma tabela com os componentes mostrados anteriormente e seus respectivos preços.

Tabela 1: Lista de preços

Lista de preços*	
Nome	Preço
Nodemcu V3 Esp8266	R\$32,90
Sensor DHT11	R\$19,90
Sensor LDR	R\$2,00
Sensor de umidade do solo FC28	R\$18,82
Modulo Display Oled	R\$36,90
Modulo relé	R\$29,99
Protoboard	R\$17,90
Lâmpada 60W	R\$32,31
Ventilador cooler	R\$18,39
Mini Bomba de Água	R\$39,98
Total	R\$249,09

*Os preços foram obtidos em agosto de 2022

3.2 Definições de aplicativo de monitoramento

Esta seção aborda sobre o que é o aplicativo “*Blynk*”, utilizado para o cultivo automatizado da planta, sobre seu funcionamento, e quais requisitos para utiliza-lo.

3.2.1 O que é o *Blynk*

O *Blynk* foi desenvolvido para ser utilizado em projetos Iot (*Internet of Things* ou Internet das coisas, em português), que é um termo utilizado para descrever a forma como objetos do mundo real permanecem conectados em rede e podem ser acessados através da internet. [38]

A principal característica do *Blynk* é permitir que a comunicação com uma plataforma microcontrolada / embarcada possa ser realizada sabendo o mínimo de programação e até mesmo sem criar uma linha de código. Ele permite que plataformas sejam controladas remotamente, de forma que dados de sensores e módulos possam ser obtidos e exibidos no aplicativo que fica instalado no dispositivo móvel. Permite também que cargas sejam acionadas, além de muitas outras funcionalidades que a ferramenta disponibiliza. [38]

O *Blynk* é parcialmente open source: o servidor e bibliotecas possuem código aberto, enquanto o aplicativo mobile é de código fechado, porém o download desse aplicativo é gratuito nas plataformas de aplicativos. Existem vários aplicativos semelhantes ao *Blynk* como o Amazon S3, freeboard, contudo, os principais motivos para a utilização do *Blynk* são suas interfaces intuitivas, a quantidade de funcionalidades que o mesmo possui, o envio de notificações através de e-mails, tweets e também a manipulação de pinos podendo ser feita de forma direta sem nenhuma escrita de código na plataforma.

3.2.2 Funcionamento *Blynk*

O *Blynk* pode ser dividido em 3 partes principais o “*Blynk app*”, o “*Blynk Server*” e o “*Blynk Libraries*”, veja abaixo e na Figura 19 como eles se interligam.

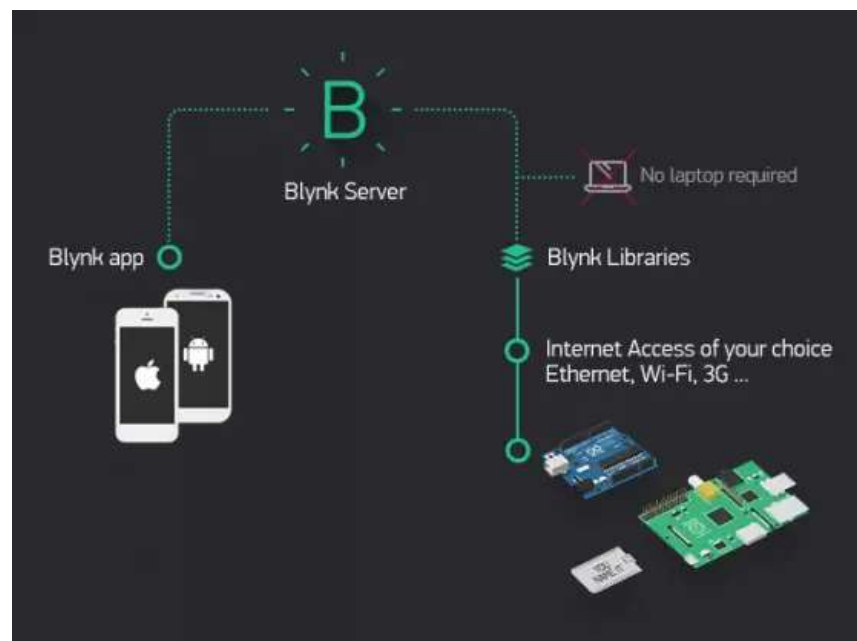
O *Blynk app* é um aplicativo disponível para Android e iOS que permite ao usuário criar aplicações que interagem com a parte de hardware do projeto. Através de um espaço próprio para cada projeto, o usuário pode inserir *widgets* que implementam funções de

controle como botões, notificação e leitura de dados do *hardware* (exibindo em displays, gráficos e mapas). [39]

O *Blynk server* é responsável por toda comunicação entre o aplicativo e o hardware do usuário que se dá através da *cloud Blynk*. O servidor é responsável por transmitir os dados ao hardware, armazenar estados do aplicativo e do hardware, e também armazenar dados de sensores lidos pelo hardware mesmo se o aplicativo estiver fechado. [39]

O *Blynk Libraries* é responsável por gerir toda a conexão do hardware com o servidor *Blynk*, além de fazer a gestão das requisições de entrada e saída de dados e de comandos. Juntando todas essas partes podemos conectar o *Blynk* a um microcontrolador para acionar lâmpadas, motores entre outras coisas, além de poder capturar dados de sensores adicionados a esse mesmo microcontrolador.[39]

Figura 19: Organização do *Blynk*: *Blynk App*, *Server* e *Libraries*. **Fonte:** [39]



3.2.3 Requisitos para utilizar o *Blynk*

Para utilizar o *Blynk* são necessários alguns componentes de hardware e de software que são mostrados a seguir.

- **Plataforma (hardware):** Arduino, ESP8266, NodeMCU, ESP32, Raspberry Pi ou alguma plataforma que figure na lista [40] de dispositivos suportados.
- **Acesso à internet:** O *Blynk* funciona através da internet, logo, a plataforma que você escolher deverá ser capaz de se conectar à internet.
- **Smartphone:** o aplicativo *Blynk* possui uma interface bem intuitiva e o mesmo funciona em dispositivos móveis Android ou iOS.
- **Conta de usuário:** após a instalação do aplicativo no dispositivo móvel é necessário a criação de uma conta de usuário para poder utilizar a ferramenta.
- **Biblioteca *Blynk*:** para uso do *Blynk* será necessário efetuar a instalação de um pacote de bibliotecas.[38]

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta seção aborda sobre a realização da montagem do hardware, o desenvolvimento do software, a escolha das sementes e terra e a preparação do adubo. A seção mostra também que escolha adequada de cada um desses componentes possibilitou um melhor resultado deste trabalho. Testes e análises com o protótipo desenvolvido também serão apresentados na seção.

4.1 Terra, Sementes e adubo

A terra utilizada foi comprada na feira municipal de Tucuruí, o adubo utilizado foi o estrume de galinha e as sementes usadas foram de couve manteiga da Geórgia (*Brassica oleracea*). Para que fosse possível obter resultados que comprovem a eficácia do Trabalho, foram colocadas várias sementes em dois vasos: um vaso recebeu irrigação de forma manual, sendo irrigado sempre no horário das 8 e 18 horas uma vez a cada dois dias, baseado no regime das chuvas da região [41] e o outro vaso recebeu irrigação de forma automática, por meio do protótipo apresentado neste trabalho. Quando as sementes já estavam germinadas, foram deixadas apenas uma muda em cada vaso para não haver competição entre elas.

4.2 Software

Para o desenvolvimento da plataforma de monitoramento foi necessário o entendimento do aplicativo *Blynk* (como mostrado na seção 3.2), este teve papel fundamental no monitoramento e desenvolvimento das plantas.

Para tanto, foi feito o estudo da plataforma Arduino IDE [42] e com esta a programação do NODEMCU V3 ESP8266. A partir dessa integração foi possível realizar o funcionamento sincronizado da plataforma *Blynk* com os sensores e os atuadores.

4.2.1 Configurando o *Blynk*

Para configurar o *Blynk* é necessário ter um cadastro de acesso, que pode ser feita através de um e-mail válido no próprio aplicativo. Depois de fazer o cadastro basta escolher a placa controladora e o tipo de conexão como apresentado na Figura 20.

Figura 20: Interface do *Blynk* com o tipo de placa e conexão selecionado. **Fonte:** autor



Após essa etapa, foram escolhidas as seguintes *widgets*: notificação (*Notification*), Email, LCD e medidor (*Gauge*) todos apresentados na Figura 21, também na figura 21 é mostrado como programar os *widgets* basta selecionar o “i” (ao lado direito do ícone). A figura 22 mostra como as *widgets* ficaram posicionadas e também como ficou a interface final do *Blynk*. As ferramentas precisam ser programadas usando o NODEMCU como parâmetro, para que seja possível selecionar as portas dos sensores e atuadores conectados.

Figura 21: Widgets *Blynk*. **Fonte:** autor

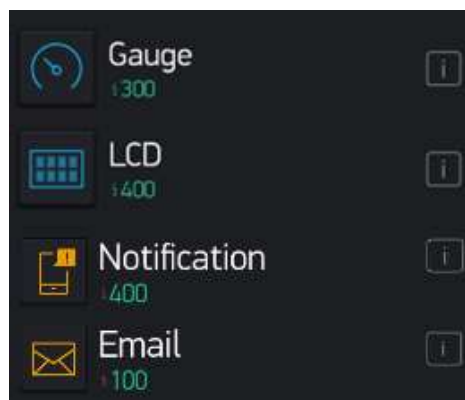


Figura 22: Interface *Blynk*. **Fonte:** autor

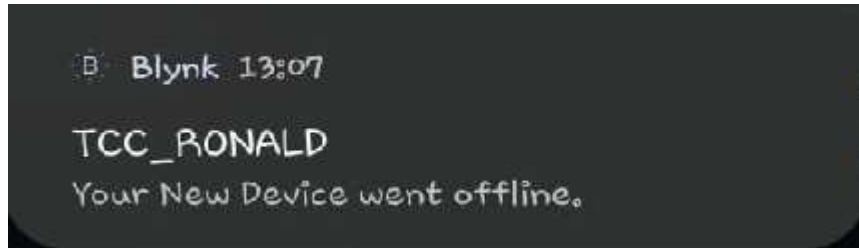


Como apresentado acima foram adicionados *widgets* para monitorar a planta e também para avisar com notificações, caso houvesse algum problema com o protótipo, a *widget* “*email*” auxiliar na notificação pelo e-mail caso algum sensor apresente defeito conforme a Figura 23 (A) e a *widget* “*notification*” avisa pelo app se o protótipo for desligado como mostrado na Figura 23 (B).

Figura 23 (A): Notificações *Blynk* pelo Email. **Fonte:** autor

<input type="checkbox"/>	☆	Blynk	TCC_RONALD: SENSOR LDR com defeito - Se
<input type="checkbox"/>	☆	Blynk	TCC_RONALD: SENSOR FC28 com defeito - S
<input type="checkbox"/>	☆	Blynk	TCC_RONALD: SENSOR DHT11 com defeito -

Figura 23 (B): Notificações *Blynk* pelo APP. **Fonte:** autor



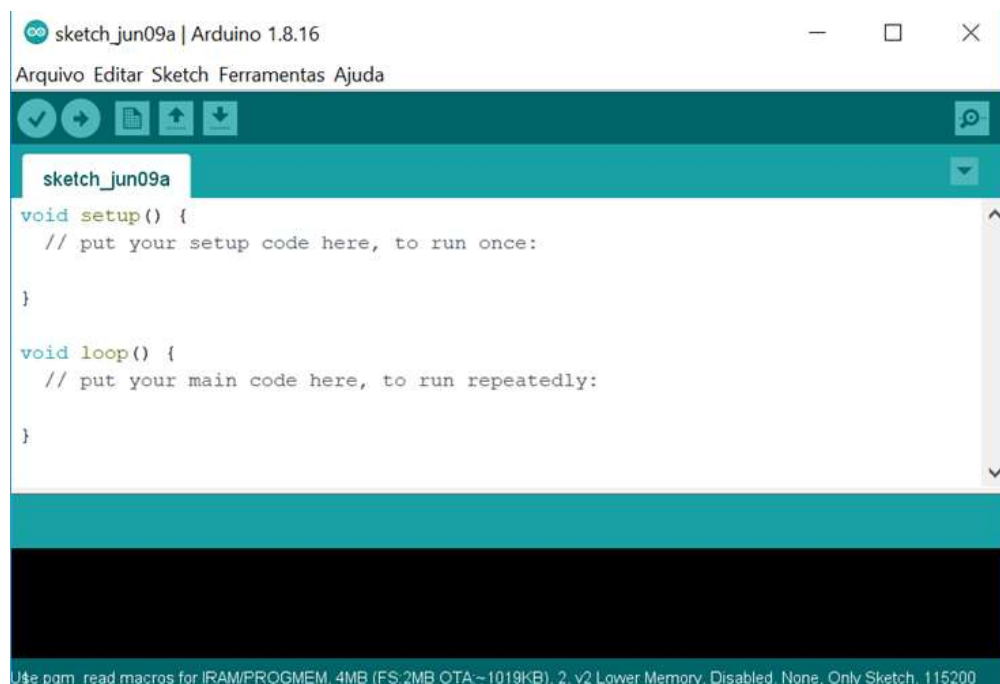
4.2.2 Arduino IDE

O Ambiente de desenvolvimento Integrado (IDE) do Arduino foi escrito em Java. Ele é o espaço onde a programação da placa é realizada, utilizando a linguagem C++.

O IDE do Arduino é composto das seguintes partes: um editor de texto para a escrita de código, uma área de mensagens, um console de texto, uma barra de ferramentas com botões para variadas funções e uma série de menus. O Arduino IDE conectado aos seus hardwares permite realizar o *upload* de programas e a comunicação entre os mesmos. [43]

O código fonte dos programas escritos usando Arduino IDE é chamado *sketches*. Esses *sketches* são escritos no editor de texto, e são salvos com a extensão de “arquivo.ino”. [43] Veja na figura abaixo o Arduino IDE quando executado.

Figura 24: Tela inicial Arduino IDE. **Fonte:** autor

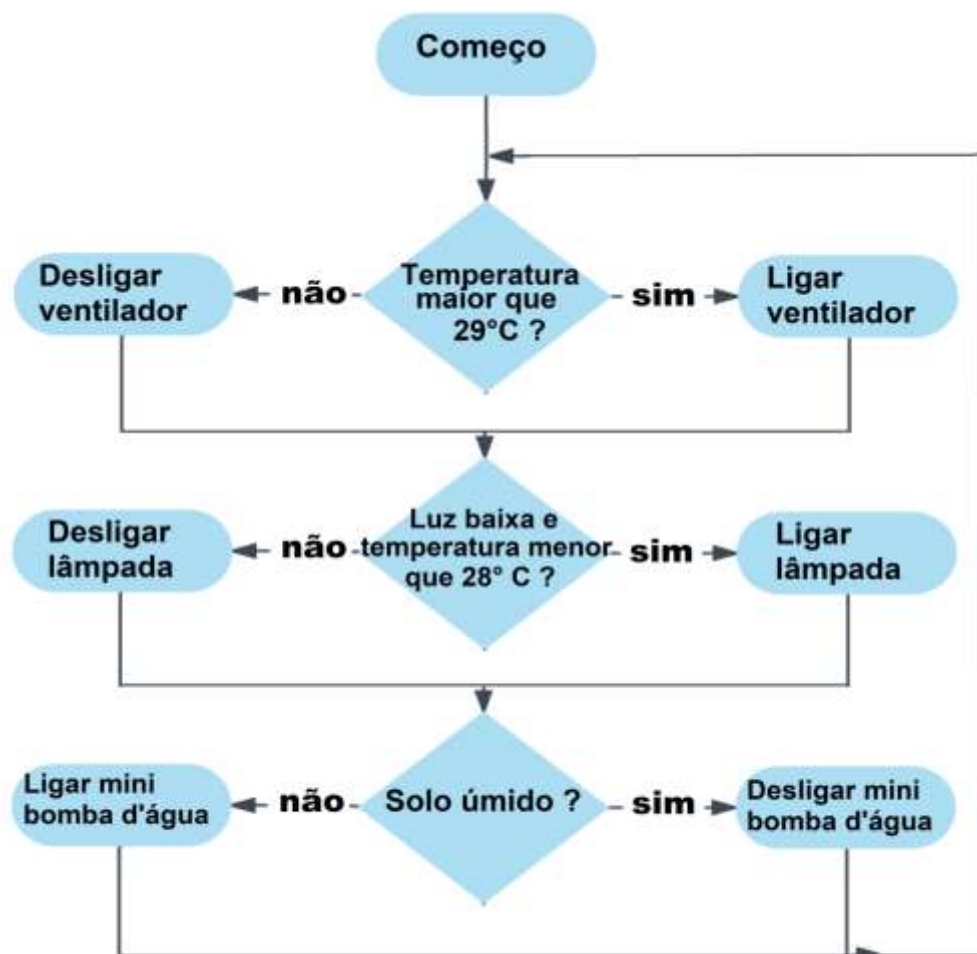


Para baixar o Arduino IDE é preciso entrar no site oficial da plataforma [42] e escolher o sistema operacional, ele está disponível para Windows, Linux e Mac OS X. para saber como configurar o Arduino IDE para o “NodeMCU V3 ESP8266” veja o Apêndice B.

4.2.3 Funcionamento do código

No apêndice A deste documento é apresentado a programação de desenvolvimento do trabalho. Já o funcionamento deste código é elucidado conforme o fluxograma da Figura 25.

Figura 25: Fluxograma. Fonte: autor



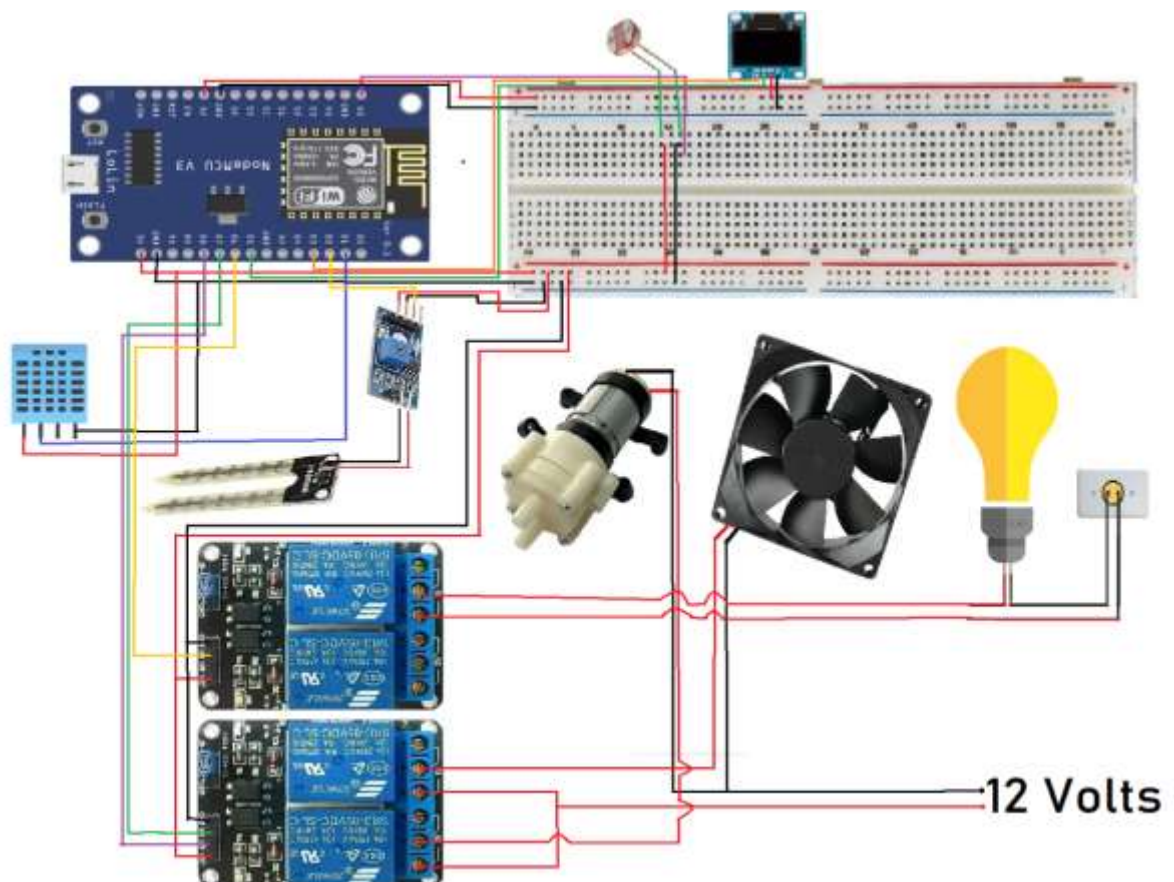
O código fica em constante modo de verificação dos sensores, na primeira etapa desta verificação ele avalia a temperatura da estufa (por meio do o sensor DHT11) caso a

temperatura esteja acima de 29°C é acionado o mini ventilador, caso contrário, ele o desliga. Na sequência o algoritmo verifica duas condições: a luminosidade (medida como baixa e alta a partir de testes usando o sensor LDR) e a temperatura ambiente, caso a luminosidade esteja baixa e a temperatura seja menor que 28°C (foi escolhido essa temperatura pois com ela a hortaliça ficará na temperatura ideal para ser cultivada), a lâmpada é acionada caso contrário será desligada. Na última etapa é verificado o solo (por meio do sensor FC28) se ele estiver úmido a mini bomba d'água é desligada, caso contrário, a mesma é ligada. Em cada *loop* está sendo verificado o *status* dos componentes deste trabalho (sensores DHT11, LDR e FC28). O módulo *display Oled* auxilia o usuário mostrando em qual etapa de verificação estão, os dados dos sensores e atuadores e se algum dos componentes apresenta falha.

4.3 Hardware

A figura 26 apresenta uma forma simplificada de como os componentes foram conectados no sistema de irrigação automatizada.

Figura 26: Ligações do hardware. **Fonte:** autor



Utilizando a sequência lógica apresentada na figura 26, os componentes do Trabalho foram posicionados da seguinte forma: o LDR e o DHT11 foram colocados próximo ao vaso da planta para obter maior precisão quanto a luminosidade, temperatura e umidade do ar. O sensor de umidade do solo (FC28) foi colocado na mesma terra, bem próximo a planta que está sendo cultivada, para que esta entregue uma boa leitura de umidade do solo, colocou-se a lâmpada acima do vaso para realizar a iluminação artificial da estufa e, por fim, a água ficou armazenada perto da mini bomba d'água para ser usado por ela. Dessa forma, o resultado prático da montagem dos componentes é apresentado nas figuras 27 e 28.

Figura 27: Visão da Estufa pelo lado de fora. **Fonte:** autor



Figura 28: Visão da Estufa pelo lado de dentro. **Fonte:** autor



4.4 Testes realizados

Durante 30 dias foram colocados em testes os dois tipos de cultivo, o manual e o automatizado. Durante esses trinta dias o cultivo tradicional foi regado manualmente e recebia apenas iluminação solar. O cultivo automatizado era regado através da mini bomba d'água no protótipo desenvolvido, possuía controle de temperatura através do mini ventilador implantado, a iluminação durante o dia era a solar, caso não fosse possível obter a luz solar, a iluminação artificial da lâmpada instalada era acionada, todos esses componentes são acionados automaticamente.

Após os 30 dias de testes, ambos os cultivos tiveram bons resultados, porém o cultivo automatizado teve um melhor resultado (veja na figura 29). Para obter uma medição precisa da área foliar da couve (que pode ser definida como a medida da superfície de uma folha), foi necessário passar as dimensões das folhas de ambos os modelos (manual e autônomo) para duas folhas de papel A4 conforme a figura 30, a fim de obtermos Área foliar da planta, assim usando a equação 1 obtém-se a área de cada folha das hortaliças.

$$A = \pi + r * r \quad (\text{equação 1})$$

onde

A- área do círculo,

π - número irracional cujo valor é aproximadamente 3,14,

r – raio do círculo.

Figura 29: Resultado modelo manual (A) e modelo autônomo (B). **Fonte:** autor

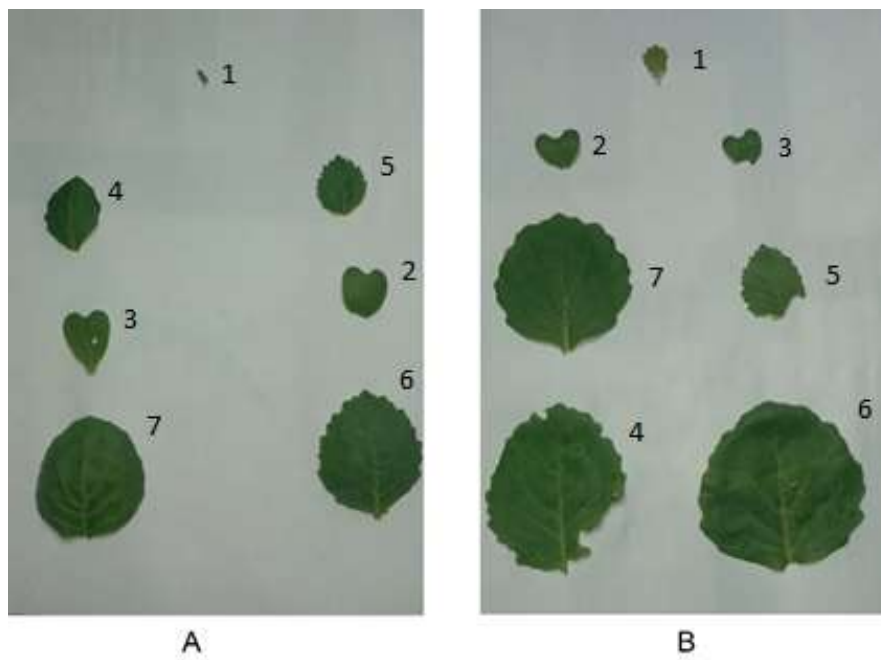
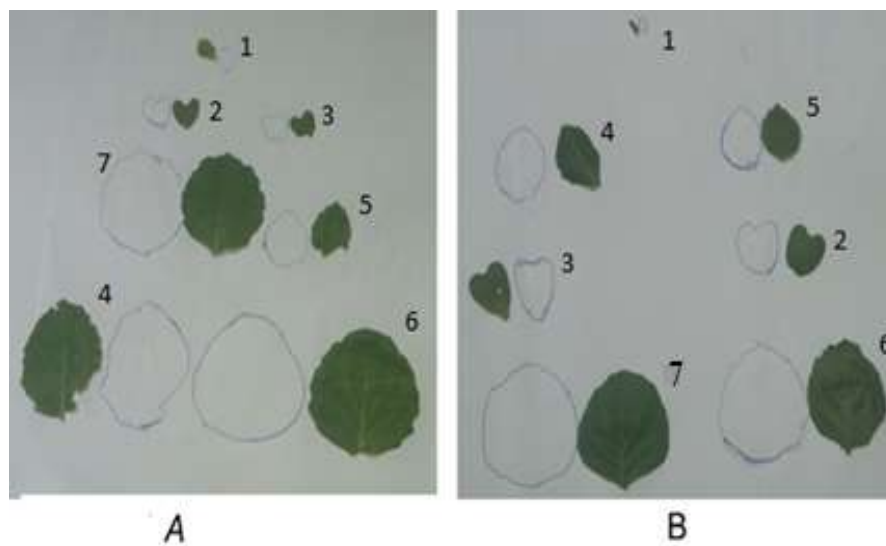
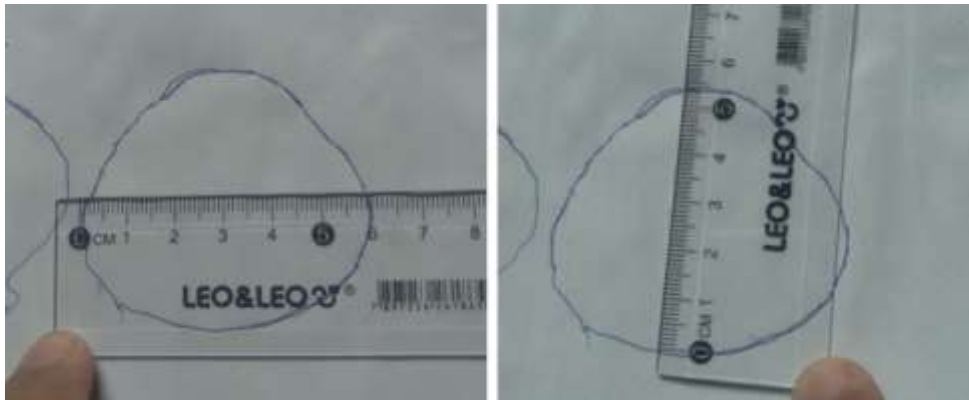


Figura 30: Dimensões modelo manual(B) e modelo autônomo (A). **Fonte:** autor



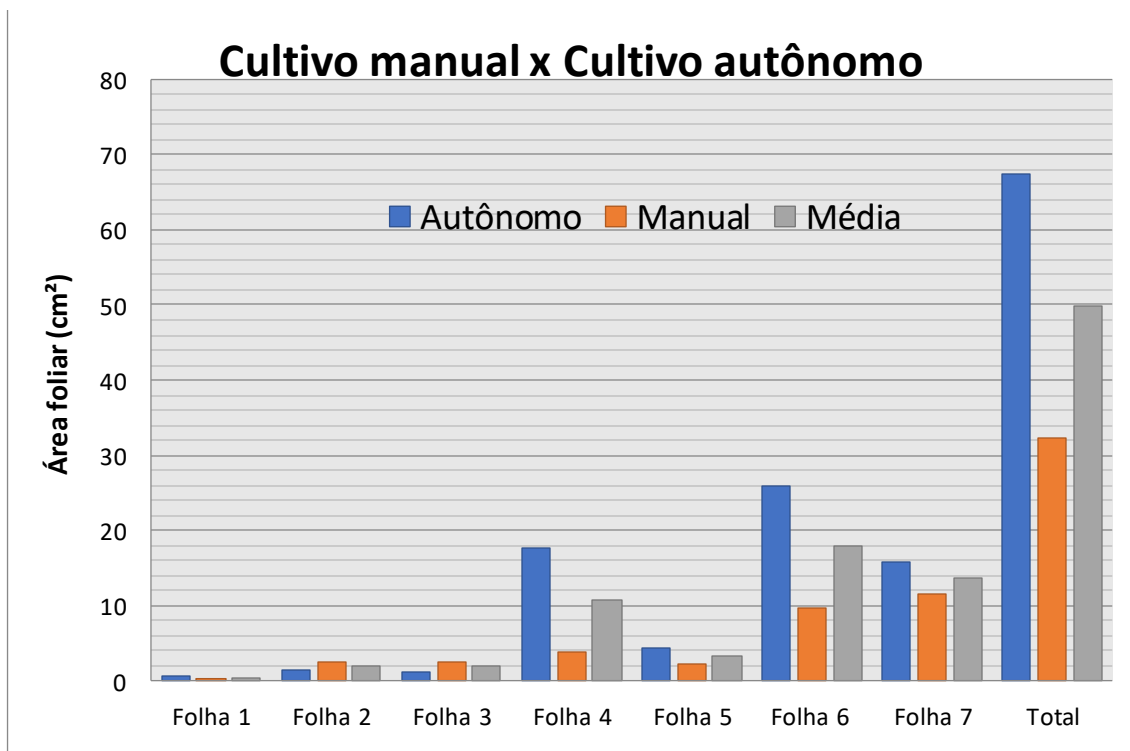
Ao analisar as dimensões das folhas, percebeu-se que se assemelham a um círculo, dessa forma foi pego duas medidas do diâmetro de cada folha uma horizontal e uma vertical tal como mostra a figura 31 e tiramos sua média. Feito isso, dividimos o diâmetro médio por 2 para encontrar o raio aproximado da circunferência que a geometria da folha se assemelha.

Figura 31: Dimensões de uma folha. **Fonte:** autor



Ao analisar a Área Foliar do cultivo autônomo e do modelo manual, obtivemos os resultados apresentados na figura 32, respectivamente. As áreas de cada folha foram obtidas usando a equação 1. O cultivo manual teve uma área foliar total de aproximadamente 32,24 cm² e o cultivo autônomo aproximadamente 67,29 cm².

Figura 32: Cultivo manual x Cultivo autônomo. **Fonte:** autor



Como foi mostrado na figura 32 o modelo autônomo obteve mais que o dobro de área foliar total da couve em relação ao modelo manual. Essa diferença ocorreu em virtude do controle da temperatura ambiente, umidade do solo e da luminosidade feita pelo sistema autônomo, que identifica os momentos adequados das principais necessidades da planta.

5 CONCLUSÃO

Para que o trabalho pudesse ser desenvolvido, foi necessário um maior aprofundamento no conhecimento da área de automação, campo de estudo de enorme abrangência e que possui um grande leque de possibilidade de aplicações, tornando possível fazer o seu uso em projetos mais simples e, também, até nos mais complexos. Dessa forma, se faz necessário adquirir mais conhecimento à medida que a complexidade do projeto a ser desenvolvido aumenta.

Todos os objetivos estabelecidos foram alcançados com êxito. Em relação a montagem dos componentes eletrônicos e o desenvolvimento do software, embora tenha sido trabalhosa, não se mostrou ser complexa em termos práticos, pois no decorrer da graduação várias técnicas de programação e automação foram trabalhadas e estas auxiliaram de forma decisiva no desenvolvimento deste trabalho.

Além de aprofundar o conhecimento na área de programação e automação, também foi necessário o estudo sobre o cultivo de hortaliças. A partir desses estudos, foi possível adaptar pequenos ajustes que auxiliaram na obtenção de melhores resultados na cultura das plantas, entre os principais aprendizados destacam-se:

- A respeito da irrigação, foi escolhido o modo de irrigação por gotejamento pelo custo benefício e facilidade de implementação.
- A respeito da montagem para o cultivo da hortaliça. A princípio, estavam sendo feitos testes sem estufa e foi observado que, dessa forma, poderia haver resultados imprecisos. Posteriormente, adicionou-se a estufa na estrutura do cultivo e constatou-se que ela garantia uma melhor igualdade de condições ambientais a ambos os modelos de plantio (com e sem monitoramento).
- Com relação ao manejo das sementes foi necessário avaliar a quantidade de água demandada para o processo de irrigação e a profundidade de alocação das sementes sobre o vaso com terra. Essas duas características foram de fundamental importância para a boa germinação das sementes.

Em relação ao monitoramento do sistema, uma importante observação, diz respeito as funções de notificação, para o caso de falhas dos componentes eletrônicos utilizados na

irrigação automatizada. Dessa forma, é possível identificar possíveis falhas que venha ocorrer com o sistema automático de irrigação, como por exemplo excesso ou falta de irrigação.

Por fim, com bases nos objetivos definidos, materiais disponíveis e testes realizados, foi possível desenvolver um sistema capaz de automatizar o processo de cultivo da couve manteiga da Geórgia (*Brassica oleracea*) de maneira eficaz. O sistema desenvolvido neste Trabalho pode ser utilizado em outras hortas domésticas, basta compreender a necessidade da planta que está sendo cultivada, a fim de manter a quantidade de irrigação, luz, adubo e temperatura adequada para cada caso.

Como sugestão de Trabalhos futuros, poderá ser incluído um sensor de PH do solo para analisar o índice de PH do solo e verificar se está adequado para a planta cultivada, além disso, poderá ser adicionado um número maior de mini ventiladores ao protótipo, pois a depender da temperatura ambiente do local de cultivo, apenas um único elemento de ventilação pode não ser capaz de alcançar a temperatura ideal das hortaliças que fica em torno de 25° [44].

REFERÊNCIAS

- [1] CARVALHO, Patrícia G B de. MACHADO, Cristina Maria M. MORETTI, Celso Luiz. FONSECA, Maria Esther de N. **Hortaliças como alimentos funcionais**. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/hb/a/L9XJQSJKrsnCgrKSGYQPHd/?format=pdf&lang=pt>> acessado em: 20 de junho de 2022.
- [2] MOYSES, Arthur. BRAGANÇA, Guilherme Cassão Marques. IMTHON, Nathalia Dias. GUEDES, Abner Gilead; **Projeto de automação de horta doméstica como incentivo ao consumo de orgânicos**. Disponível em: <<http://revista.urcamp.edu.br/index.php/congregaanaismic/article/view/1543>> acessado em: 20 de junho de 2022.
- [3] MEDEIROS, Pedro Henrique Silva. **Sistema de irrigação automatizado para plantas caseiras** — Universidade Federal de Ouro Preto, 2018
- [4] PEREIRA, Luan Diego Pantoja. **Irrigação automatizada utilizando internet das coisas**. Trabalho de Conclusão de curso — Universidade Federal do Pará, 2021.
- [5] ALENCAR, Dárlison Souza de. **Implementação de um protótipo de automação residencial voltado para segurança**. Trabalho de Conclusão de curso — Universidade Federal do Pará, 2019.
- [6] ADOLPHS, Richard Spieweck. **Sistema de irrigação automático supervisionado para hortas**. Trabalho de Conclusão de curso — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2020.
- [7] COELHO, E. F., TEIXEIRA, A. H. C., COSTA, E. L., LIMA, M. B., & BORGES, A. L. **Irrigação**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia40/AG01/arvore/AG01_19_41020068055.html> acessado em: 25 de maio de 2022.
- [8] CARVALHO, Everton Silva; ARAUJO, Luis Antônio O. **Irrigação Inteligente**. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTIFICA INSTITUTO SUSTENTAR, 17. 2010, Valinhos - SP. Anuário de Iniciação científica discente. Valinhos— SP: Anhanguera Educacional Ltda., 2010. p. 323 - 336.

- [9] COFFEEVALORE. **Irrigação por gotejamento para o cultivo do café.** Disponível em: <<https://www.coffeevalore.com.br/irrigacao-por-gotejamento-para-o-cultivo-do-cafe/>>. Acesso em: 30 maio. 2022.
- [10] STONE, Luís Fernando. **Irrigação por aspersão.** Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/feijao/arvore/CONTAG01_37_1311200215102.html>. Acesso em: 25 de maio de 2022.
- [11] SENAR. **Irrigação: Gestão da irrigação por aspersão.** Disponível em: <<https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/252-IRRIGA%C3%87%C3%83O.pdf>>. Acesso em: 25 de maio de 2022.
- [12] IPONIA. **4 Dicas para não errar na irrigação por aspersão em hortaliças.** Disponível em: <<https://iponia.com.br/irrigacao-por-aspersao-em-hortalicas/>>. Acesso em: 25 abr. 2022.
- [13] STONE, Luís Fernando. **Subirrigação.** Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/feijao/arvore/CONTAG01_12_1311200215101.html>. Acessado em: 25 de maio de 2022.
- [14] SILVEIRA, Pedro Marques da. STONE, Luís Fernando. **Subirrigação.** Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/AG01_12_1311200215101.html>. Acessado em: 25 de maio de 2022.
- [15] CHRISTENSEN, Greg. **Sub-Irrigation Planters.** Disponível em: <<http://wrench-works.blogspot.com/2011/05/sub-irrigation-planters.html>>. Acesso em: 25 abr. 2022.
- [16] SENAR. **Irrigação: gestão de sistemas por superfície.** Disponível em: <<https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/253-IRRIGA%C3%87%C3%83O.pdf>>. Acesso em: 25 maio. 2022.
- [17] STONE, Luís Fernando. **Irrigação por sulcos.** Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/feijao/arvore/CONTAG01_34_1311200215102.html>. Acesso em: 25 maio. 2022.
- [18] MAROUELLI, Waldir. **Irrigação por sulcos.** Disponível em: <https://www.researchgate.net/figure/Figura-10-Sistema-de-irrigacao-por-sulco_fig2_287640895>. Acesso em: 25 maio. 2022.

- [19] SOARES, José Monteiro. COSTA, Francisco Fernandes da. **Irrigação**. Disponível em: <http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/sistema_producao/spvideira/irrigacao.html>. Acesso em: 25 maio. 2022.
- [20] SENAR. **Irrigação: manejo e gestão em sistema localizado**. Disponível em: <<https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/251-IRRIGA%C3%87%C3%83O.pdf>>. Acesso em: 25 maio. 2022.
- [21] FUENTES, Prof. Rodrigo C. **Apostila de Automação Industrial**. 2005. 31 f. - Curso de Eletrotécnica, Universidade Federal De Santa Maria Colégio Técnico Industrial De Santa Maria, Santa Maria - RS, 2005.
- [22] AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL. **Sensores de Proximidade**. Disponível em: <<https://www.automacaor3.com.br/sensores-de-proximidade>>. Acesso em: 26 Maio. 2022.
- [23] WENDLING, Prof. Marcelo. **Sensores**.2010. 19 f. Apostila (Superior) - Unesp, Guaratinguetá, 2010.
- [24] THOMAZINI, Daniel. ALBUQUERQUE, Pedro Urbano Braga de. **Sensores industriais: Fundamentos e aplicações**. 2020. Saraiva Educação S.A, 2020.
- [25] AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL. **Sensores de Proximidade**. Disponível em: <<https://ardudino.wordpress.com/2018/01/15/sensor-de-temperatura/>>. Acesso em: 26 Maio. 2022.
- [26] USINAINFO. **Nodemcu V3 Esp8266 ESP-12E Iot com WiFi**. Disponível em: <<https://www.usinainfo.com.br/nodemcu/nodemcu-v3-esp8266-esp-12e-iot-com-wifi-4420.html>>. Acesso em: 25 abr. 2022.
- [27] FILIPEFLOP. **Monitor de Temperatura e Umidade com o sensor DHT11**. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/blog/monitorando-temperatura-e-umidade-com-o-sensor-dht11/>>. Acesso em: 20 abr. 2022.
- [28] MUNDOPROJETADO. **LDR – O que é e como funciona**. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/blog/monitorando-temperatura-e-umidade-com-o-sensor-dht11/>>. Acesso em: 15 abr. 2022.

- [29] AUTOCOREROBOTICA. **Sensor de Umidade do Solo FC-28**. Disponível em: <<https://autocorerobotica.blog.br/aprenda-utilizar-o-sensor-de-umidade-de-solo-com-o-arduino/>>. Acesso em: 24 abr. 2022.
- [30] FILIPEFLOP. **Sensor de Umidade do Solo Higrômetro**. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/produto/sensor-de-umidade-do-solo-higrometro.>>. Acesso em: 25 abr. 2022.
- [31] FILIPEFLOP. **Display OLED 0.96" I2C Azul Amarelo**. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/produto/display-oled-0-96-i2c-azul-amarelo/>>. Acesso em: 25 abr. 2022.
- [32] FILIPEFLOP. **Módulo Relé 5V 2 Canais**. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/produto/modulo-rele-5v-2-canais/>>. Acesso em: 25 abr. 2022.
- [33] PORTALFISICA. **Como usar a Protoboard**. Disponível em: <<https://portalfisica.com/2016/09/28/1757-2/>>. Acesso em: 25 abr. 2022.
- [34] MERCADOLIVRE. **Protoboard 830 Pontos Arduino Nodemcu Esp32 Esp8266**. Disponível em: < https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-731489794-protoboard-830-pontos-arduino-nodemcu-esp32-esp8266-_JM >. Acesso em: 25 abr. 2022.
- [35] SHOPEE. **Lâmpada 60w Led Grow Full Spectrum Indoor Melhor Cultivo**. Disponível em: < <https://shopee.com.br/L%C3%A2mpada-60w-Led-Grow-Full-Spectrum-Indoor-Melhor-Cultivo-i.261867704.5165793299> />. Acesso em: 25 abr. 2022.
- [36] RADFRAN. **Ventilador Cooler 8 x 8 cm 12V**. Disponível em: <<https://www.radfran.com.br/cooler-ventuinha/ventilador-cooler-8-x-8-cm-12v-592> >. Acesso em: 25 abr. 2022.
- [37] USINAINFO. **Mini Bomba de Água para Arduino 12V RS385 2L/Min**: <<https://www.usinainfo.com.br/bombinha-de-agua-e-ar/mini-bomba-de-agua-para-arduino-12v-rs385-2lmin-2814.html> >. Acesso em: 25 abr. 2022.
- [38] OLIVEIRA, Euler. **Conhecendo o Blynk**. Disponível em: <<https://blogmasterwalkershop.com.br/blynk/conhecendo-o-blynk>>. Acesso em: 12 jun. 2022.

[39] SERRANO, Tiago Medicci. **Introdução ao Blynk App**. Disponível em: <<https://www.embarcados.com.br/introducao-ao-blynk-app/>>. Acesso em: 25 abr. 2022.

[40] BLYNK. **Hardware suportado**. Disponível em: <BLYNK, <http://docs.blynk.cc/#supported-hardware>>. Acesso em: 12 jun. 2022.

[41] SOUZA, Ana Lenira Nunes Cysne de; OLIVEIRA, Anastacia Pavão; PINTO, Priscila Dias; MELLO, Andréa Hentz de; ARAÚJO, José Anchieta de. **Análise do índice de anomalia de chuvas do município de Tucuruí- PA**. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2020B/analise%20do%20indice.pdf>>. Acesso em: 02 jul. 2022.

[42] ARDUINO. **Arduino IDE 1.8.19**. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/software>>. Acesso em: 25 abr. 2022.

[43] RODRIGUES, Lucas; SARTORI, Eliseu; GOUVEIA, Bruno. **Introdução ao Arduino**. Mato Grosso do Sul: Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2012. 25 p.

[44] EMBRAPA. **Recomendações técnicas para o cultivo de hortaliças em agricultura familiar**. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/781607/1/ct47.pdf>>. Acesso em: 14 jul. 2022.

APÊNDICE A – Código

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
#include <Wire.h>
#include "SSD1306Wire.h" `

SSD1306Wire display(0x3c, D3, D5);

#include "DHTStable.h"

DHTStable DHT;
#define pinSensorD D2
#define DHT11_PIN D1
#define DEMO_DURATION 3000
typedef void (*Demo)(void);
int contErrosDHT11=0;
int contErrosFC28=0;
int contErrosLDR=0;

int demoMode = 0;
int counter = 1;
int porta_rele1 = D7;//ventilador//Porta ligada ao pino IN1 do modulo
int porta_rele3 = D6;//lampada
int porta_rele2 = D8;//bomba de agua//Porta ligada ao pino IN2 do modulo

char auth[] = "TOKEN_BLYNK";
char ssid[] = "NOME_WIFI_QUE_ESTÁ_CONECTADO";
char pass[] = "SENHA_WIFI_QUE_ESTÁ_CONECTADO ";

BlynkTimer timer;

void sendSensor()
{
```

```
WidgetLCD lcd2(V2);
WidgetLCD lcd(V1);

if(analogRead(A0) <10)
{
  lcd2.clear();
  lcd2.print(3, 0, "LUZ - BAIXA");

  if(DHT.getTemperature() >28)
  {lcd2.print(0, 1, "Desligar Lampada");

  }else{
    lcd2.print(0, 1, "Ligar lampada");
  }

}else
{lcd2.print(3, 0, "LUZ - ALTA");
  lcd2.print(1, 1, "Desligar lampada");
}

float h = DHT.getHumidity();
float t = DHT.getTemperature();

if (isnan(h) || isnan(t)) {
  Serial.println("Failed to read from DHT sensor!");
  return;
}

if (digitalRead(pinSensorD)) {

  lcd.clear();
  lcd.print(0, 0, "SOLO seco");
  lcd.print(0, 1, "Ligar Bomba");
  //liga rele 2
```

```
} else {  
  lcd.clear(); //Use it to clear the LCD Widget  
  lcd.print(0, 0, "SOLO úmido");  
  lcd.print(0, 1, "Desligar Bomba");  
}  
  
Blynk.virtualWrite(V5, h);  
Blynk.virtualWrite(V6, t);  
}  
  
void setup() {  
  Serial.begin(115200);  
  Serial.println();  
  Serial.println();  
  pinMode(porta_rele1, OUTPUT);  
  pinMode(porta_rele2, OUTPUT);  
  pinMode(porta_rele3, OUTPUT);  
  digitalWrite(porta_rele1, HIGH); //desliga rele 1  
  digitalWrite(porta_rele2, HIGH); //desliga rele 2  
  digitalWrite(porta_rele3, HIGH);  
  
  display.init();  
  display.flipScreenVertically();  
  display.setFont(ArialMT_Plain_10);  
  
  Blynk.begin(auth, ssid, pass);  
  timer.setInterval(1000L, sendSensor);  
}  
  
void inicioTela() {  
  display.setTextAlignment(TEXT_ALIGN_LEFT);  
  display.setFont(ArialMT_Plain_24);
```

```

display.drawString(0, 0, " TCC ");

display.setFont(ArialMT_Plain_10);

display.setTextAlignment(TEXT_ALIGN_LEFT);
display.drawStringMaxWidth(0, 24, 128,
  "Ronald dos Santos Brandão");

}

void sensorUmidadeSolo() {

  display.setTextAlignment(TEXT_ALIGN_LEFT);
  display.setFont(ArialMT_Plain_24);
  display.drawString(0, 0, " SOLO ");
  display.setFont(ArialMT_Plain_10);
  Serial.print("\nsolo: "+(String)digitalRead(pinSensorD));

  if(digitalRead(pinSensorD) ==1)
  {
    contErrosFC28++;
    if(contErrosFC28==5){
      String body = String("Sensor de Umidade do Solo apresenta mal funcionamento");
      Blynk.email("ronald23706@gmail.com", "TCC_RONALD: SENSOR FC28 com defeito",
        body);

    }
    if(contErrosFC28>5){
      return;
    }
  }

  if (digitalRead(pinSensorD)) {

    display.setTextAlignment(TEXT_ALIGN_LEFT);

```

```

display.drawStringMaxWidth(0, 24, 128,
"SEM UMIDADE ");
display.setTextAlignment(TEXT_ALIGN_LEFT);
display.drawStringMaxWidth(0, 40, 128,
"BOMBA LIGADA: " );
digitalWrite(porta_rele2, LOW); //liga rele 2
    delay(7000);
    digitalWrite(porta_rele2, HIGH); //desliga rele 2
} else {
display.setTextAlignment(TEXT_ALIGN_LEFT);
display.drawStringMaxWidth(0, 24, 128,
"COM UMIDADE ");
display.setTextAlignment(TEXT_ALIGN_LEFT);
display.drawStringMaxWidth(0, 40, 128,
"BOMBA DESLIGADA: " );
digitalWrite(porta_rele2, HIGH); //desliga rele 2
}
}

void sensorUmidadTempAr() {

int chk = DHT.read11(DHT11_PIN);
Serial.print("\nTEMPERATURA: "+(String)DHT.getTemperature()+"oC");
switch (chk)
{
case DHTLIB_OK:
    Serial.print("\nOK,\t");
    break;
case DHTLIB_ERROR_CHECKSUM:
    Serial.print("\nChecksum error,\t");
    break;
case DHTLIB_ERROR_TIMEOUT:
    Serial.print("\nTime out error,\t");

```

```

    break;
default:
    Serial.print("\nUnknown error,\t");
    break;
}

display.setTextAlignment(TEXT_ALIGN_LEFT);
display.setFont(ArialMT_Plain_24);
display.drawString(0, 0, "    AR ");
display.setFont(ArialMT_Plain_10);
display.setTextAlignment(TEXT_ALIGN_LEFT);
display.drawStringMaxWidth(0, 24, 128,
"UMIDADE: "+ (String)DHT.getHumidity()+"%");
display.setTextAlignment(TEXT_ALIGN_LEFT);
display.drawStringMaxWidth(0, 35, 128,
"TEMPERATURA: "+(String)DHT.getTemperature()+"oC" );

if(DHT.getTemperature() <0)
{
    if(contErrosDHT11==0){
String body = String("Sensor de Temperatura apresenta mal funcionamento");
    Blynk.email("ronald23706@gmail.com", "TCC_RONALD: SENSOR DHT11 com
defeito", body);
    contErrosDHT11++;
    }
}

if(DHT.getTemperature() >29)
{
display.setFont(ArialMT_Plain_10);

display.setTextAlignment(TEXT_ALIGN_LEFT);
display.drawStringMaxWidth(0, 45, 128,
"Ligar Ventilador");

```

```

    digitalWrite(porta_rele1, LOW);//liga rele 1

}
else
{
    display.setFont(ArialMT_Plain_10);
    display.setTextAlignment(TEXT_ALIGN_LEFT);
    display.drawStringMaxWidth(0, 45, 128,
    "DESLIGAR Ventilador");
    digitalWrite(porta_rele1, HIGH);//desliga rele 1

}
}
void sensorLuminosidade() {

#define LDR A0
int light = analogRead(A0);
Serial.print("\nLUZ: "+(String)light);
display.setTextAlignment(TEXT_ALIGN_LEFT);
display.setFont(ArialMT_Plain_24);
display.drawString(0, 0, "  LUZ ");

if(light <10 && light >2)
{
    contErrosLDR++;
    Serial.print("\ncontErrosLDR: "+(String)contErrosLDR);
    if(contErrosLDR==4000){
        String body = String("Sensor de Luminosidade apresenta mal funcionamento");
        Blynk.email("ronald23706@gmail.com", "TCC_RONALD: SENSOR LDR com defeito",
body);

    }

    if(contErrosLDR>4000){// Esse tempo está de acordo com mais ou menos 15 horas
        //o que quer dizer se passar a lampada ligada todo esse

```

```
        //tempo o sensor está com defeito
    return;
    }
}
if(light <10 && light >2)
{

    display.setFont(ArialMT_Plain_10);
    display.setTextAlignment(TEXT_ALIGN_LEFT);
    display.drawStringMaxWidth(0, 24, 128,
        "STATUS: BAIXA ");

    if(DHT.getTemperature() >28)
    {digitalWrite(porta_rele3, HIGH);
    display.setFont(ArialMT_Plain_10);

    display.setTextAlignment(TEXT_ALIGN_LEFT);
    display.drawStringMaxWidth(0, 35, 128,
        "Desligar lampada devido temperatura");

    }else{
    digitalWrite(porta_rele3, LOW);
    display.setFont(ArialMT_Plain_10);
    display.setTextAlignment(TEXT_ALIGN_LEFT);
    display.drawStringMaxWidth(0, 35, 128,
        "Ligar LAMPADA");
    }

    //digitalWrite(led, HIGH);
    //Serial.println("luz acesa; ");
}
else
{
    digitalWrite(porta_rele3, HIGH);
```

```
display.setFont(ArialMT_Plain_10);

display.setTextAlignment(TEXT_ALIGN_LEFT);
display.drawStringMaxWidth(0, 24, 128,
    "STATUS: ALTA \n DESLIGAR LAMPADA");

    }
}

Demo demos[] = { inicioTela,sensorUmidadeTempAr,sensorUmidadeSolo,
sensorLuminosidade};
int demoLength = (sizeof(demos) / sizeof(Demo));
long timeSinceLastModeSwitch = 0;

void loop() {
    display.clear();
    demos[demoMode]();

    display.setTextAlignment(TEXT_ALIGN_RIGHT);
    display.drawString(10, 128, String(millis()));
    display.display();
    delay(5000);
    if (millis() - timeSinceLastModeSwitch > DEMO_DURATION) {
        demoMode = (demoMode + 1) % demoLength;
        timeSinceLastModeSwitch = millis();
    }
    counter++;
    delay(10);
    Blynk.run();
    timer.run();
}
```

APÊNDICE B – Configurando Arduino IDE

Depois de baixa-lo é preciso escolher qual placa controladora, no presente trabalho a placa NodeMCU V3 ESP8266 não vinha instalada por padrão no Arduino IDE, por isso é preciso baixa-la indo em preferências e adicionando o site “http://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json” em “URLs Adicionais para gerenciadores de placas” conforme figura 33. Depois de fazer isso é necessário instalar a placa na aba ferramentas, logo depois vá em “ferramentas” abrir “placas” escolher “ESP8266 Boards (3.0.2)” e selecionar a placa NodeMCU 1.0(ESP-12E Module) como na figura 34, feito isso o Arduino IDE está pronto para iniciar a programação para ser adicionada na placa NodeMCU V3 ESP8266.

Figura 33: preferencias Arduino IDE. **Fonte:** autor

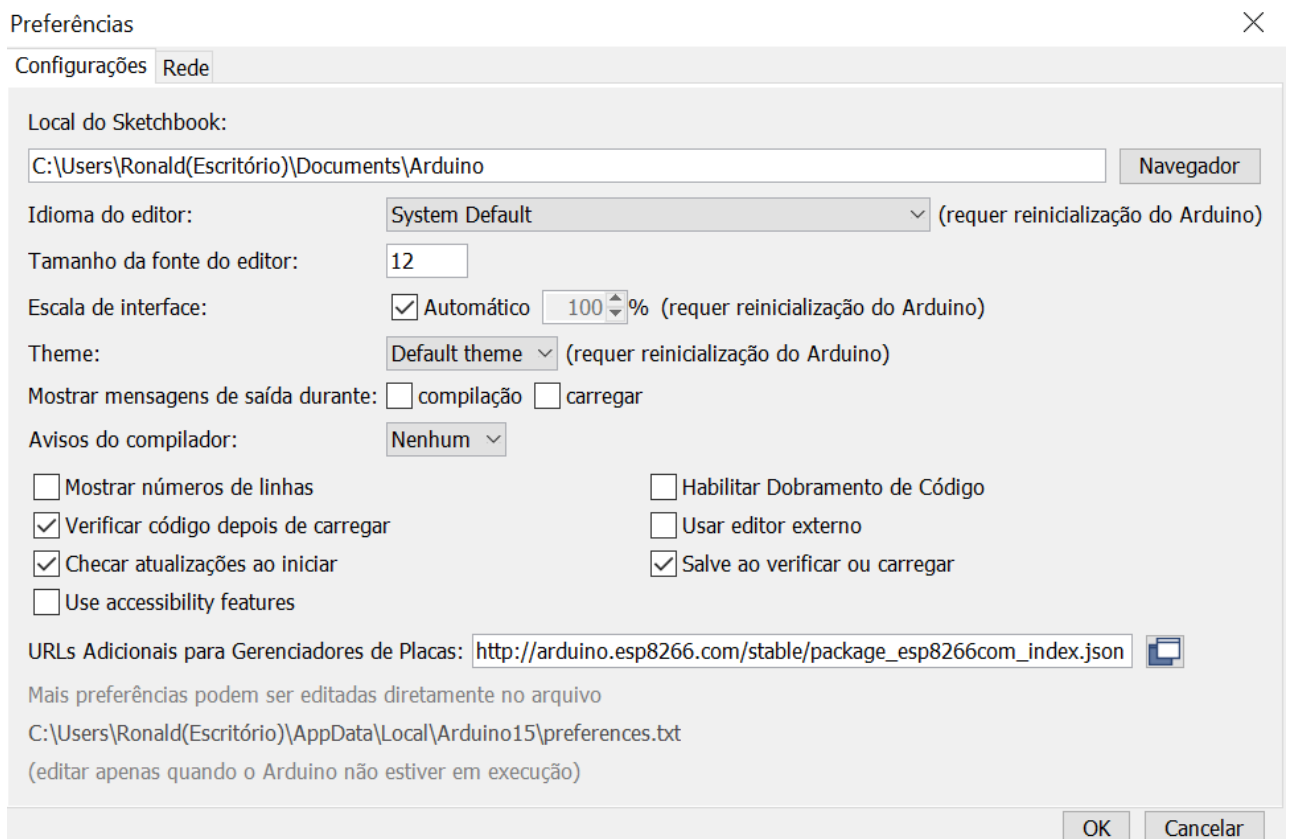


Figura 34: escolhendo placa Arduino IDE. Fonte: autor

