

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA
CURSO DE ENGENHARIA ELETRÔNICA

LUCAS MINORU RINALDO HINOKUMA

**PROJETO DE UM SISTEMA PARA MONITORAMENTO DE UMIDADE DO SOLO
E AUTOMAÇÃO DE SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO

2019

LUCAS MINORU RINALDO HINOKUMA

**PROJETO DE UM SISTEMA DE MONITORAMENTO DA UMIDADE DO SOLO E
AUTOMAÇÃO DE SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO**

Trabalho de conclusão de curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do curso Superior de Engenharia Eletrônica do Departamento Acadêmico de Eletrônica - DAELN - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro em Eletrônica.

Orientador: Prof. Dr. Gilson Junior Schiavon

CAMPO MOURÃO

2019



TERMO DE APROVAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO INTITULADO
PROJETO DE UM SISTEMA PARA MONITORAMENTO DE UMIDADE DO SOLO
E AUTOMAÇÃO DE SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO

DO(A) DISCENTE

LUCAS MINORU RINALDO HINOKUMA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no dia 13 de Novembro de 2019 ao Curso Superior de Engenharia Eletronica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Campo Mourão. O(A) discente foi arguido(a) pela Comissão Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a comissão considerou o trabalho Aprovado (aprovado, aprovado com alterações ou reprovado).

Prof. Lucas Ricken Garcia
Avaliador(a) 1
UTFPR

Prof. André Luiz Regis Monteiro
Avaliador(a) 2
UTFPR

Prof. Gilson Junior Schiavon
Orientador(a)
UTFPR

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso

RESUMO

A agricultura é uma atividade comercial que tem tido a tecnologia como um agente benéfico e muito presente. Com o passar dos anos, a tecnologia se desenvolveu de uma maneira exponencial e assim se revelou presente de maneira eficaz na produção agrícola. Este trabalho traz o estudo de um projeto capaz de ser implementado na agricultura e jardinagem de maneira benéfica, basicamente, a pesquisa de um sistema de irrigação por aspersão, utilizando módulo ESP8266 Node MCU e um sensor capaz de monitorar estados físicos momentâneos. Busca-se unir estes artefatos e desenvolver um dispositivo para trazer melhorias de resultados e comodidade para quem pratica as atividades anteriormente citadas. Trata-se de um processo de automação e controle de irrigação, uma tecnologia que tem o objetivo de praticar a “agricultura de precisão”, e que também pode evitar desperdícios no processo de tratamento da cultura.

O protótipo foi projetado para realizar constantes leituras da umidade presente no solo e com essas informações realizar processos para controlá-la dentro dos parâmetros impostos a ele.

O projeto ainda conta com um sistema de aplicativo para *smartphones* que permite ao usuário realizar operações remotas, podendo controlar o sistema de irrigação e analisar os dados emitidos pelos sensores. Se preferir, o usuário poderá, através deste acesso, realizar a irrigação manualmente ou desativá-la.

Palavra-chave: Sistema de irrigação; sensores; automação.

ABSTRACT

Agriculture is a commercial activity that has had technology as a beneficial and very present agent. Over the years, technology has developed in an exponential manner and thus has been effectively present in agricultural production. This work brings the study of devices that can be implemented in agriculture and gardening in a beneficial way, basically, the research of a sprinkler irrigation system, using ESP8266 NodeMCU module and sensors capable of monitoring momentary physical states. We seek to unite these artifacts and develop a device capable of bringing improvements of results and convenience for those who practice the activities mentioned above. It is a process of automation and irrigation control, a technology that aims to practice “precision agriculture”, and that can also avoid waste in the crop treatment process.

The prototype was designed to perform constant readings of moisture present in the soil and with this information perform processes to control it within the parameters imposed on it.

The project also has a smartphone application system that will allow the user to perform remote operations, can control the irrigation system and analyze the data emitted by the sensors. If preferred, the user can, through this access, perform the irrigation manually or disable it if it is operating.

Keywords: Irrigation system; sensors, automation.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - MÓDULO RELÉ DE 2 CANAIS	7
FIGURA 2 - SENSOR YL-69.....	8
FIGURA 3 - DIAGRAMA DE PINOS DO SENSOR DHT22	10
FIGURA 4 - DISPLAY OLED	15
FIGURA 5 - FLUXOGRAMA SISTEMA DE CONTROLE DE IRRIGAÇÃO.....	16
FIGURA 6 - LIGAÇÃO DA ESP8266 À FONTE DE ALIMENTAÇÃO COM CI7805	18
FIGURA 7 - LIGAÇÃO DO SENSOR YL-69 AO CIRCUITO	18
FIGURA 8 - LIGAÇÃO DO SENSOR DHT22 AO CIRCUITO.....	20
FIGURA 9 - LIGAÇÃO DO DISPLAY OLED AO CIRCUITO.....	21
FIGURA 10 - LIGAÇÃO DO SENSOR DE NIVEL AO CIRCUITO	22
FIGURA 11 - LIGAÇÃO DO MÓDULO RELÉ AO CIRCUITO.....	23
FIGURA 12 - LIGAÇÃO DA VÁLVULA SOLENOIDE AO CIRCUITO	24
FIGURA 13 - LIGAÇÃO DA BOMBA D'ÁGUA AO CIRCUITO.....	25
FIGURA 14 - INTERFACE DO APLICATIVO BLYNK APRESENTANDO OS DADOS AO USUÁRIO	26
FIGURA 15 - SISTEMA APÓS PRESSIONAR O BOTÃO “AUTO/MANUAL”	28
FIGURA 16 - SISTEMA APÓS PRESSIONAR NOVAMENTE O BOTÃO “AUTO/MANUAL”	28
FIGURA 17 - SISTEMA APÓS PRESSIONAR O BOTÃO “ON/OFF” DO ATUADOR DA BOMBA D'ÁGUA.	29
FIGURA 18 - SISTEMA APÓS PRESSIONAR NOVAMENTE O BOTÃO “ON/OFF” DO ATUADOR DA BOMBA D'ÁGUA.	30
FIGURA 19 - COMPARAÇÃO ENTRE AS INFORMAÇÕES DE UMIDADE DO SOLO NO APLICATIVO E NO DISPLAY OLED	31
FIGURA 20 - GRÁFICO COM REGISTRO DE LEITURAS DO SENSOR YL-69 EM UM PERÍODO DE 1 HORA.....	32
FIGURA 21 - IMAGEM COMPARATIVA APRESENTANDO LEITURA DA UMIDADE DO SOLO ANTES E DEPOIS DA IRRIGAÇÃO AUTOMÁTICA.	33
FIGURA 22 - GRÁFICO DO REGISTRO DE LEITURA DE UMIDADE DO AR E TEMPERATURA DO AR EM UM PERÍODO DE 1 HORA.....	33
FIGURA 23 - TEMPERATURA E UMIDADE MÉDIA DA CIDADE DE CAMPO MOURÃO REFERENTE AO DIA 26/11/2019.....	34

FIGURA 24 - COMPARAÇÃO ENTRE OS DADOS DE UMIDADE DO AR E TEMPERATURA DO AR APRESENTADOS NO APLICATIVO E NO DISPLAY OLED	35
FIGURA 25 - LEITURA DAS INFORMAÇÕES DO SENSOR DE NÍVEL VIA SERIAL	36
FIGURA 26 - TESTE DA REAÇÃO DO SISTEMA PELA ATUAÇÃO DO SENSOR DE NÍVEL	36

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS MÓDULO RELÉ DE 2 CANAIS	7
TABELA 2 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DO SENSOR DHT22	9

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

Ω	Ohm
°	Graus
A	Ampére
mA	mili Ampére
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
DAELN	Departamento Acadêmico de Engenharia Eletrônica
GND	<i>Ground/Terra</i>
OLED	<i>Organic Light Emited Diode/ Diodo orgânico que emite luz</i>
V	Volt/Tensão
VCC	Alimentação
IoT	<i>Internet of Things/ Internet das coisas</i>
H	Hora
M	Metros
GPIO	<i>General Purpouse Input/Output</i>
RISC	<i>Reduced Instruction Set Computer</i>
I2C	<i>Inter Two Comunication</i>
WiFi	<i>Wireless Fidelity</i>
EMF	<i>Electro magnet Field</i>
RFID	<i>Radio Frequency Identification</i>
PWM	<i>Pulse-Width Modulation</i>
USB	<i>Universal Serial Buss</i>
DC	<i>Direct Current/Corrente Alternada</i>
AC	<i>Alternate Current/Corrente Alternada</i>
kb	<i>kilo Bytes</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	TEMA	1
1.2	OBJETIVO GERAL.....	2
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
1.4	JUSTIFICATIVAS.....	2
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	4
2.1	AGRICULTURA E IRRIGAÇÃO.....	4
2.2	IRRIGAÇÃO POR ASPERSOR CONVENCIONAL.....	5
2.2.1	OS ASPERSORES	5
2.2.2	CONJUNTO MOTOBOMBA.....	6
2.3	TRANSDUTORES, SENSORES, ATUADORES	6
2.3.1.1	MÓDULO RELÉ DE 2 CANAIS	6
2.3.2	SENSORES DE NÍVEL	7
2.3.3	SENSOR DE UMIDADE.....	8
2.3.3.1	HIGROMETRO YL-69	8
2.3.4	SENSOR DE TEMPERATURA	9
2.3.4.1	DHT 22.....	9
2.3.5	VÁLVULA SOLENOIDE DE CONTROLE	10
2.4	INTERNET DAS COISAS (IoT)	10
2.5	PAINEL SOLAR.....	11
2.6	BATERIA ESTACIONÁRIA.....	11
2.7	ESP8266 NODE MCU	12
2.8	PROTOCOLO DE COMUNICAÇÃO - I2C	13
2.9	PROTOCOLO DE COMUNICAÇÃO ONE WIRE (1-FIO).....	14
2.10	APLICATIVO BLYNK.....	14
2.11	OLED	15
3	METODOLOGIA	16
3.1	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	16
3.1.1	MÓDULO CENTRAL ESP8266.....	17

3.1.2	<i>SENSOR YL-69</i>	18
3.1.3	<i>SENSOR DE UMIDADE E TEMPERATURA DO AR - DHT22</i>	19
3.1.4	<i>DISPLAY OLED</i>	20
3.1.5	<i>SENSOR DE NÍVEL (BOIA)</i>	21
3.1.6	<i>MÓDULO RELÉ</i>	22
3.1.7	<i>VÁLVULA SOLENOIDE</i>	23
3.1.8	<i>IMPLEMENTAÇÃO DE UMA BOMBA D'ÁGUA NO CIRCUITO</i> ..	24
3.1.9	<i>APLICATIVO BLYNK</i>	25
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	27
4.1	LÓGICA DE PROGRAMAÇÃO.....	27
4.2	RESULTADOS NA ATUAÇÃO VIA APP.....	27
4.3	SENSOR HIGRÔMETRO YL-69	30
4.4	SENSOR TEMPERATURA E UMIDADE AMBIENTE.....	33
4.5	CONTROLE DE NÍVEL	35
4.6	DIMENSIONAMENTO DA BATERIA.....	37
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
	REFERÊNCIAS	40
	APÊNDICE 1 – FLUXOGRAMA DO CÓDIGO	44
	APÊNDICE 2 – CÓDIGO EM LINGUAGEM C IMPLEMENTADO NA ESP8266.	45

1 INTRODUÇÃO

1.1 TEMA

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema capaz de controlar automaticamente um sistema de irrigação através do monitoramento constante da umidade presente no solo.

A irrigação é uma técnica presente no mundo desde os primórdios. Tem como finalidade disponibilizar água às plantas para que estas possam produzir frutos de forma adequada. A técnica evoluiu com o passar dos anos, chegando atualmente a sistemas pontuais, onde a água é gotejada no momento, local e quantidade correta para o melhor desenvolvimento das plantas (BRAGA; CALGARO, 2010).

Atualmente estão disponíveis diversos sistemas de irrigação no mercado, que oferecem aos produtores uma moderna tecnologia de produção agrícola que, juntamente com o manejo equilibrado da adubação e tratos culturais, reúnem todas as condições para que as plantas possam refletir todo o seu potencial genético de produção. Para melhores resultados, a escolha do sistema de irrigação deve basear-se em análise técnico-econômica, levando em consideração o tipo de solo, topografia, clima, cultura, custo do equipamento e energia, qualidade da água disponível e mão-de-obra. Quando o assunto é agricultura irrigada, é importante estabelecer o momento certo de iniciar as irrigações e quanto de água aplicar a uma cultura (BRAGA; CALGARO 2010).

Ter um sistema que realize o controle automático de irrigação ajuda a disponibilizar quantidades de água controladas à planta, já que água em excesso pode acabar gerando danos a mesma e desperdícios, além disso, a falta de água é algo que prejudica o desenvolvimento da planta. Para os produtores rurais, ter acesso à essa tecnologia, pode gerar muitos benefícios em prol da cultura manejada.

O projeto também pode ser implementado em residências, atuando como controle de irrigação em jardinagem.

1.2 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um dispositivo capaz de realizar a automação e o controle de um sistema de irrigação agrícola por aspersão, utilizando o módulo WiFi “ESP8266 Node MCU”. O projeto é destinado a utilização pelo pequeno e médio agricultor com especificações de solos pré-definidas para a produção de diversas culturas.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver um dispositivo que busque desenvolver melhorias para o desenvolvimento de plantas, além de ser capaz de oferecer conforto e versatilidade ao usuário.
- Projetar e desenvolver a lógica do controle de irrigação para executar a programação do mesmo.
- Elaborar e desenvolver um sistema virtual que se comunicará com o dispositivo físico e fará as devidas configurações do sistema.
- Apresentar meios autossustentáveis que possam ser impostos sobre o sistema, tornado independente de agentes externos.
- Analisar o funcionamento do sistema, para assim analisar a funcionalidade final do projeto.

1.4 JUSTIFICATIVAS

Desenvolver um sistema de irrigação automatizado baseado em IoT utilizando uma ESP8266 pode ser de grande utilidade, pois, segundo Moraes (2017) é uma tecnologia de fácil acesso e fácil utilização, o que possibilita também o desenvolvimento de um projeto acessível, gerando oportunidades para agricultores de pequeno porte terem acesso a meios que possam melhorar a produção.

Possuindo um sistema de controle dedicado a irrigação, torna a mesma mais eficiente. Através de tarefas programadas e sensores de monitoramento, a quantidade necessária de água para manter o solo com o nível de umidade estável é fornecida, evitando fatores maléficos à produção, como irrigação em excesso, e desperdícios.

Com as tarefas programadas, são evitadas falhas humanas como esquecimento de desligar o sistema de irrigação.

Além da agricultura, o projeto proposto pode ser utilizado em residências para tratamento de irrigação em jardins, podendo gerar conforto ao usuário.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para o desenvolvimento do projeto, foram realizadas algumas pesquisas e estudos sobre o processo de irrigação por aspersão e, também, os dispositivos que foram utilizados e a implementação de métodos de comunicação entre eles.

2.1 AGRICULTURA E IRRIGAÇÃO

O termo agricultura quer dizer “arte de cultivar”. Trata-se de um conjunto de técnicas concebidas para cultivar a terra a fim de obter produtos dela. *A priori*, a agricultura tem provindo os alimentos, porém, com a evolução nas técnicas e na tecnologia, a agricultura tem servido cada vez mais ao fornecimento de gêneros para a produção de fibras, energia, matéria-prima para roupas, combustível, construção, medicamentos, ferramentas, ornamentação e inúmeras outras finalidades. Produtos que, bem como os métodos agrícolas utilizados, podem variar de uma parte do mundo para outra (RIBEIRO, 2019).

Irrigação é um conjunto de técnicas que busca executar o deslocamento da água para determinada região com o objetivo de corrigir a distribuição natural das chuvas. É uma técnica que pode proporcionar a máxima produção, e complementa as demais práticas agrícolas. A irrigação tem sido de grande importância para a produção agrícola em regiões áridas (PAULINO et al., 2011).

Segundo dados estimados em 2011, a área irrigada no mundo ocupa cerca de 17% de toda a terra agricultável e é responsável pela produção de mais de 40% de todo o alimento consumido. No mundo, as regiões que possuem sistemas de irrigação, produzem 2,5 vezes mais que as regiões de sequeiro. No Brasil, cada hectare irrigado equivale a três hectares de sequeiro em produtividade física e a sete em produtividade econômica (Agência Nacional de águas – ANA, 2004). Dados que representam a importância da prática da irrigação (PAULINO et al., 2011).

A irrigação é uma prática utilizada para o aumento da produtividade das lavouras, porém torna-se necessário o tratamento adequado da irrigação para a aplicação da quantidade necessária de água às plantas no momento correto. Com a ausência do controle de irrigação, o produtor rural pode ocasionar a irrigação em excesso, o que pode comprometer a produção. Esse excesso pode gerar desperdícios de energia e de água. Um sistema de irrigação adequado pode proporcionar o uso de

água com a máxima eficiência, reduzindo os custos de produção e, aumentando o retorno dos investimentos (SCALOPPI, 1986; apud TEIXEIRA, 2001).

2.2 IRRIGAÇÃO POR ASPERSOR CONVENCIONAL

A irrigação pode ser feita pelo método de aspersão, no qual a água é aspergida sobre o solo, assemelhando-se a uma chuva, efeito este devido ao fracionamento do jato de água em gotas que se espalham no ar, graças a sua passagem sob pressão através de orifícios de pequena dimensão causando o fracionamento do jato. Com o auxílio de um sistema de bombeamento, a água percorre um conjunto de tubulações gerando a pressão necessária para acionar os aspersores (BISCARO, 2009).

Um sistema de irrigação por aspersão convencional é composto, em geral, por aspersores, acessórios, tubulações (linhas laterais, linhas de derivação, linha principal, linha de recalque e linha de sucção) e conjunto motobomba (BISCARO, 2009).

2.2.1 OS ASPERSORES

Os aspersores possuem a tarefa de molhar uma área circular da superfície do terreno. Para melhores condições de uniformidade e distribuição da água, deve ser feita a sobreposição das áreas aplicadas (BISCARO, 2009).

Alguns aspersores se diferem pelo tipo de sistema de rotação, sendo eles do tipo estacionário ou rotativo. Neste último, o giro pode ser do tipo setorial, que possui regulagem de amplitude de giro, ou completo (360°). O ângulo de inclinação do jato, nos de uso mais comum, em relação à horizontal é de 30° em média, e nos utilizados na irrigação de pomares, nos quais a aplicação é feita na subcopa, o ângulo varia de 4° a 7° (BISCARO, 2009).

O aspersor pode ter movimento giratório devido à ação contrária do jato de água, ou pelo impacto causado pelo mesmo em uma peça chamada “palheta”, que funciona em conjunto com uma mola (BISCARO, 2009).

Os aspersores podem ser encontrados em 5 tamanhos diferente, como: microaspersores, aspersores pequenos, aspersores médios, aspersores grandes e canhões hidráulicos (BISCARO, 2009).

2.2.2 CONJUNTO MOTOBOMBA

Basicamente é uma bomba d'água acionada por um motor, podendo este ser movido a combustão ou eletricidade e sua função é segurar a água de um recurso hídrico e fazer o recalque da mesma. Para a melhor escolha de um conjunto motobomba, devem-se analisar as condições de potência, vazão e rotação, visando uma operação mais eficiente do mesmo para a situação de operação (BISCARO, 2009).

2.3 TRANSDUTORES, SENSORES, ATUADORES

Um transdutor realiza a conexão do mundo físico ao mundo eletrônico. Atualmente existem transdutores que respondem a temperatura, luz, deformação, movimento e posição. Em outras palavras é a denominação que recebe um dispositivo completo, que contém o sensor, no caso, aplicado para transformar uma grandeza em outra que pode ser tratada nos dispositivos de controle (THOMAZINI, 2011).

Sensor é o termo utilizado para designar dispositivos que reagem de maneira sensível a alguma forma de energia do ambiente, podendo ser ela luminosa, térmica, cinética, e assim relacionando informações sobre uma grandeza que precisa ser medida, como temperatura, pressão, velocidade, corrente, aceleração, posição etc. (THOMAZINI, 2011).

Os atuadores são dispositivos que alteram o estado ou valor de uma variável controlada. Recebem um sinal emitido pelo controlador e agem no sistema controlado. Geralmente trabalham com potência elevada (THOMAZINI, 2011).

2.3.1.1 MÓDULO RELÉ DE 2 CANAIS

O módulo relé de 2 canais é um dispositivo que permite o controle de cargas AC e DC através de uma plataforma microcontrolada. Especificamente neste dispositivo, tem-se a presença de 2 canais, ou seja, 2 relés de atuação para controle de cargas. Este atuador é comumente utilizado em projetos de automação residencial para controle de lâmpadas, ventiladores e outras saídas que podem ser acionadas através de um relé (OLIVEIRA, 2018).

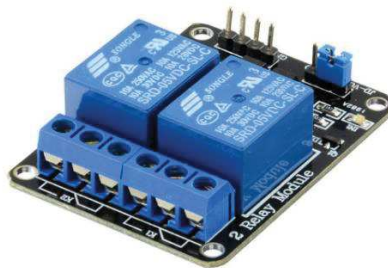
A tabela 1 apresenta algumas especificações do módulo.

TABELA 1 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS MÓDULO RELÉ DE 2 CANAIS

Tensão de operação	3,3 V – 5 VDC
Corrente de operação	15~20 mA
Capacidade do relé	30 VDC/10 A – 250 VAC/10 A
Número de canais	2

A figura 1 mostra uma ilustração do módulo:

FIGURA 1 - MÓDULO RELÉ DE 2 CANAIS



Fonte: OLIVEIRA, 2018.

2.3.2 SENSORES DE NÍVEL

Os sensores de nível são, geralmente, implementados para o controle de líquidos ou grãos sólidos, contidos em reservatórios, silos, tanques abertos, tanques pressurizados na indústria. São úteis na detecção de um nível fixo pré-determinado (eventualmente quando o material tratado atingir o nível desejado) e na medição contínua (THOMAZINI, 2011).

Segundo Seidel (2011), os sensores do tipo “boia” possuem a função de mensurar o nível de uma determinada substância em um recipiente. A boia fica conectada a uma contra peça, o qual indica o nível numa escala. A boia é geralmente implementada em tanques abertos.

2.3.3 SENSOR DE UMIDADE

O sensor de umidade é um dispositivo que possui a capacidade de mensurar e informar a umidade relativa presente no ambiente. Possui uma flexibilidade de uso, que o permite ser usado ao ar livre como também em ambientes reclusos. A maioria dos sensores de umidade possuem seu tempo de resposta baixo e são de fácil utilização, evitando gastos com capacitação de pessoas para seu uso (ALMEIDA, L; 2017).

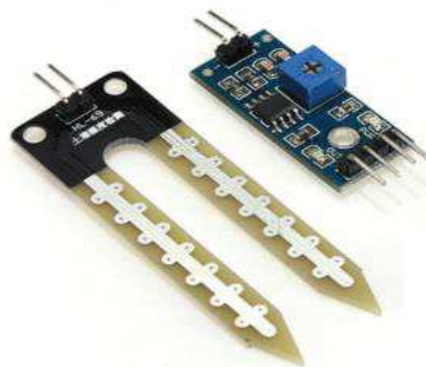
2.3.3.1 HIGROMETRO YL-69

Trata-se de um sensor possui a capacidade de mensurar a umidade presente no solo. O sensor é composto por duas partes, uma delas é uma sonda que entra em contato com o solo e a outra é um módulo comparador LM393 que trata as informações provindas da sonda e as envia para o microcontrolador (THOMSEN, 2016).

O módulo LM393 possui 4 pinos de conexão. Um pino dedicado a alimentação de energia, que pode receber 3,3 V até 5 V, um pino dedicado ao “GND”, um pino de saída de dados digitais e um quarto pino de saída de dados analógico. A saída digital apresenta valores 0 ou 1 que tem sua faixa de transição ajustada por um potenciômetro presente no módulo (ROVAI, 2017).

A Figura 2 ilustra o sensor YL-69.

FIGURA 2 - SENSOR YL-69



Fonte: THOMSEN, 2016.

2.3.4 SENSOR DE TEMPERATURA

O sensor de temperatura é um dispositivo de medição cujo objetivo é detectar a temperatura a partir de uma característica física presente no dispositivo, como uma resistência elétrica, campo eletromagnético (EMF) ou radiação térmica sendo que a maneira como um sensor de temperatura funciona depende da propriedade física que constitui o mesmo (CITISYSTEMS, 2019).

2.3.4.1 DHT 22

O Dht 22 é um sensor que mensura a temperatura e umidade do ambiente ao qual está alocado. Possui um baixo consumo de corrente e é composto por um sensor de umidade capacitivo, um termistor e, também, um conversor analógico/digital para uma eventual comunicação com algum tipo de controlador (ARDUINO E CIA, 2015).

A tabela 2 apresenta algumas informações pertinentes ao sensor.

TABELA 2 – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DO SENSOR DHT22

Alimentação	3.3 – 6 V
Faixa de Leitura – Umidade	0 – 100%
Precisão Umidade	5%
Faixa de leitura – Temperatura	-40 – 125 °C
Precisão – Temperatura	+/- 0,5 °C
Intervalo entre medições	2 s

Fonte: ARDUINO E CIA, 2015.

A figura 3 representa o esquema de pinagem do sensor e sua ilustração.

FIGURA 3 - DIAGRAMA DE PINOS DO SENSOR DHT22



Fonte: ARDUINO E CIA, 2015.

2.3.5 VÁLVULA SOLENOIDE DE CONTROLE

A válvula de controle se aplica no controle automático de processos industriais que dependem de uma grande precisão na distribuição e controle de líquidos, gases e vapores. Esses processos dependem da implementação de um elemento final de controle para executar tarefas de transferência de fluidos para tanques de armazenamento. Os elementos finais de controle são os responsáveis pela manipulação do fluxo de matéria, que, por fim, atuam no processo de modo a corrigir a variável controlada sempre que nela houver algum desvio (BEGA, 2011).

2.4 INTERNET DAS COISAS (IoT)

A explicação deste conceito é a presença generalizada à nossa volta de uma variedade de coisas ou objetos – como *tags* de identificação por radiofrequência (RFID), sensores, atuadores, telefones celulares etc. – que, atuam através de endereçamentos exclusivos que são capazes de interagir uns com os outros e cooperar com outros dispositivos para alcançar objetivos comuns. (ATZORI, 2011; apud SILVA, 2017).

Internet das Coisas é uma tradução da expressão em inglês *Internet of Things*, que nomeia um cenário ao qual vários dispositivos estão interligados e se

comunicando. É uma tecnologia que conecta dispositivos que usamos no cotidiano à rede de internet, transformando o mundo físico para que se aproxime do digital. Basicamente, a Internet das Coisas trata de objetos conectados entre si pela rede, que trocam informações para facilitar ou criar diversas ações. Para isso acontecer há um conjunto de fatores. Essencialmente, há três componentes que precisam ser combinados para que uma aplicação funcione dentro do conceito de Internet das Coisas, são eles: os dispositivos, a rede e um sistema de controle (HOSTGATOR, 2018).

2.5 PAINEL SOLAR

“A energia solar fotovoltaica é definida como a energia gerada através da conversão direta da radiação solar em eletricidade. Isto se dá, por meio de um dispositivo conhecido como célula fotovoltaica que atua utilizando o princípio do efeito fotoelétrico ou fotovoltaico”. (IMHOFF, 2007).

A placa solar, ou painel fotovoltaico é o equipamento principal para gerar energia solar. Seu funcionamento é simples e já está bastante difundido em alguns países. Basicamente são dispositivos utilizados para converter a energia provinda da luz do Sol em energia elétrica (ENEL,2016).

Os principais agentes em uma placa solar são as células fotovoltaicas, que absorvem a energia solar e geram a eletricidade em duas camadas opostas. A quantidade de energia que o painel poderá gerar está ligada à exposição solar, isto é, quanto maior for a radiação solar e maior for o tempo de exposição do painel a ela, maior será a geração de energia (ENEL,2016).

2.6 BATERIA ESTACIONÁRIA

A bateria estacionária ou também chamada de bateria de ciclo profundo, é uma bateria semelhante à bateria automotiva, mas com maior capacidade de descarga. Seu uso é comumente encontrado em som automotivo, *no-breaks*, centrais telefônicas, alarmes, energia solar e eólica, carro elétrico, entre outros (REDIMAX, 2017).

Baterias estacionárias visam oferecer quantidade constante de corrente por um longo período de tempo, além de poder ser descarregada completamente várias vezes (MOURA, 2017).

As baterias estacionárias podem ser utilizadas para armazenar a energia gerada por placas solares. Possuem diversos tamanhos e capacidades de armazenagem. Para locais que a energia elétrica está ausente, a utilização das baterias estacionárias é indispensável (REDIMAX, 2017).

2.7 ESP8266 NODE MCU

O NodeMCU é uma placa de desenvolvimento com um chip WiFi ESP8266 integrado. O ESP8266 pode ser programável como qualquer outro microcontrolador. Seu módulo Wi-Fi oferece uma vantagem sobre o Arduino e os PIC's, que é a sua conexão à internet, podendo ser realizada de maneira mais simples. No entanto, a placa ESP8266 não possui muitos pinos, embora o próprio chip tenha muitas portas de saída. O NodeMCU apresenta 10 pinos GPIO, cada um capaz de usar PWM, I2C e interface de *OneWire* (PELAYO, 2017).

Segundo Oliveira (2016), o NodeMCU é uma plataforma *open source* da família ESP8266 criada objetivamente para o desenvolvimento de projetos IoT. Esta placa foi iniciada em 2014 e ao contrário de alguns módulos desta família que exigem a presença de um conversor USB serial externo para que haja troca de informações entre computador e o módulo, o NodeMCU já vem com um conversor USB serial integrado.

Esta plataforma é composta por um chip controlador (ESP8266), uma porta micro USB para alimentação e programação, conversor USB serial integrado e já possui Wi-Fi nativo (OLIVEIRA, 2016).

Segundo Oliveira (2016), as principais características do NodeMCU:

- Processador ESP8266-12E;
- Arquitetura RISC de 32 bits;
- Processador pode operar em 80 MHz/160 MHz;
- 4 Mb de memória *flash*;
- 64 kb para instruções;
- 96 kb para dados;

- Wi-Fi nativo padrão 802.11 b/g/n;
- Opera em modo AP, *Station* ou AP + *Station*;
- Pode ser alimentada com 5 V 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 3,3 V;
- Pinos não tolerantes a 5 V;
- Possui conversor USB Serial integrado;
- Programável via USB Serial integrado;
- Compatível com a IDE do Arduino;
- Compatível com módulos e sensores utilizados no Arduino.

2.8 PROTOCOLO DE COMUNICAÇÃO - I2C

Para se ter uma breve explicação do que é de um protocolo de comunicação pode-se dizer que se trata de um conjunto de normas que estão obrigadas a cumprir todas as máquinas e programas que intervêm em uma comunicação de dados entre computadores o que tornaria essa comunicação de difícil interpretação (SUYAMA, 2006).

Segundo Rodrigues (2014), I2C é a sigla para *Inter-Integrated Circuit*. O protocolo I2C trabalha no modelo *master-slave*, ou seja, um dispositivo atuando como “*master*” e seus coadjuvantes como “*slave*”. O *master* coordena a comunicação, sendo que é ele quem envia informações ao declarado “*slave*” ou realiza leitura informações do mesmo.

2.9 PROTOCOLO DE COMUNICAÇÃO *ONE WIRE* (1-FIO)

O protocolo de comunicação *One Wire* (1-Fio) foi desenvolvido pela empresa *Dallas Semiconductors Corporation*. Possui um funcionamento semelhante ao protocolo de comunicação I2C, porém com o uso de apenas 1 fio e o *GND* (RENNO, 2019).

Geralmente, este protocolo funciona em 3 fases, sendo a primeira delas responsável por habilitar a comunicação e identificar os escravos ligados. A segunda fase possui a responsabilidade de selecionar qual escravo receberá os comandos. A última fase é a qual ocorre a leitura ou escrita de dados. A ligação pode ser feita de duas formas, parasita ou com alimentação externa (ROBOCORE, 2019).

2.10 APLICATIVO BLYNK

A Blynk é uma empresa dedicada à tecnologia desenvolvedora de infraestrutura aplicada na internet das coisas. A empresa projeta e desenvolve elementos básicos de uma solução completa *IoT*, combinando uma plataforma em nuvem com aplicativos que colocam coisas, pessoas e dados no centro das operações comerciais (BLYNK, 2019).

A Blynk desenvolveu um aplicativo que está disponível gratuitamente para *smartphones* com as plataformas Android OS versão 4.2+ e iOS versão 9+, também permite ser executado em emuladores. O aplicativo pode ser executado em mais de 400 módulos de *hardware*, os mais populares são: ESP8266, ESP32, NodeMCU, Arduino, Raspberry Pi e Particle (BLYNK, 2019).

Trata-se de um aplicativo personalizável que permite ao usuário controlar remotamente um dispositivo programável e também recepcionar dados deste dispositivo. Através desta plataforma, é possível desenvolver interfaces gráficas de controle de forma rápida e intuitiva (NUNEZ; SERRANO, 2018).

2.11 OLED

O significado da palavra “OLED (*organic light emitted diode*)” com sua tradução é diodo emissor de luz orgânico. Atualmente é uma tecnologia utilizada na produção de telas, utilizadas em aparelhos televisores, computadores, celulares e etc (ALVES, 2012).

Ao invés de se usar o silício dopado, o “OLED” é dotado por uma camada emissora e uma camada condutora, confeccionadas de polímeros baseados em carbono com espessura total de 100 a 150 nanômetros. Os terminais de cátodo estão atrelados a camada emissiva com excesso de elétrons. Os terminais de anodo encontram-se entre o substrato e a camada condutora, com falta de elétrons. Geralmente o substrato é composto de vidro ou plástico (STROSKI, 2018).

Ao aplicar tensão nos terminais, os elétrons incidentes no cátodo são conduzidos para a camada emissiva, enquanto as lacunas seguem de encontro com a camada condutiva. Desta forma, o elétron preenche a lacuna em uma camada emissora de luz, que fica entre as camadas emissivas e condutoras, esse perde energia emitindo uma partícula de luz conhecida como fóton (STROSKI, 2018).

A figura 4 apresenta um modelo de display OLED.

FIGURA 4 - DISPLAY OLED



Fonte: STROSKI, 2018.

3 METODOLOGIA

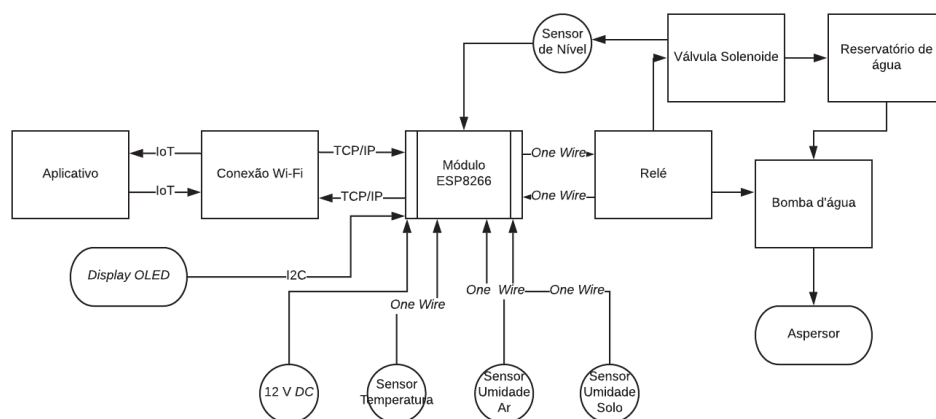
3.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

No projeto tem-se presente um módulo central, no caso uma esp8266, sensores de temperatura e umidade, sensores de nível de água (boia), um reservatório de água, uma bomba d'água, tubulações, aspersores, válvula solenoide e um aplicativo de *smartphone* atuando como *display* de dados e também gerador de interrupções.

O projeto foi desenvolvido e testado em uma *proto board*. As informações foram coletadas pelos sensores e apresentadas em um *display OLED* e também em uma plataforma de aplicativo de *smartphone*. Através do aplicativo também foi possível alterar o modo de atuação do sistema (controle manual ou automático) e também alterar o estado da bomba d'água atuante na irrigação.

Na figura 5 é possível visualizar o fluxograma do projeto.

FIGURA 5 - FLUXOGRAMA SISTEMA DE CONTROLE DE IRRIGAÇÃO



Fonte: Autoria própria, 2019.

O desenvolvimento do projeto foi executado como um todo de maneira experimental. O módulo central, os sensores (DHT22, YL-69, sensor boia) e os atuadores (Display OLED, módulo de relés, válvula solenoide e bomba de água) apresentados no decorrer do projeto foram implementados em uma *proto board* para testes de desempenho.

Para a execução dos testes foi utilizado uma bomba d'água submersiva e um microaspersor como exemplo para simulação de irrigação.

3.1.1 MÓDULO CENTRAL ESP8266

Para programação do módulo e ajuste de parâmetros foi utilizado a interface Arduino IDE juntamente com a biblioteca “*ESP8266WiFi.h*”. Para o uso da biblioteca foi necessário a inclusão da mesma na plataforma. O código de instrução que o módulo central irá executar está disposto no apêndice 2 e seu fluxograma presente no apêndice 1.

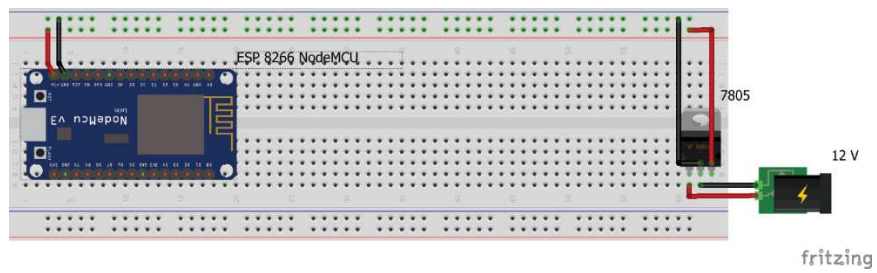
Com o módulo no local correto e pronto para receber as instruções, iniciou-se a implementação dos dispositivos periféricos.

Para executar a alimentação de energia, foi necessário o uso de um regulador de tensão. A ESP8266 pode ser facilmente alimentada com uma fonte de energia contínua que fornece 5 V, assim como a maioria dos dispositivos periféricos utilizados. Porém, a válvula solenoide aplicada no projeto exige a alimentação de energia contínua de 12 V, o que tornou necessário para o projeto o uso de um regulador de tensão para a alimentação do circuito. No projeto foi utilizado um regulador de tensão 7805, que possui a capacidade de regular tensões contínuas de entrada entre 7,5 V e 35 V para fornecer a tensão fixa de 5 V e possui a corrente máxima de saída de 1 A, o que permite seu uso, já que a fonte implementada será de 12 V e a corrente máxima obtida do circuito foi de 36 mA.

Segundo os dados fornecidos pelo fabricante do dispositivo, o regulador de tensão utilizado é composto por 3 pinos de conexão, o primeiro referente a tensão de entrada (VCC – 12 V), o segundo referente ao aterramento do circuito (referência, GND) e o terceiro pino foi responsável por dispor a tensão desejada.

Com os dados acima, foi possível realizar a conexão dos pinos do dispositivo para operar juntamente com o módulo ESP8266. O primeiro pino foi conectado ao polo positivo da fonte de alimentação que fornecerá energia para o circuito, o segundo à trilha de aterramento do circuito e da fonte de alimentação, e o terceiro pino foi conectado à trilha que irá alimentar o módulo e os sensores e módulo relé que será utilizado. A figura 6 seguir ilustra a implementação da ESP8266 com o regulador de tensão.

FIGURA 6 - LIGAÇÃO DA ESP8266 À FONTE DE ALIMENTAÇÃO COM C17805

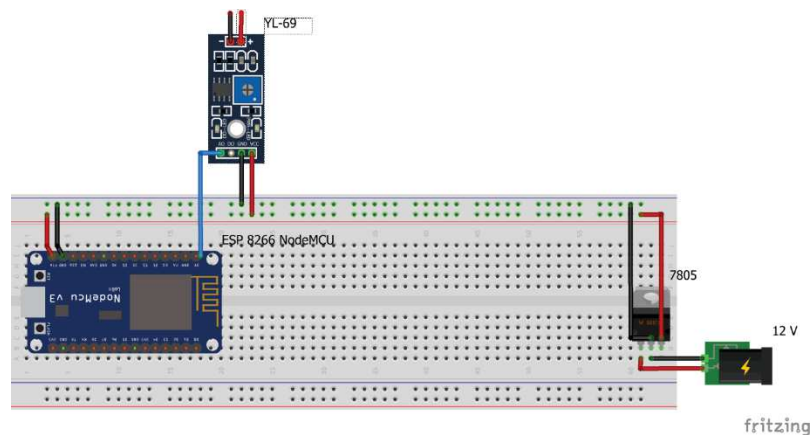


Fonte: Autoria Própria, 2019.

3.1.2 SENSOR YL-69

O próximo passo executado foi a implementação do sensor principal, o YL-69. O sensor possui um comparador LM-393 ligado à sonda. Este foi conectado ao módulo principal ESP8266 através da porta analógica “A0” que o módulo possui, já que este é o sensor que transmite a informação mais importante do projeto, a umidade do solo ao qual está presente. A saída analógica do sensor YL-69, representada no comparador de tensão LM-393 como “A0” foi conectada à entrada analógica da ESP8266 “A0” e então foi programado pela interface Arduino IDE para o módulo realizar constantes leituras na porta conectada. A Figura 7 ilustra a ligação do módulo com o sensor de umidade do solo.

FIGURA 7 - LIGAÇÃO DO SENSOR YL-69 AO CIRCUITO



Fonte: Autoria Própria, 2019.

O fio vermelho representa a conexão de alimentação do sensor, o preto a ligação de aterramento e o azul a ligação que responsável pela transmissão de informações analógicas constantes do sensor para o módulo utilizando o protocolo de comunicação *One Wire*.

3.1.3 SENSOR DE UMIDADE E TEMPERATURA DO AR - DHT22

O sensor DHT 22, responsável por realizar a leitura de temperatura ambiente e umidade relativa do ar, foi implementado no projeto através de leituras de dados digitais.

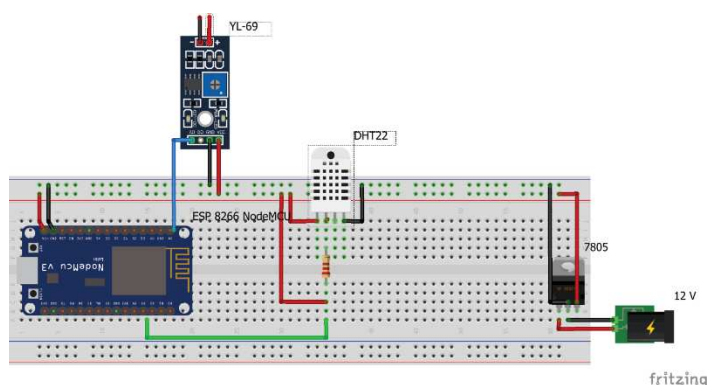
A ligação dos pinos do sensor foi realizada através de análise em seu *datasheet* que permitiu identificar as especificações de atuação de cada pino.

Ao realizar a análise de pinos do sensor encarando-o frontalmente, da esquerda para a direita, tem-se no primeiro pino, o receptor de alimentação (VCC); no segundo pino tem-se o responsável pela transmissão de dados (DATA); o terceiro pino não é utilizado e o quarto e último pino é responsável pela ligação do aterramento (“*Ground*”) do circuito.

O primeiro pino foi ligado na trilha de alimentação do circuito (+VCC) que irá energizar o sensor para seu funcionamento. O segundo pino (DATA) foi ligado a uma porta digital do Arduino, especificamente para a porta “D3” conexão baseada no protocolo de comunicação *One Wire*. No pino responsável pela comunicação, foi necessário a implementação de um resistor de 10 k Ω , com a função de “*Pull-up*” para um eficiente funcionamento. O quarto e último pino conectado foi o de aterramento, interligado com a referência (“*GND*”) do circuito.

Para utilizar o sensor DHT22 com o módulo ESP8266, foi necessário a implementação da biblioteca “*dht.h*”. A figura 8 ilustra a implementação do DHT22.

FIGURA 8 - LIGAÇÃO DO SENSOR DHT22 AO CIRCUITO



Fonte: Autoria Própria, 2019.

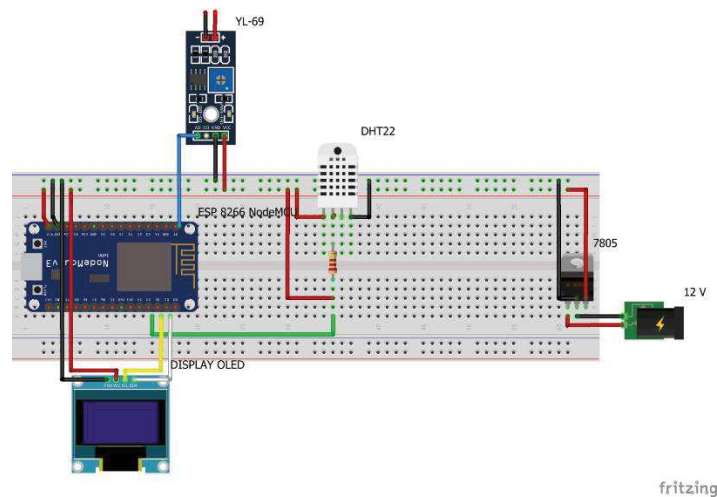
3.1.4 DISPLAY OLED

Foi utilizado um *display* para apresentar informações no local do sistema de automação. O dispositivo implementado foi um *display OLED serial* que pode apresentar informações facilmente através da biblioteca “ACROBOTIC_SSD1306.h”. O mesmo possui 4 pinos para conexão, sendo o primeiro (analisando o dispositivo frontalmente da esquerda para a direita) de alimentação (VCC), o segundo de referência (GND); o terceiro “SCL” referente a entrada de *clock* para o display e o quarto e último conector é o referente aos dados. O primeiro pino foi conectado à alimentação do circuito; o segundo à referência do circuito; o terceiro (SCL) ao pino digital “GPIO” do módulo “D1” e o quarto pino (SLA) ao pino GPIO do módulo “D0”. O protocolo de comunicação utilizado pelo *display* é o protocolo I2C. A figura 9 representa a ligação do display.

Para a apresentação de dados no display, foram utilizados os comandos:

- oled.init();
- oled.cleardisplay();
- oled.setXY();
- oled.putString();

FIGURA 9 - LIGAÇÃO DO DISPLAY OLED AO CIRCUITO



Fonte: Autoria Própria, 2019.

3.1.5 SENSOR DE NÍVEL (BOIA)

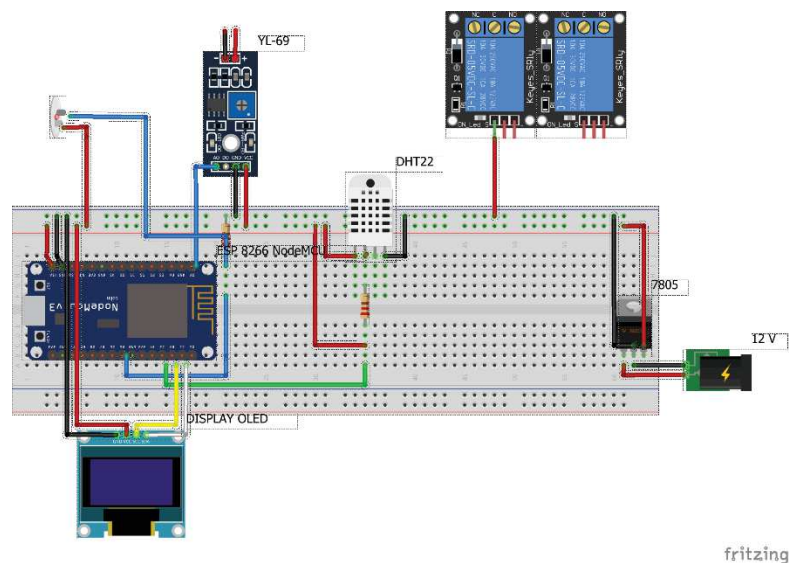
O sensor de nível utilizado foi o do tipo “boia” vertical, que possui um ímã como atuador. O funcionamento do sensor foi analisado experimentalmente. Quando a boia se encontrava na parte superior do sensor, o que seria representado como cheio, o dispositivo funcionaria como um curto circuito e quando a boia estivesse na parte inferior, representado como vazio, o dispositivo atuaria como um circuito aberto.

Tendo esta análise realizada, a figura 10 demonstra a implementação do sensor.

Foi conectado o primeiro pino do sensor (analisando-o da esquerda para a direita) à trilha alimentação do circuito (VCC) e o segundo conector do sensor foi ligado a uma porta digital do módulo, especificamente na porta “D5”. Juntamente ao conector que foi implementado no módulo, foi implementado um resistor de 2,2 k Ω como atuador “*pull-down*” para uma leitura condizente do sensor.

Para o uso do mesmo não foi necessário a implementação de biblioteca alguma, já que apenas seria realizada a leitura da porta do módulo. Este sensor possui a segunda maior prioridade de reação no circuito.

FIGURA 10 - LIGAÇÃO DO SENSOR DE NIVEL AO CIRCUITO



Fonte: Autoria Própria, 2019.

3.1.6 MÓDULO RELÉ

Como responsável pelo acionamento e desativação dos dispositivos atuantes (válvula solenoide e bomba d'água) foi implementado um módulo de relés de 2 canais, um responsável pelo acionamento e desligamento da válvula solenoide e o outro pelo acionamento e desligamento da bomba d'água.

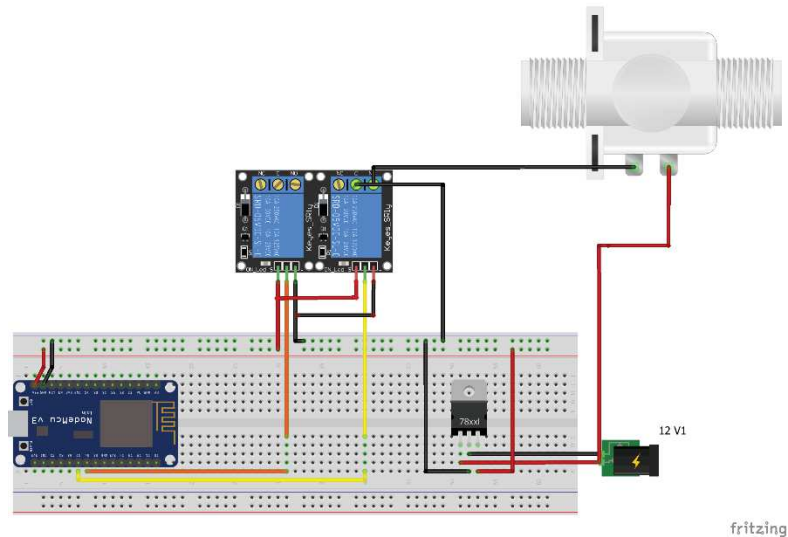
O módulo de relé possui 4 pinos de conexão, o primeiro (realizando a leitura encarando o módulo de relé frontalmente e da esquerda para a direita) foi ligado ao aterramento do circuito (GND); o segundo foi ligado a conexão de sinal para o acionamento da bomba d'água (saída D6 do módulo ESP8266); o terceiro foi ligado ao sinal de acionamento da válvula solenoide (saída "D7" do modulo ESP8266); o quarto, e último pino, foi ligado a alimentação do circuito de 5 V.

A figura 11 ilustra a ligação do módulo relé ao circuito.

Para o uso deste dispositivo juntamente com o módulo ESP8266 NodeMCU, não foi necessário o acréscimo de biblioteca alguma, já que seria necessário apenas um sinal digital para a atuação do módulo de relé sobre o sistema. Vale ressaltar que o funcionamento do módulo relé utilizado é inverso ao uso generalizado do sinal digital, ou seja, quando o módulo relé receber o sinal como zero, o relé será comutado

um “diodo de roda livre”, evitando assim correntes reversas que poderiam potencialmente danificar o circuito ao qual a válvula está integrada. A figura 12 ilustra a implementação da válvula no circuito.

FIGURA 12 - LIGAÇÃO DA VÁLVULA SOLENOIDE AO CIRCUITO



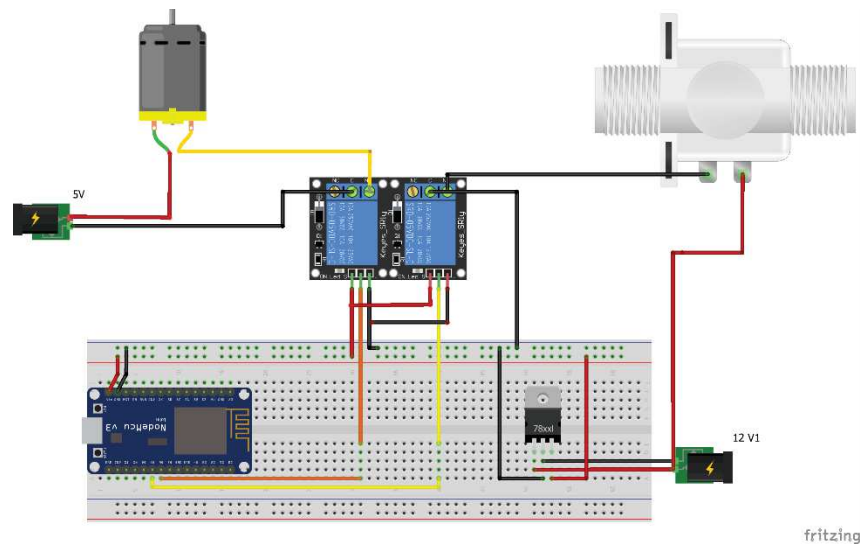
Fonte: Autoria Própria, 2019.

3.1.8 IMPLEMENTAÇÃO DE UMA BOMBA D'ÁGUA NO CIRCUITO

No desenvolvimento do protótipo, foi imposto ao circuito uma bomba d'água submersa de 5 V, apenas para padrões de exemplificação. Com o módulo relé aplicado, existe a possibilidade de se impor sobre o projeto tanto uma bomba d'água DC como uma bomba d'água AC, já que seu acionamento seria realizado pelo relé atuante e uma fonte de alimentação externa.

Para conectar a bomba d'água ao circuito foi necessária uma alimentação externa de 5 V, já que o dispositivo utilizado como simulação necessita desta tensão de alimentação. Foi utilizado uma fonte de alimentação externa devido ao fato de que a bomba d'água utilizadas em sistemas de irrigação geralmente possuem valores de tensão diferentes da tensão de alimentação do circuito. O polo positivo do motor da bomba foi conectado ao polo positivo da fonte de alimentação, o polo negativo da bomba foi conectado ao conector normalmente aberto do relé e na porta comum do relé, foi conectado o polo negativo da fonte de alimentação. A figura 13 demonstra a ligação da bomba d'água para atuação no circuito.

FIGURA 13 - LIGAÇÃO DA BOMBA D'ÁGUA AO CIRCUITO



Fonte: Autoria Própria, 2019.

3.1.9 APLICATIVO BLYNK

O aplicativo *BLYNK* pode ser adquirido na *Google store*. Através dele foi possível criar uma conta de registro e em seguida um novo projeto para receber e executar informações sobre o módulo principal.

Após criado a conta e o projeto, o aplicativo gera um código de autenticação que foi utilizado no módulo. Para que se tenha uma comunicação entre o módulo e os servidores do aplicativo, foi necessário o uso da biblioteca "*BlynkSimpleEsp8266.h*". O código de autenticação gerado pelo aplicativo para o projeto foi: "*9Kdv-OMb56PF7M6oI6te5yo9gW7cci06*".

O aplicativo permitiu o desenvolvimento de indicadores que apontavam os valores de umidade do solo e temperatura do ar. Foi possível desenvolver botões seletores entre os modos automático e manual e interruptor da bomba d'água para atuação de acionamento e desligamento do atuador.

O aplicativo também prove um registro de dados contínuo para que desta forma as leituras fiquem registradas por um longo período de tempo e assim o usuário poder analisá-los posteriormente.

Os comandos utilizados para envio de informações do módulo para os servidores do aplicativo foram:

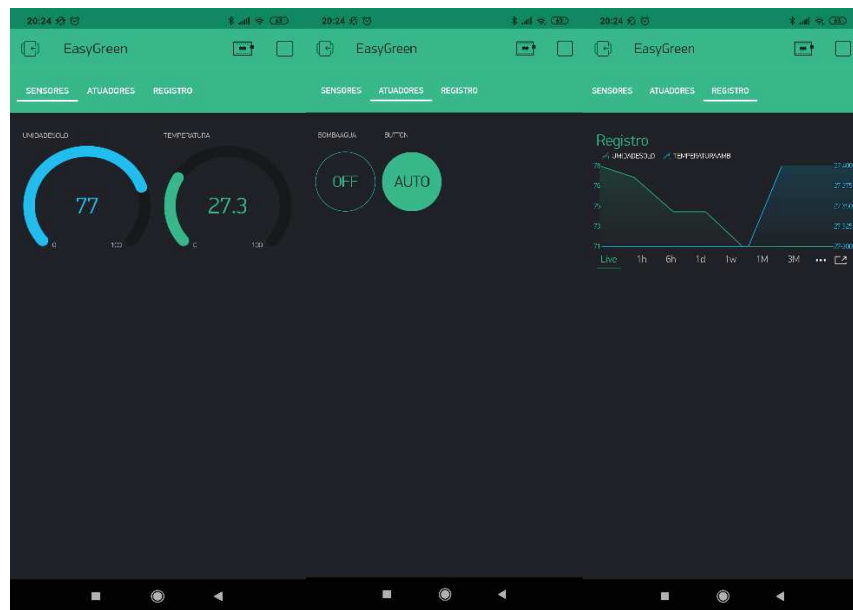
```
Blynk.run ();
```

```
Blynk.virtualWrite ();
```

```
BLYNK_WRITE ();
```

A figura 14 apresenta alguns itens desenvolvidos através do aplicativo.

FIGURA 14 - INTERFACE DO APLICATIVO BLYNK APRESENTANDO OS DADOS AO USUÁRIO



Fonte: Autoria Própria, 2019.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 LÓGICA DE PROGRAMAÇÃO

A lógica de programação desenvolvida para ser implementada no projeto se mostrou funcional, já que executou precisamente as instruções que foram estabelecidas.

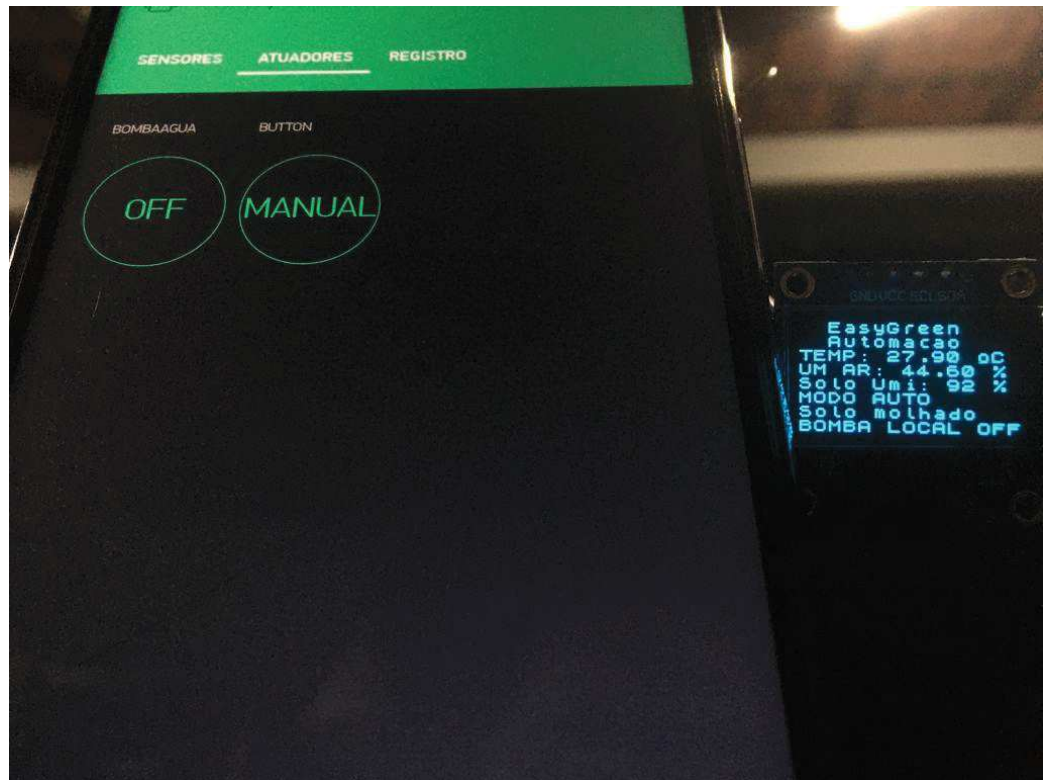
Os testes sobre as ações apontadas pela lógica foram realizados ao longo da implementação dos sensores, isto é, a cada dispositivo que foi agregado ao projeto, foi elaborado a lógica e testado sua atuação em sequência.

4.2 RESULTADOS NA ATUAÇÃO VIA APP

Os testes realizados referente a resposta do módulo para os comandos aplicados pelos botões criados no aplicativo *Blynk* foram realizados logo após a implementação física do projeto.

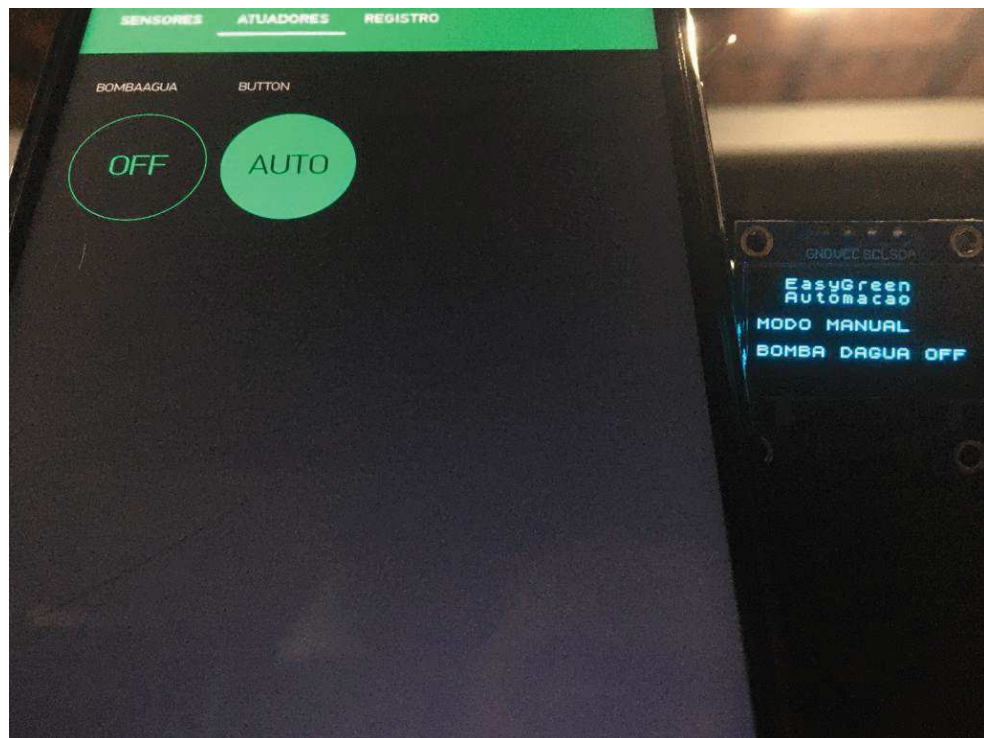
Ao pressionar o botão “AUTO/MANUAL” o módulo teve seu modo de operação alterado após um pequeno atraso de tempo. Há momentos que o tempo de resposta do módulo perante à interrupção gerada pelo aplicativo chega a 1 segundo o que não gera problemas no funcionamento do sistema. As figuras 15 e 16 apresentam a reação do sistema após pressionar o botão “AUTO/MANUAL”.

FIGURA 15 - SISTEMA APÓS PRESSIONAR O BOTÃO “AUTO/MANUAL”



Fonte: Autoria Própria, 2019.

FIGURA 16 - SISTEMA APÓS PRESSIONAR NOVAMENTE O BOTÃO “AUTO/MANUAL”



Fonte: Autoria Própria, 2019.

A mesma situação se aplica no botão interruptor do relé da bomba d'água. Ao pressioná-lo, em alguns momentos, o sistema apresenta um pequeno atraso de tempo, porém na maioria das vezes que se pressiona os botões, as respostas são imediatas. As figuras 17 e 18 apresentam as situações após pressionado o botão para acionamento e desativação da bomba percebe-se na figura 17 a bomba d'água está desativada, informação também apresentada no botão, escrita como "OFF". Já na figura 18, é notório o fluxo de água emitido pela bomba, apresentando-a como ligada, informação também apresentada no aplicativo através do botão de acionamento apresentando a palavra "ON".

FIGURA 17 – SISTEMA APÓS PRESSIONAR O BOTÃO "ON/OFF" DO ATUADOR DA BOMBA D'ÁGUA.



Fonte: Autoria Própria, 2019.

FIGURA 18 - SISTEMA APÓS PRESSIONAR NOVAMENTE O BOTÃO “ON/OFF” DO ATUADOR DA BOMBA D’ÁGUA.



Fonte: Autoria Própria.

Os atrasos inferiores a 1 segundo, anteriormente evidenciados, podem ser gerados devido ao tempo de envio das informações entre o aplicativo e os servidores da Blynk e dos servidores ao módulo ESP8266. Também deve ser levado em consideração o tempo de processamento dos dados recebidos, já que o módulo ESP8266 é responsável por executar diversas tarefas quando funcionando.

Através destes testes, também foi possível constatar o funcionamento do relé ao qual a bomba d’água estava ligado, tendo em vista que ao acionar o interruptor, via aplicativo, o relé teve seu estado comutado, demonstrando desta forma que o mesmo executou as instruções a ele impostas.

4.3 SENSOR HIGRÔMETRO YL-69

Para a análise dos dados obtidos do sensor higrômetro foi colocado a sonda em uma planta para a análise do solo ao qual ela estava plantada. Neste solo foi realizado a calibração do sensor. irrigou-se o solo e quando o mesmo estava visivelmente úmido, mapeou-se para que quando a sonda se depara-se com aquela situação, indicaria que o solo estaria com 110% de umidade, estimando um fator de

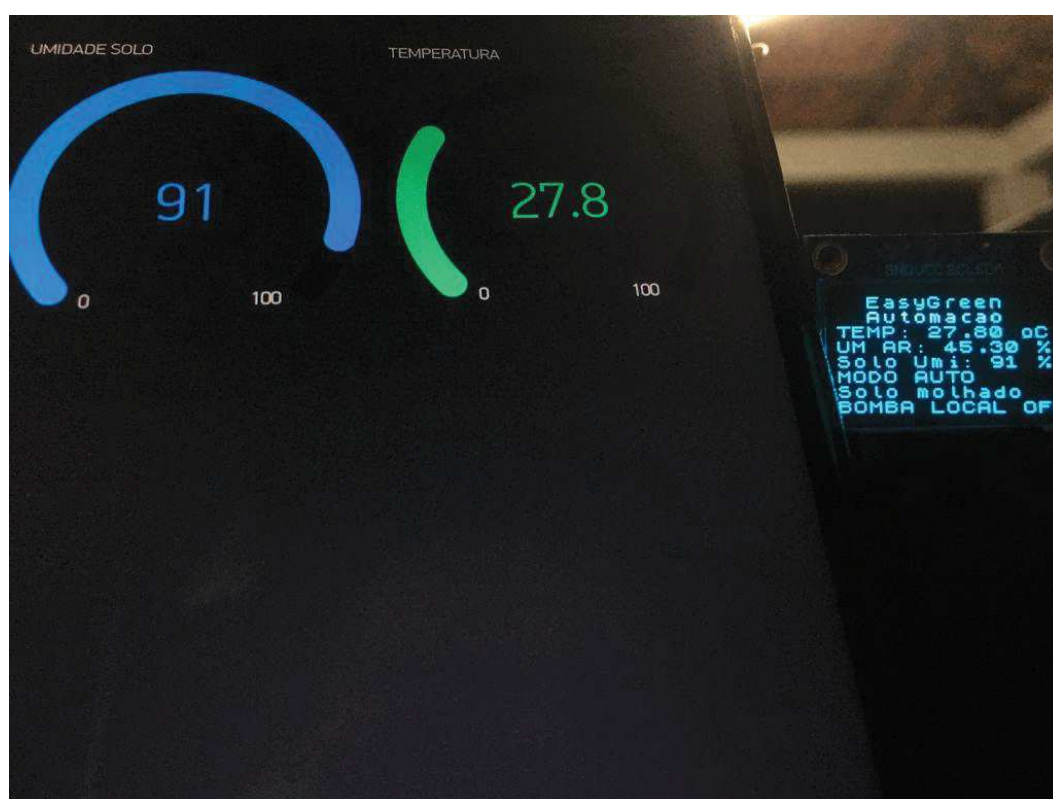
erro de 10% por perdas no sensor. O nível de 0% de umidade foi calibrado removendo a sonda do solo.

Alguns dias após realizada a calibração do sensor, o sistema foi testado sobre a mesma planta para realizar a leitura da umidade do solo e uma possível irrigação automática para elevar a umidade do mesmo.

A princípio foram conferidas as leituras que estavam sendo realizadas localmente com as informações apresentadas no aplicativo Blynk.

A figura 19 apresenta esta comparação.

FIGURA 19 - COMPARAÇÃO ENTRE AS INFORMAÇÕES DE UMIDADE DO SOLO NO APLICATIVO E NO DISPLAY OLED



Fonte: Autoria própria, 2019.

Os dados apresentados no aplicativo e no *display* de informações foram convergentes, constatando o correto funcionamento do sistema e da comunicação com o aplicativo.

O sistema permaneceu ligado no modo automático por aproximadamente 1 hora, com o intuito de obter uma leitura de umidade do solo inferior a 60%, para a bomba d'água realizar a irrigação. Para princípios de teste, a tubulação que conduziu

a água, teve sua saída próxima ao sensor, para ser observado o tempo de acionamento e desativação da bomba d'água pela leitura do sensor.

A figura 20, apresenta o gráfico de leitura do sensor de umidade do solo no aplicativo Blynk.

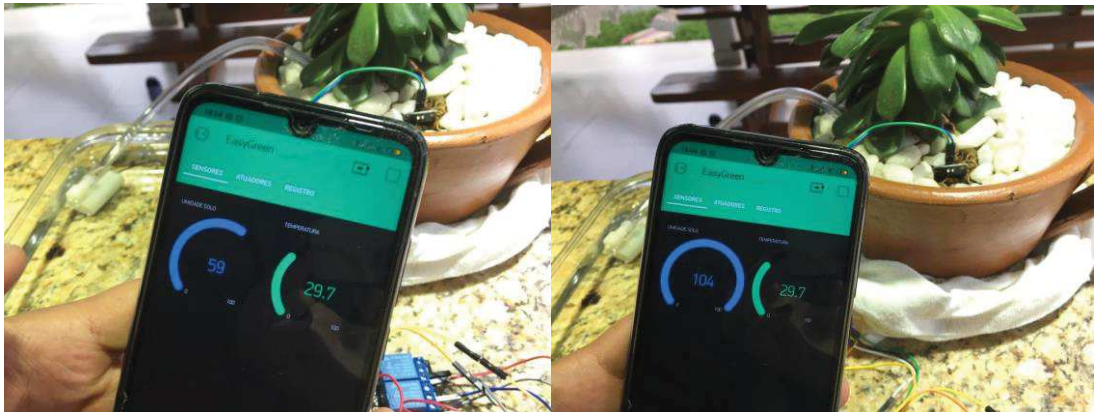
FIGURA 20 - GRÁFICO COM REGISTRO DE LEITURAS DO SENSOR YL-69 EM UM PERÍODO DE 1 HORA.



Fonte: Autoria Própria, 2019.

Pose-se ver no gráfico que as leituras do sensor mantiveram uma variação entre 60% a aproximadamente 80% na umidade do solo. A parte direita do gráfico mostra os valores lidos após uma rápida irrigação, que fez com que o valor percentual da umidade subisse de maneira abrupta atingindo um pico até mesmo superior a 100%, devido ao fato de que quando executados os testes, o jato de água estava sobre o sensor. O período em que a planta foi irrigada foi de aproximadamente 5 segundos e foi suficiente para deixar o solo visivelmente molhado, o que permite constatar um bom funcionamento do sensor e as atuações perante as leituras realizadas. A mudança de valores da umidade presente no solo antes e depois da irrigação está apresentada na figura 21.

FIGURA 21 - IMAGEM COMPARATIVA APRESENTANDO LEITURA DA UMIDADE DO SOLO ANTES E DEPOIS DA IRRIGAÇÃO AUTOMÁTICA.



Fonte: Autoria própria, 2019.

O sensor não apresentou uma linearidade consistente em suas leituras, podendo ser vistas nas variações apresentadas no gráfico, porém estas variações não ocasionam um mau funcionamento do sistema, já que o dispositivo pode identificar os momentos de necessidade de irrigação e o momento de parar a irrigação.

4.4 SENSOR TEMPERATURA E UMIDADE AMBIENTE

Para a análise de dados respectivos ao sensor DHT22 foi estabelecido um período aproximadamente de 1 hora em um ambiente arejado e sem a presença de sol na cidade de Campo Mourão, especificamente no dia 26 de novembro de 2019 entre 20:32 hrs e 21:32 hrs. Os dados obtidos podem ser vistos na figura 22.

FIGURA 22 - GRÁFICO DO REGISTRO DE LEITURA DE UMIDADE DO AR E TEMPERATURA DO AR EM UM PERÍODO DE 1 HORA



Fonte: Autoria Própria, 2019.

Na figura 22, temos os valores de temperatura representados pela linha verde. É possível ver que no período analisado, a temperatura variou de 26,7°C para 25,1°C. Os resultados apresentados foram satisfatórios tendo comparado com os dados provindos da fonte “*The Weather Channel*” que apontou variações entre 22 e 25°C no dia e região e região em que projeto se fez presente.

Os valores de umidade do ar estão sendo representados pela linha de cor branca. É possível ver que a variação do mesmo foi contrária à variação da temperatura. No período, a umidade relativa do ar variou de 77% para 86%.

Analisando os dados obtidos, pode ser visto que os resultados foram satisfatórios, já que as medidas foram realizadas em local coberto e seco, e apesar disto os dados se aproximam da média apresentada pelo canal informativo de temperatura e umidade anteriormente citado, como mostra a figura 23.

Os dados provindos do sensor de temperatura e umidade ambiente, não apresentam influência sobre o funcionamento do controle de irrigação.

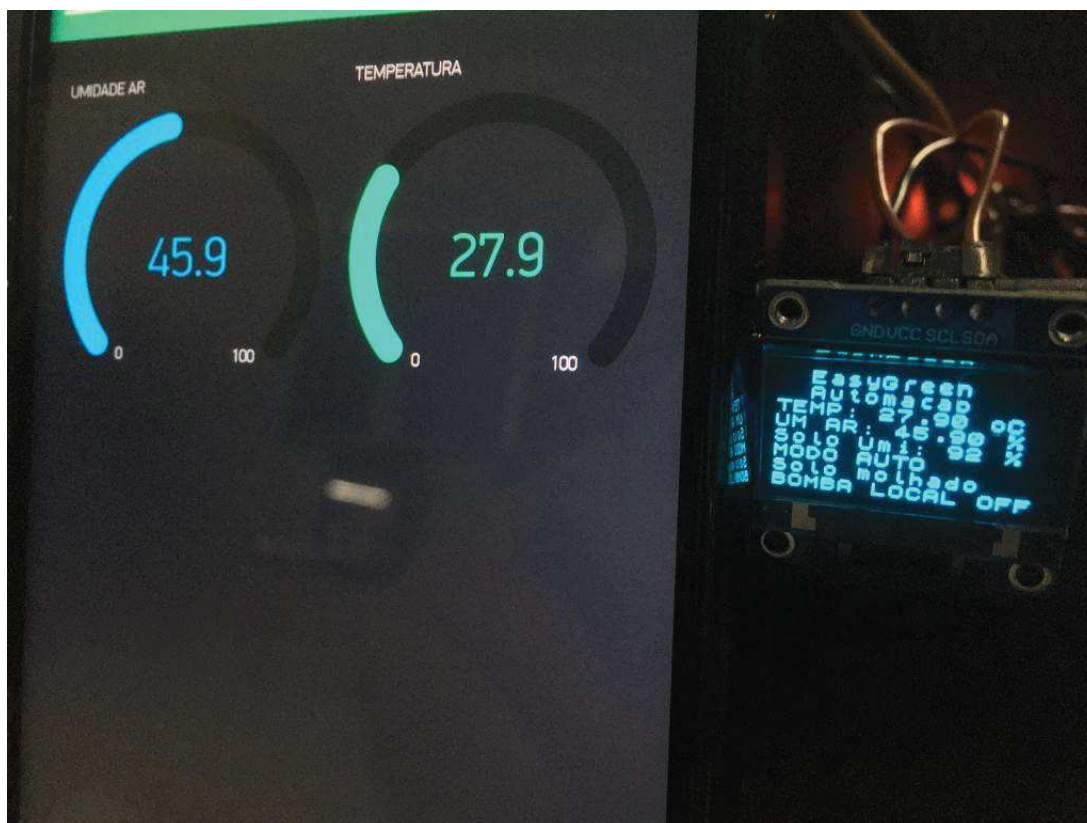
FIGURA 23 - TEMPERATURA E UMIDADE MÉDIA DA CIDADE DE CAMPO MOURÃO REFERENTE AO DIA 26/11/2019.



Fonte: *The Weather Chennel*, 2019.

A figura 24 mostra o *display OLED* apresentando as informações de temperatura e umidade do ar e comparando-as com as mesmas informações apresentadas no aplicativo para o usuário.

FIGURA 24 - COMPARAÇÃO ENTRE OS DADOS DE UMIDADE DO AR E TEMPERATURA DO AR APRESENTADOS NO APLICATIVO E NO DISPLAY OLED



Fonte: Autoria Própria, 2019.

4.5 CONTROLE DE NÍVEL

O sensor de nível do tipo boia que foi utilizado como método de proteção para a bomba d'água e atuador para a válvula solenoide produziu resultados satisfatórios. Para seu teste, utilizou-se o mesmo reservatório onde estava a água ao qual a bomba d'água. Quando a mesma estava ativada, operando no modo automático, foi removido o sensor com o intuito de observar a reação do sistema. De maneira imediata a bomba d'água foi desativada e paralelamente a válvula solenoide teve seu estado alterado para aberta.

Como forma de teste sobre a leitura do sinal provindo do sensor de nível, foi monitorado através do monitor serial da Arduino IDE o sinal lido do sensor durante um

período de 60 segundos que apresentou 19 leituras de dados providos do sensor. Ao decorrer do tempo, foi alterado o estado da boia algumas vezes para observar a alteração do sinal recepcionado pela ESP8266. A Figura 25 apresenta os sinais lidos no período acima citado.

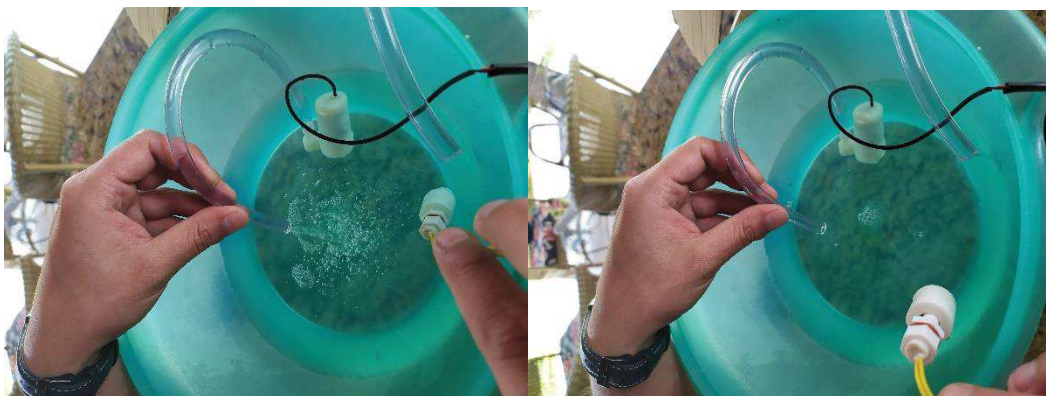
FIGURA 25 - LEITURA DAS INFORMAÇÕES DO SENSOR DE NÍVEL VIA SERIAL

```
COM3
boia:1SEM AGUA
boia:1SEM AGUA
boia:0COM AGUA
boia:0COM AGUA
boia:0COM AGUA
boia:1SEM AGUA
boia:1SEM AGUA
boia:0COM AGUA
boia:0COM AGUA
boia:1SEM AGUA
boia:1SEM AGUA
boia:0COM AGUA
boia:0COM AGUA
boia:1SEM AGUA
boia:1SEM AGUA
boia:0COM AGUA
boia:1SEM AGUA
boia:1SEM AGUA
boia:1SEM AGUA
```

Fonte: Autoria Própria, 2019.

Na figura 26 tem-se o registro da reação do sistema perante a informação recepcionada do sensor de nível pelo módulo ESP8266 NodeMCU.

FIGURA 26 - TESTE DA REAÇÃO DO SISTEMA PELA ATUAÇÃO DO SENSOR DE NÍVEL



Fonte: Autoria Própria, 2019.

Com este teste, também foi possível constatar o funcionamento do relé atuante sobre a válvula solenoide e a válvula em si. Foi visto que o módulo relé alterou o estado dos seus 2 canais devido a interrupção gerada pelos dados providos do

sensor de nível. A válvula solenoide também respondeu de forma condizente as instruções, já que ao ter removido a boia do recipiente com água, a válvula alterou seu estado permitindo assim a passagem de água.

4.6 DIMENSIONAMENTO DA BATERIA

Para realizar o dimensionamento da bateria necessária para regular funcionamento do projeto foi necessário realizar a medição da corrente que o circuito consumiria quando funcionando, com todos os dispositivos operando. Com uma fonte de alimentação de 12 V, devido as especificações da válvula solenoide e o circuito aberto, realizou-se as medições de corrente. Os valores obtidos foram de 36 mA com a válvula solenoide ativada e 32 mA com a válvula solenoide desativada. Para um melhor dimensionamento da bateria, adotou-se como valor de consumo de corrente 36 mA. A potência do projeto foi de 0,432 W.

Tem-se que o circuito possui um consumo máximo de corrente elétrica de 36mA, e deseja-se que o mesmo permaneça constantemente ligado. Com isso, pode-se determinar que a corrente total consumida diariamente multiplicando a corrente do circuito pelo tempo:

$$I_c = 36m * 24 = 0,864 Ah$$

Tem-se então que a energia consumida é de 0,864 Ah durante 1 dia.

Desta forma o próximo passo é contabilizar o fator de correção devido a recarga de bateria e perdas de rendimento do painel solar, devido a temperatura elevada, poeira e envelhecimento. Adota-se 30% do valor anterior.

$$I_c = 0,864 + 30\% = 1,056 Ah$$

A corrente mínima fornecida pelo painel é determinada pelo produto entre a corrente exigida pelo circuito e o tempo de sol pico incidido na região ao qual o sistema será implementado.

Segundo o Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de S. Brito (CRESESB, 2019), na região de Campo Mourão, existe uma média de 4,88 (4 horas e 52 minutos) horas de sol pico.

$$I_m = \frac{1,056}{4,88} = 0,216 \text{ A}$$

Tem-se então que a corrente mínima diária que deve ser gerada pelo painel durante o período citado é de 0,216 A.

O controlador de carga para este sistema deve suportar uma corrente mínima de 0,216 A e uma potência mínima de 2,6 W.

A seleção do controlador deve suportar no mínimo a corrente e a potência acima relatada.

Um tipo de bateria estacionária que pode ser implementada é a de fundo raso, que possui um ciclo raso de 20% a 40% de descarga. Sua capacidade mínima pode ser prevista ao realizar o produto da capacidade mínima da bateria calculada (I_c) sem correção por 1,1 (fator de segurança para a bateria) e pelo tempo que o circuito deve operar sem que haja presença de irradiação solar, esse valor deve ser dividido pelo valor mínimo do ciclo da bateria, que no caso é de 20%.

$$Bateria = \frac{0,864 * 1,1 * 3}{0,2} = 14,256 \text{ Ah}$$

Tendo como base o cálculo associado a valores comerciais, é correto implementar para o circuito uma bateria de 12 V e 15 A. Com estas especificações não se tem danos a bateria para o funcionamento correto do sistema de controle de irrigação durante o período de 3 dias.

Por fim, para determinar qual painel solar pode ser implementado no circuito, deve observar a corrente necessária para manter a carga da bateria e a tensão necessária para que se execute a carga da mesma, no caso de uma bateria de 12 V, a tensão fornecida para ela, deve ser de pelo menos 13,8 V.

Segundo dados apresentados pela empresa Minha Casa Solar (2019), o painel solar KST-10, consegue fornecer uma tensão de pico de 17,4 V e uma corrente de 0,58 A. Uma placa solar será suficiente para carregar a bateria no tempo de media diário apresentado pelo CRESESB na região de Campo Mourão.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos através dos testes realizados e apresentados anteriormente atestaram o funcionamento do projeto. O sistema se mostrou capaz de realizar constantes leituras da umidade do solo, da temperatura ambiente e também da umidade relativa presente no ambiente e apresentá-las em um *display* para serem monitoradas. Através destas informações lidas o sistema também se mostrou capaz de controlar a umidade do solo através do acionamento e desativação de um sistema de irrigação, atuando por meio de um relé.

Quanto ao aplicativo, os testes também permitiram chegar a uma conclusão desvelada a respeito de sua atuação. O aplicativo se mostrou capaz de realizar a recepção de dados e apresentá-las para o usuário. Também pode ser constatado a correta atuação do aplicativo sobre as interrupções esperadas pelo sistema, como alternância entre execução do sistema em modo manual e automático e também ativação e desativação da bomba d'água em modo manual.

O sensor de nível, incumbido de realizar a atuação segura da bomba d'água na irrigação, mostrou uma atuação eficiente sobre o projeto, já que em questão de segundos efetuou a desativação da bomba d'água ou inibiu a ativação da mesma na ausência de água no reservatório.

O dispositivo ESP8266 NodeMCU, apesar de possuir um baixo custo e capacidade de processamento limitada, se mostrou eficiente em administrar todos os comandos impostos pelo código implementado.

Para deixá-lo mais atrativo, o dispositivo deve dispor de uma fonte de energia autossustentável, suprido por uma bateria estacionária implementada em um sistema de energia solar. A escolha da bateria estacionária deve ser bem analisada e de acordo com a autonomia desejada. Além disso, uma vez que as baterias são dispositivos de alto custo e precisa ser levado em consideração a necessidade de uma bateria adequada para o sistema projetado.

Devido a questões de custo, a implementação de uma fonte de energia solar não é viável a nível de protótipo, já que, segundo a Minha Casa Solar, os painéis solares apresentados podem ultrapassar valores de 100 reais (dados de 11/2019). A implementação de uma fonte de energia autônoma (uso de painéis solares) e a adição de uma placa de circuito impresso valorizariam significativamente o projeto, tanto em sua funcionalidade, como também em sua estética.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Danilo. Sensor de umidade do solo com Arduino-Higrômetro, **Sensores, módulos, Arduino, elétrica e eletrônica**. 10 de nov. de 2017. Disponível em: <<https://portal.vidadesilicio.com.br/sensor-de-umidade-do-solo-higrometro/>>. Acesso em: 01 de maio de 2019.

ALMEIDA, Lucas. “Sensores de umidade, como funcionam e por que usa-los?”. **Nexxto soluções tecnológicas**, São Paulo – SP, 27 de out. de 2017. Disponível em: < <https://nexxto.com/sensores-de-umidade-como-funcionam-e-por-que-utiliza-los/> >. Acesso em: 04 de jun. de 2019.

ALVES, Paulo. O que é OLED?. **TechTudo**. 10 de setembro de 2012. Disponível em: <<https://www.techtudo.com.br/artigos/noticia/2012/09/o-que-e-oled.html>>. Acesso em: 10 de agosto de 2019.

ARDUINO E CIA: Sensor de temperatura e umidade DHT22 (AM2302). **Arduino & Cia**. 3 de fevereiro de 2015. Disponível em: <<https://www.arduinoecia.com.br/sensor-de-temperatura-e-umidade-dht22/>>. Acesso em: 12 de agosto de 2019.

Baterias estacionárias, qual o uso de uma bateria estacionária? **Moura – baterias**, América do sul, 01 de fev. de 2017. Disponível em: <<https://www.moura.com.br/noticias/qual-o-uso-de-uma-bateria-estacionaria/>>. Acesso em: 13 de abril de 2019.

BEGA, Egídio Alberto; DELMÉE, Gerard Jean; COHN, Pedro Estéfano; BULGARELLI, Roberval; KOCH, Ricardo; SCHMIDT, Vitor Finkel. **Instrumentação Industrial**.3ª ed. Rio de Janeiro: Interciência 2011. xxv, 668p. E-book.

BERTOLETI, Pedro. **Planta IoT com ESP8266 Node MCU - Parte4**, FlípeFlop. 6 de jun. de 2017. Disponível em: <https://www.filipeflop.com/blog/planta-iot-com-esp8266-nodemcu-parte-4/>. Acesso em: 25 de maio de 2019. Acesso em: 20 de maio de 2019.

BISCARO, Guilherme Augusto. **Sistemas de irrigação por Aspersão**. Dourados, MS: Editora da UFDG, 2009. 134p. E-book. Disponível em: < <http://files.ufgd.edu.br/arquivos/arquivos/78/EDITORA/catalogo/sistemas-de-irrigacao-por-aspersao.pdf> >. Acesso em: 13 de abril de 2019.

BRAGA, Marcos Brandão; CALGARO, Marcelo. Sistema de produção de melancia – irrigação, **Embrapa Seminário**, ago. de 2010. Disponível em < <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Melancia/SistemaProducaoMelancia/irrigacao.htm>>. Acesso em: 15 de maio de 2019.

Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de S. Brito/CEPEL, SunData. **CRESESB**. Cidade Universitária, Rio de Janeiro – RJ, Setembro de 2019. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata&>>. Acesso em: 02 de setembro de 2019.

ENEL. Placas solares. **Enel X**. nov. 2016. Disponível em :<https://www.enelx.com.br/wp-content/uploads/2017/01/enel_ebook_placasolar_NOVEMBRO2016.pdf>. Acesso em: 08 de abril de 2019.

HOSTGATOR: O que é Internet das Coisas e como funciona. **Hostgator Brasil**, Florianópolis – SC, 17 de mai. de 2018. Disponível em: <<https://www.hostgator.com.br/blog/internet-das-coisas/>>. Acesso em: 13 de abril de 2019.

IMHOFF, Johninon. **Desenvolvimento de conversores estáticos para sistemas fotovoltaicos autônomos**. 2007. Dissertação de mestrado – Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2007, 146f. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/8608/JOHNINSONIMHOFF.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 08 de abril de 2019.

JUNIOR, Oziris. Sensor horizontal para nível de caixa d'água / tanque/ aquário. **OzirisBlog**, 14 de dez. de 2017. Disponível em <http://ozirisjunior.com.br/sensor-horizontal-para-nivel-de-caixa-dagua-tanque-aquario/>. Acesso em: 05 de maio de 2019.

MARQUELLI, Waldir Aparecido. Irrigação. Embrapa Hortaliças, sistema de produção 5, ISSN 1678-880X versão eletrônica, jun. 2008. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Cenoura/Cenoura_Daucus_Carota/irrigacao.html>. Acesso em :13 de abril de 2019.

Minha Casa Solar – L&F Comércio, Projetos e Consultoria LTDA. **Painel Solar 10W Kyocera Solar**. Contagem, Minas Gerais, setembro de 2019. Disponível em: <<https://www.minhacasasolar.com.br/produto/painel-solar-10w-kyocera-solar-kst10-79220>>. Acesso em: 03 de setembro de 2019.

MORAIS, José. O que é ESP 8266 – A família ESP e o NodeMCU. **Vida de Silício**, 9 de jun. de 2017. Disponível em: <<https://portal.vidadesilicio.com.br/o-que-esp8266-nodemcu/>>. Acesso em: 2 de maio de 2019.

NUNEZ, Ronaldo; SERRANO, Tiago M. Introdução ao Blynk. **EMBARCADOS**. 08 de maio de 2018. Disponível em: <<https://www.embarcados.com.br/introducao-ao-blynk-app/>>. Acesso em: 13 de agosto de 2019.

O potencial da internet das coisas. **Blynk**, 2019. Disponível em: <<https://blynk.io/about>>. Acesso em: 15 de agosto de 2019.

OLIVEIRA, Euler. Como usar com Arduino – Módulo Relé 5V de 2 canais. **MasterWalker eletronic shop blog**, 19 de novembro de 2018. Disponível em: <<https://blogmasterwalkershop.com.br/arduino/como-usar-com-arduino-modulo-rele-5v-de-2-canais/>>. Acesso em 15 de agosto de 2019.

OLIVEIRA, Greici. NodeMCU – Uma plataforma com características singulares para seu projeto IoT. **MasterWalker eletronic shop blog**, ago. 2016. Disponível em:

<<http://blogmasterwalkershop.com.br/embarcados/nodemcu/nodemcu-uma-plataforma-com-caracteristicas-singulares-para-o-seu-projeto-iot/>> . Acesso em: 08 de abril de 2019.

OLIVEIRA, Rubens A.; MAROUELLI, Waldir A.; SILVA, Washington L.C. Irrigação da Cultura da Cenoura. Embrapa Hortaliças, Circular Técnica 48, ISSN 1415-3033 versão eletrônica, Brasília, DF; jan. 2007. Disponível em: <www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/ct_48_000gvxvkk9k02wx7ha0g934vgrw mjhcl.pdf> . Acesso em: 25 de jun. de 2019

PAULINO, Janaina; FOLEGATTI, Marcos Vinícius; ZOLIN, Cornélio Alberto; SÁNCHEZ-ROMAN, Rodrigo Máximo; VIEIRA, Jefferson José. Situação da agricultura irrigada no Brasil de acordo com o censo agropecuário 2006. In: **Irriga**, Botucatu, v. 16, n. 2, p. 163-176, abr.-jun. de 2011. Disponível em: <<https://ainfo.cnptio.embrapa.br/digital/bitstream/item/47913/1/2011AP16.pdf>>. Acesso em: 13 de abril de 2019.

PELAYO, Roland. Introdução ao NodeMCU e Arduino IDE. **Teach me micro**, 29 de abr. de 2017. Disponível em: <<https://www.teachmemicro.com/intro-nodemcu-arduino/>>. Acesso em: 13 de abril de 2019.

RENNÓ, Décio. Enenheiro. **Transmissão de dados**, 2019. Disponível em: <http://www.geocities.ws/decioenno/Eletricidade/TD10_1wire_Can.pdf>. Acesso em: 26 de novembro de 2019.

RIBEIRO, Amarolina. "O que é agricultura?". **Brasil Escola**. Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/geografia/o-que-e-agricultura.htm>>. Acesso em: 02 de abril de 2019.

ROBOCOLE, tecnologia Ltda. Sua tecnologia à prova. **Comparação entre Protocolos de Comunicação Serial**. Av. Honorio Alvares Penteado, 97, Santana de Parnaíba, São Paulo. Disponível em: <https://www.receita.fazenda.gov.br/pessoajuridica/cnpj/cnpjreva/Cnpjreva_Comprova nte.asp>. Acesso em: 26 de novembro de 2019.

RODRIGUES, Valdinei dos Reis. I2C – Protocolo de Comunicação. **Arduinobr**, 2014. Disponível em: <<http://www.arduinobr.com/arduino/i2c-protocolo-de-comunicacao/>> . Acesso em: 08 de abril de 2019.

ROVAI, Marcelo. “ArduFarmBot 2” – Sistema automático para irrigação e calor, agora com o NodeMCU e Blynk. **MJRobot.org**, 21 de fevereiro de 2017. Disponível em: <<https://mjrobot.org/2017/02/21/ardufarmbot-2-sistema-automatico-para-irrigacao-e-calor-agora-com-o-nodemcu-e-blynk/>>. Acesso em 17 de outubro de 2019.

SEIDEL, Álysson Raniere. **Instrumentação Aplicada**. 3 ed. – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, 106p. 2011. Disponível em: <https://www.ufsm.br/unidades-universitarias/ctism/cte/wp-content/uploads/sites/413/2018/11/18_instrumentacao_aplicada.pdf> . Acesso em: 08 de abril de 2019.

SILVA, Bruno Oliveira. Além das coisas. **Medium**, 30 de abr. de 2011. Disponível em: <https://medium.com/@bruno_live/iot-01-al%C3%A9m-do-hype-da-internet-das-coisas-4b3785cb09e6>. Acesso em: 13 de abril de 2019.

STROSKI, Pedro N. O que é OLED?. **Eletrical library.com**. 9 de agosto de 2018. Disponível em: <<http://www.electricalibrary.com/2018/08/09/o-que-e-oled/>>. Acesso em: 13 de agosto de 2019.

SUYAMA, Maria. Protocolo de Comunicações. <**criarweb.com**>, 02 de maio de 2006. Disponível em: <<http://www.criarweb.com/artigos/533.php>>. Acesso em: 13 de abril de 2019.

TEIXEIRA, Camilo L. de Andrade. Seleção de Sistema de Irrigação. **Ministério da agricultura pecuária e abastecimento**, circular técnica, 14, ISSN 1679-1150, Sete Lagoas – MG, dez. de 2001. Disponível em: <http://docsagencia.cnptia.embrapa.br/milho/circular_14-selecao_do_sistema_de_irrigacao.pdf>. Acesso em: 08 de abril de 2019.

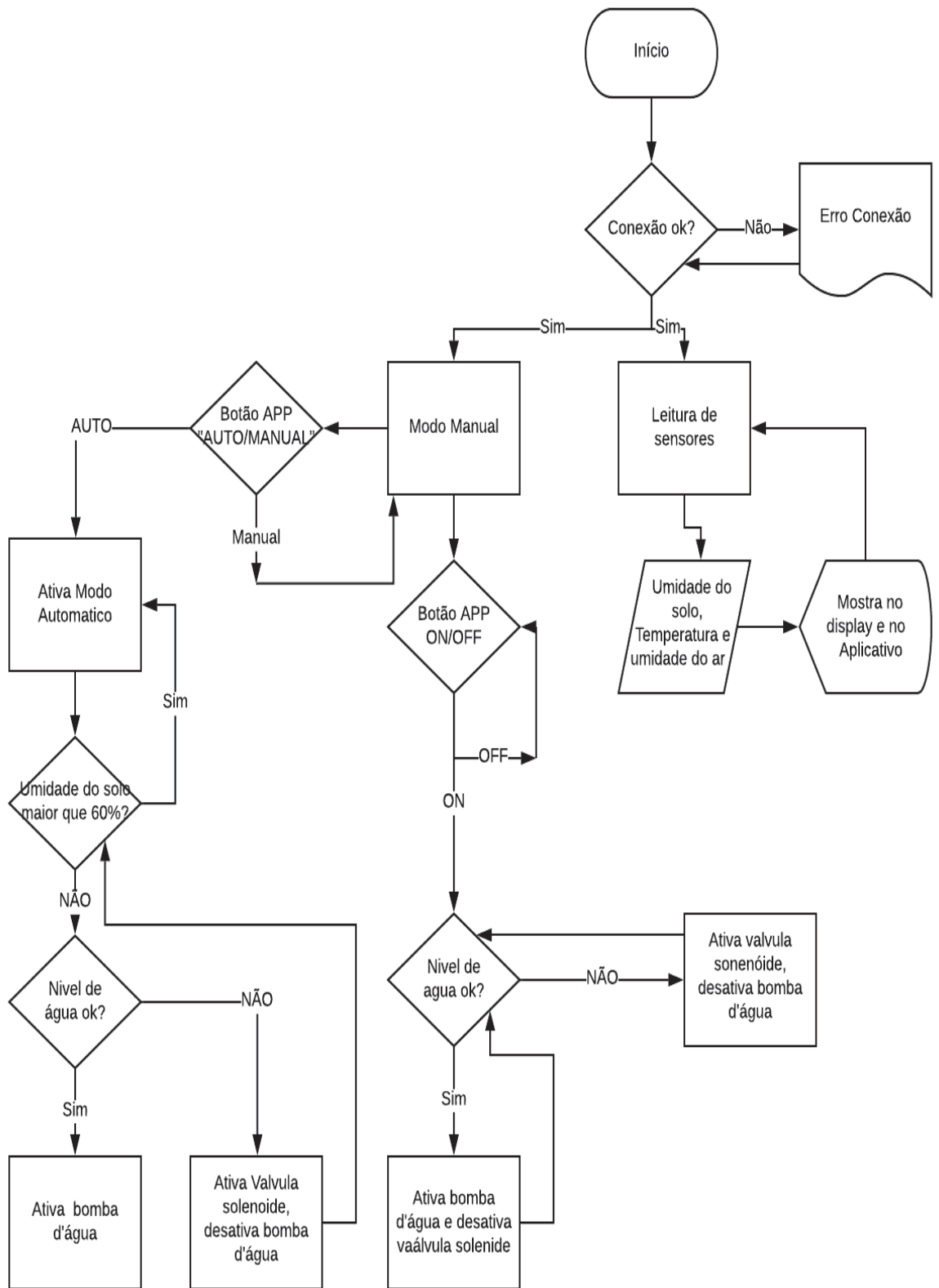
The Weather Channel. **IBM Clound**. Clima na sua região. Disponível em: <<https://weather.com/pt-BR/clima/hoje//Campo+Mour%C3%A3o+Paran%C3%A1?canonicalCityId=b1b03b48275cc69b91f30c7f112d67337b4e7485c075bfa61a535ef26580472d>>. Acesso em 12 de outubro de 2019.

THOMAZINI, Daniel; ALBUQUERQUE, Pedro U. B. de. **Sensores Industriais: fundamentos e aplicações**. 8ª edição revisada e atualizada. São Paulo: Érica, 2011. 224p. Disponível em <<http://livroexatas.blogspot.com/2013/11/sensores-industriais-fundamentos-e.html>>. Acesso em: 10 de abril de 2019.

THOMSEN, Adilson. Monitore sua planta usando Arduino. **Filipeflop**, 7 de junho de 2016. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/blog/monitore-sua-planta-usando-arduino/>>. Acesso em 15 de agosto de 2019.

DHT22 - SENSOR DE UMIDADE E TEMPERATURA. **Vida de Silício**, Serra – ES, 2019. Disponível em: <https://www.vidadesilicio.com.br/dht22-sensor-umidade-temperatura>. Acesso em: 5 de maio de 2019.

APÊNDICE 1 – FLUXOGRAMA DO CÓDIGO.



APÊNDICE 2 – CÓDIGO EM LINGUAGEM C IMPLEMENTADO NA ESP8266.

```
//Código TCC2 SISTEMA DE AUTOMAÇÃO E CONTROLE DE IRRIGAÇÃO
```

```
#define soilMoisterPin A0
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
#include <ACROBOTIC_SSD1306.h>
#include "DHT.h"
#define DHTPIN D3
#define DHTTYPE DHT22
#define SOLO_SECO 60
#define SOLO_MOLHADO 88
#define PUMP_PIN D6
#define VALVULA_PIN D7
#define BOIA2_PIN D5
#define BOTAO_PIN D0
int statusb = 0;
int valvstatus = 0;
int inf;
int bombinha=0;
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

char ssid[]="Maciel 2";
char pass[]="nemtemsenha";
char auth[]="9Kdv-OMb56PF7M6ol6te5yo9gW7cci06";

BlynkTimer timer;
#include <SPI.h>
#include <Wire.h>
int soilMoister=0;
float temperatura=0;
float umidadear=0;
int boias;
```



```

int AUTO=0;
void setup()
{
  Serial.begin(115200);
  delay(10);
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
  pinMode(PUMP_PIN,OUTPUT);
  digitalWrite(PUMP_PIN,HIGH);
  pinMode(BOIA2_PIN,INPUT);
  pinMode(VALVULA_PIN,OUTPUT);
  pinMode(BOTAO_PIN,INPUT);
  dht.begin();
  Serial.println("\nEasyGreen\n");
  Serial.println(".... Starting Setup");
  Serial.println(" ");
  Blynk.begin(auth, ssid, pass);
  Wire.begin();
  oled.init();
  oled.clearDisplay();
  oled.setTextXY(0,0);
  oled.putString(" EasyGreen\n");
  oled.setTextXY(1,0);
  oled.putString(" Automacao ");

}

void loop()
{
  timer.run();
  Blynk.run();
  getSoilMoisterData();
  getDhtData();
  delay(2500);
  boia();
}

```

```

    sendUptime();
    bombaAgua();
}

void boia()
{
    boias=digitalRead(BOIA2_PIN);
    Serial.print("boia:");
    Serial.print(boias);
    if (boias==1){
        oled.setTextXY(7,0); oled.putString("          ");
        oled.setTextXY(7,0);
        oled.putString("SEM AGUA");
        Serial.println("SEM AGUA");
        statusb=0;
        digitalWrite(VALVULA_PIN,HIGH);
    }
    else if(boias==0){
        statusb=1;
        digitalWrite(VALVULA_PIN, LOW);
        Serial.println("COM AGUA");
    }
}

void getSoilMoisterData(void)
{
    soilMoister = 0;
    delay (500);
    int N = 3;
    for(int i = 0; i < N; i++)
    {
        soilMoister += analogRead(soilMoisterPin);
        delay(150);
    }
    soilMoister = soilMoister/N;
}

```

```

soilMoister = map(soilMoister, 550, 1024, 0, 100);
soilMoister = 100-soilMoister;
Serial.println(soilMoister);
oled.setTextXY(4,0);
oled.putString("Solo Umi: " + String(soilMoister) + " %");
if(soilMoister<=SOLO_SECO){
  oled.setTextXY(6,0); oled.putString("          ");
  oled.setTextXY(6,0);
  oled.putString("Solo Seco");
  inf=1;
}
else if(soilMoister>SOLO_SECO && soilMoister<SOLO_MOLHADO){
  oled.setTextXY(6,0); oled.putString("          ");
  oled.setTextXY(6,0);
  oled.putString("Umidade solo ok");
  inf=0;
}
else if(soilMoister>=SOLO_MOLHADO){
  oled.setTextXY(6,0); oled.putString("          ");
  oled.setTextXY(6,0);
  oled.putString("Solo molhado");
  inf=0;
}
}
void getDhtData(void)
{
  float tempIni = temperatura;
  float humIni = umidadear;
  temperatura = dht.readTemperature();
  umidadear = dht.readHumidity();
  //Serial.println("Temperatura:");
  //Serial.println(temperatura);
  oled.setTextXY(2,0);
  oled.putString("TEMP: " + String(temperatura) + " oC");

```

```

oled.setTextXY(3,0);
oled.putString("UM AR: " + String(umidadear) + " %");
if (isnan(umidadear) || isnan(temperatura))
{
  Serial.println("FALHA AO LER SENSOR DHT22!");
  temperatura = templni;
  umidadear = humlni;
  return;
}
}
BLYNK_WRITE(V4){
  int g=param.asInt();
  if(g==0){
    AUTO=1;
    digitalWrite(PUMP_PIN, HIGH);
  }
  else if(g==1){
    AUTO=0;
    digitalWrite(PUMP_PIN, HIGH);
  }
}
BLYNK_WRITE(V2)
{
  int i=param.asInt();
  if(AUTO==0){
    if(i==1 && statusb==1){
      if(boias==0){
        digitalWrite(LED_BUILTIN,LOW);
        digitalWrite(PUMP_PIN, LOW);
        oled.setTextXY(5,0); oled.putString("          ");
        oled.setTextXY(5,0);
        oled.putString("BOMBA DAGUA ON");
        statusb=1;
        bombinha=1;

```

```

    }
    else{
        oled.setTextXY(5,0); oled.putString("        ");
        oled.setTextXY(5,0);
        oled.putString("SEM AGUA");
    }
}
else if(i==0){
    digitalWrite(LED_BUILTIN,HIGH);
    digitalWrite(PUMP_PIN, HIGH);
    oled.setTextXY(5,0); oled.putString("        ");
    oled.setTextXY(5,0);
    oled.putString("BOMBA DAGUA OFF");
    bombinha=0;
    statusb=0;
}
}
}
void bombaAgua()
{

    if(AUTO==1){
        if(inf==1 && statusb==1){
            digitalWrite(PUMP_PIN, LOW);
            digitalWrite(LED_BUILTIN,LOW);
            oled.setTextXY(5,0); oled.putString("        ");
            oled.setTextXY(5,0);
            oled.putString("MODO AUTO");
            oled.setTextXY(7,0); oled.putString("        ");
            oled.setTextXY(7,0);
            oled.putString("BOMBA AUTO ON");
        }
        else if(inf==2){
            digitalWrite(PUMP_PIN,LOW);

```

```

    delay(5000);
    digitalWrite(PUMP_PIN,HIGH);
}

else if(inf==0){
    digitalWrite(PUMP_PIN, HIGH);
    digitalWrite(LED_BUILTIN,HIGH);
    oled.setTextXY(5,0); oled.putString("          ");
    oled.setTextXY(5,0);          // Set cursor position, start of line 0
    oled.putString("MODO AUTO");
    oled.setTextXY(7,0); oled.putString("          ");
    oled.setTextXY(7,0);          // Set cursor position, start of line 0
    oled.putString("BOMBA LOCAL OFF");
}
else if(statusb==0){
    digitalWrite(PUMP_PIN, HIGH);
    digitalWrite(LED_BUILTIN,HIGH);
}
}
else if(AUTO==0){
    oled.setFont(font8x8);
    oled.setTextXY(2,0); oled.putString("          ");
    oled.setTextXY(3,0); oled.putString("          ");
    oled.setTextXY(4,0); oled.putString("          ");
    oled.setTextXY(5,0); oled.putString("          ");
    oled.setTextXY(6,0); oled.putString("          ");
    oled.setTextXY(7,0); oled.putString("          ");
    oled.setTextXY(3,0);
    oled.putString("MODO MANUAL");
    if(bombinha==0)
    {
        oled.setTextXY(5,0); oled.putString("          ");
        oled.setTextXY(5,0);
        oled.putString("BOMBA DAGUA OFF");
    }
}

```

```
}
else if(bombinha==1)
{
oled.setTextXY(5,0); oled.putString("          ");
oled.setTextXY(5,0);
oled.putString("BOMBA DAGUA ON");
}
}

void sendUptime()
{

Blynk.virtualWrite(V5, umidadear);
Blynk.virtualWrite(V3, temperatura);
Blynk.virtualWrite(V1, soilMoister);
}
```