

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO  
GRANDE DO NORTE, CAMPUS NATAL – ZONA NORTE

AYSLENON CÂMARA DE MOURA SILVEIRA

GABRIEL OLIVEIRA COSTA

VICTOR EMMANUEL RODRIGUES DE MELO

RESFAR - UM SISTEMA DE AUTOMAÇÃO AGRÍCOLA BASEADO EM IoT.

Natal - RN

2019

AYSLENON CÂMARA DE MOURA SILVEIRA

GABRIEL OLIVEIRA COSTA

VICTOR EMMANUEL RODRIGUES DE MELO

RESFAR - UM SISTEMA DE AUTOMAÇÃO AGRÍCOLA BASEADO EM IoT.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico de Nível Médio em Eletrônica, na Forma Integrado, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do título de Técnico em Eletrônica.

Orientador: Me. Hilário José Silveira  
Castro

NATAL - RN

2019

*“E guardemos a certeza pelas próprias dificuldades  
já superadas que não há mal que dure para sempre.”*

*(Chico Xavier)*

## **AGRADECIMENTOS**

Este trabalho é resultado de 4 longos anos de aprendizado dentro do curso de Eletrônica do Campus Zona Norte no Instituto Federal do Rio Grande do Norte, assim como é a última etapa de toda a nossa jornada como estudantes do ensino do curso técnico integrado. Dessa forma, primeiramente, agradecemos a Deus por proporcionar diversas experiências e oportunidades durante toda essa caminhada até o atual momento. Agradecemos ao IFRN e a todos os servidores por auxiliar no nosso crescimento pessoal, acadêmico e social, porém, principalmente, ao nosso orientador Hilário José que sempre esteve ao nosso lado auxiliando, estimulando e observando o nosso crescimento dentro desses 2 anos de orientação.

Não obstante, agradecemos aos nossos familiares por nos apoiar e sempre estarem ao nosso lado em todos os momentos. Assim, como os nossos amigos que estiveram sempre presentes escutando todas as nossas reclamações e conquistas, em especial, a turma de concluintes do turno matutino de 2019, “League of LEDs” e, principalmente, Carlos que ajudou no desenvolvimento desse projeto.

## RESUMO

A agricultura é uma das antigas técnicas desenvolvidas pelo homem e com a evolução da humanidade, diversas tecnologias de irrigação foram desenvolvidas para melhorar a sua produção, entretanto, essas tecnologias são ineficientes e geram um grande desperdício de água. Desse modo, novas tecnologias estão surgindo para suprir essa necessidade e uma delas é a Internet das Coisas (IoT), tal qual é a área que consiste em aplicar sistemas de automação controlados via internet, porém, ainda, possuem um alto preço para sua utilização. Nesta perspectiva, o presente trabalho propõe a elaboração de um sistema de irrigação com a utilização da tecnologia IoT para realizar a automação de culturas de pequeno e médio porte com o intuito de tornar mais acessível sistemas tecnológicos capazes de diminuir e controlar a utilização da água em produções agrícolas.

Palavra-Chave: Internet das coisas; Agricultura; Automação Agrícola; Sistema de Irrigação;

## **ABSTRACT**

Agriculture is one of the ancient techniques developed by man and with the evolution of humanity, several irrigation technologies were developed to improve their production, however, these technologies are inefficient and generate a great waste of water. Thus, new technologies are emerging to meet this need and one of them is the Internet of Things (IoT), which is the area that consists in applying controlled automation systems by the Internet, but still have a high price for their use. In this perspective, the present work proposes the elaboration of an irrigation system using IoT technology to perform the automation of small and medium-sized crops in order to make more accessible technological systems capable of reducing and controlling water use in agricultural productions.

Keyword: Internet of things; Agriculture; Agricultural Automation; Irrigation system;

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: A internet das coisas durante os anos 2000.	23
Figura 2: A IoT pode ser vista como uma rede das redes.	24
Figura 3: Blocos essenciais para estrutura do IoT.	29
Figura 4: Arquiteturas de dispositivos a base da estrutura IoT.	30
Figura 5: Placa com o ESP32.	32
Figura 6: Sensor Resistivo de Umidade.	34
Figura 7: Sensor capacitivo 9SSA7 para umidade.	35
Figura 8: Interface do Bot com os usuários	37
Figura 9: Estrutura do Relé.	38
Figura 10: Módulo Relé do modelo sdr05vdc-sl-c.	39
Figura 11: Estrutura de uma Eletroválvula	40
Figura 12: Válvula Solenóide.	41
Figura 13: Fluxograma Inicial do projeto.	42
Figura 14: Fluxograma da Programação Final.	46
Figura 15: Interface do Telegram (A) e do grupo de testes(B).	48
Figura 16: Fluxograma da Interface Homem-máquina.	49
Figura 17: Resposta da Interface ao usuário mandar um comando errado(A) e comandos válidos(B).	51
Figura 18: Testes com Solo sem água (A) e com água(B).	52

Figura 19: Teste com as válvulas solenóides com torneira.	54
Figura 20: Montagem do protótipo final.	55
Figura 21: Interface ao enviar o comando de ligar e desligar.	56
Figura 22: Atuação do sistema após os comandos.	57



## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Comandos disponíveis no sistema.	50
Tabela 2: Resultado do teste dos sensores.	53

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

IoT	Internet das coisas
RFID	Identificação por Radiofrequência
NFC	Comunicação por campo de proximidade
RDF	Resource Description Framework
OWL	Ontology Web Language
NA	Normalmente Aberto
NF	Normalmente Fechado
A	Ampère
V	Volts
s	Segundos
Vref	Tensão referencial
GND	Terra
NTP	Network Time Protocol
UTC	Universal Time Coordinated

## Sumário

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	15
2.1 O desenvolvimento da agricultura na atualidade .....	15
<b>2.1.1 As bases da Agricultura</b> .....	<b>15</b>
<b>2.1.2 Agricultura Moderna, Sustentável e Orgânica</b> .....	<b>16</b>
<b>2.1.3 A utilização da água na agricultura</b> .....	<b>17</b>
<b>2.1.4 Agricultura 4.0</b> .....	<b>18</b>
2.2 Internet das coisas: conceitos e aplicação.....	20
<b>2.2.1 O conceito de IoT</b> .....	<b>20</b>
<b>2.2.2 Bases da internet das coisas</b> .....	<b>21</b>
<b>2.2.3 Importância e Motivação para evolução do IoT</b> .....	<b>23</b>
<b>2.2.4 Alterações propostas pelo IoT (Propostas e exemplos)</b> .....	<b>24</b>
2.3 Rede Wireless (Wifi) .....	25
2.4 Network Time Protocol Server (NTP server).....	26
2.5 ResFar .....	26
<b>3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>28</b>
3.1 Estruturas de um sistema IoT .....	28
<b>3.1.1 Blocos Essenciais para Construção da Internet das Coisas</b> ....	<b>28</b>
<b>3.1.2 Tecnologias de comunicações aplicadas na IoT</b> .....	<b>30</b>
3.2 Linguagem de programação C++ .....	31
3.3 ESP-32 .....	31
3.4 Sensores de Umidade .....	32
<b>3.4.1 Sensor de Umidade Resistivo</b> .....	<b>33</b>
<b>3.4.2 Sensor de Umidade Capacitivo</b> .....	<b>34</b>
3.5 Interface homem-máquina.....	35
<b>3.5.1 Telegram</b> .....	<b>35</b>

<b>3.5.2 Bots do Telegram</b> .....	<b>36</b>
3.6 Módulo Relé.....	37
3.7 Eletroválvula .....	39
<b>4 METODOLOGIA DE EXECUÇÃO</b> .....	<b>42</b>
4.1 Pesquisa .....	42
4.2 Idealização do projeto.....	42
4.3 Desenvolvimento da Programação .....	43
<b>5 RESULTADOS</b> .....	<b>45</b>
5.1 Programação .....	45
5.2 Desenvolvimento da Interface Homem-Máquina .....	47
5.3 Teste dos sensores.....	51
5.4 Teste das válvulas solenóides .....	53
5.5 Produção do protótipo.....	54
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS</b> .....	<b>58</b>
6.1 Perspectivas Futuras .....	58
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>59</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A agricultura é uma das técnicas desenvolvidas para a cultivação dos campos com o intuito de produção de alimentos vegetais para o homem. Essa atividade é desenvolvida desde as primeiras civilizações com o objetivo de auxiliar na subsistência humana, portanto, é de extrema importância para o ser humano. Entretanto, a humanidade evoluiu e desenvolveu diversas técnicas e tecnologias para promover as atividades agrícolas e o aumento da sua produção.

No entanto, o crescimento da aplicação dessas tecnologias levou a uma reação no âmbito ambiental em nível alarmante, pois iniciou-se processos de degradação terrestre e, principalmente, aquático. De acordo com NETO & RABELLO (2008), observa-se problemas na irrigação, como, por exemplo, o Brasil que irriga apenas 2.208.690 hectares de uma área plantada de 54.961.850 hectares, portanto é um pequeno percentual menor que 5% do total da área, o que mostra que o país tem um desperdício, porém um imenso potencial de crescimento no consumo dessa água.

Nesta perspectiva, a utilização de tecnologias para diminuir esses problema de irrigação já é uma alternativa viável, principalmente, a utilização do modelos de aplicação de tecnologia na agricultura, denominados Cultura 4.0 ou Fazenda Inteligente. Estes modelos consistem em aplicar o conhecimento tecnológico para monitorar e evitar os gastos de matérias primas, água ou proporcionar um ambiente agradável para os animais.

A tecnologia mais utilizada nesses processos são o IoT (Internet of Things) que é um termo que surgiu com o avanços da tecnológico relacionado a área de transmissão e leitura de dados com base na internet, além de aproveitar as evoluções que ocorreram em sistemas embarcados, na microeletrônica, na comunicação e no sensoriamento. Com o crescimento exponencial desse sistemas, dia após dia, a IoT tem recebido demandas na mais diversas áreas, principalmente pelo seu potencial de aplicação, portanto facilitando e ajudando a manter regulada a vida do ser humano cada vez mais.

Nesta perspectiva, analisando os atuais sistemas de irrigação e a aplicabilidade da tecnologia IoT percebeu-se uma demanda de um sistema acessível para pequenos agricultores capaz de realizar o controle de um dos recursos indispensáveis para a vida, a água. Por estes motivos, o ResFar tem como principal intuito produzir um sistema acessível de automação e controle do processo de irrigação para áreas de pequeno e médio porte que representam as terras de agricultores de baixa renda.

Dessa forma, o presente trabalho será dividido em seções que apresentam conteúdos relevantes ao tema e como foi a solução. Partindo, assim o trabalho será organizado em:

- Seção 2: Revisão Bibliográfica, que expõe as pesquisa bibliográfica acerca do tema central do trabalho.

- Seção 3: Fundamentação Teórica, na qual apresenta a embasamento bibliográfico utilizado para compreender os equipamentos e tecnologias do sistema desenvolvido.

- Seção 4: Metodologia, tal qual mostra como foi desenvolvido todas as etapas do trabalho.

- Seção 5: Resultados, que aponta os resultados encontrados no desenvolvimento dessa pesquisa e da construção do trabalho.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A seguinte seção apresentará as pesquisas bibliográficas realizadas para entender o tema trabalhado e descreve as informações encontradas na literatura e as produções teóricas relacionadas ao assunto.

### 2.1 O desenvolvimento da agricultura na atualidade

#### 2.1.1 As bases da Agricultura

A agricultura foi desenvolvida junto com o desenvolvimento das primeiras civilizações 10.000 mil anos atrás, de modo que era desenvolvida por meio de subsistir. Essa primeira agricultura foi denominada de subsistência e relata que o homem produzia seu próprio alimento para sobreviver. Entretanto, a partir dos séculos XVII e XIX, a agricultura desenvolveu-se e evoluiu para um sistema de produção em larga escala, caracterizado pela primeira revolução agrícola que teve como pilar a integração agrícola e início do domínio sobre técnicas de produção. (SMA, 2011)

As vantagens desenvolvidas a partir da implantação do sistema de rotação de culturas com forrageiras leguminosas e outros métodos de alternância de cultivos são o aumento da capacidade de suporte animal nas propriedades, beneficiando a fertilidade do solo e aumentando a diversidade de culturas. (SMA, 2011)

Com a evolução da ciência e da tecnologia, novas incrementações de modelos são realizadas, baseadas em conjuntos de tecnologias desenvolvidas para ajudar na produtividade das culturas e na especialização da produção. Um marco da agricultura é a Revolução Verde, tal qual aumentou a produção de alimentos justificando-se com o discurso de necessidade de aumento da produção para extinguir o problema da fome do mundo. (SMA, 2011)

Todavia, toda ação gera uma reação e o crescimento da aplicação dessa tecnologia levou a uma reação nos âmbitos ambientais e sociais em níveis

alarmantes, pois iniciou-se processos de degradação solos, erosão genética, perda de biodiversidade, contaminação de água e solos, surgimento de pragas resistentes e entre outros fatores. (SMA, 2011)

### 2.1.2 Agricultura Moderna, Sustentável e Orgânica

A agricultura moderna foi um modelo que privilegiou o molde tecnológico baseado em preparar o solo de maneira rígida, com o uso de minerais de alta solubilidade e agrotóxicos, portanto, elevando a produtividade das culturas, porém gerou uma desgaste ambiental imensurável. Desta maneira, a crescente preocupação da sociedade com os meios de produção e a utilização do meio ambiente de maneira consciente vêm produzindo uma mudança nos processos de produção agrícola, já que o mercado requisita alimentos mais saudáveis com produções menos ofensivas ao meio ambiente e à saúde humana. (SMA, 2011)

Nesta perspectiva, a agricultura moderna adquiriu o desenvolvimento sustentável, pois é uma abordagem social e econômica organizadas na visão de igualdade e participação dos recursos naturais, como conceitos para a atividade econômica. O desenvolvimento sustentável segue dois pensamentos, um que analisa a produção dentro de uma esfera econômica, observando a natureza como um bem material, e o outro, mantém os aspectos econômicos, ambientais e sociais, mas também indica os desafios compreendidos para as áreas do conhecimento. (SMA, 2011) (IPEA, 2014)

Em linhas gerais, a agricultura moderna e sustentável tenta encontrar um padrão tecnológico e ambientalmente correto para realizar os processos de produção mantendo a integridade do ambiente e a capacidade de produção. (SMA, 2011)

Além das medidas sustentáveis para instaurar a plenitude do meio ambiente, a agricultura moderna se aliou ao conceito de agricultura orgânica para se adequar às demandas do mundo atual com produtos que não afetem a saúde humana. A agricultura orgânica é o desenvolvimento de métodos agrícolas ecologicamente estáveis e balanceado, em relação a produtividade



econômica em qualquer escala, com elevada eficiência na utilização de recursos naturais. Os impactos ambientais causados por essa produção são menores em comparação aos convencionais, todavia é um processo um pouco mais caro do que os convencionais.(SMA, 2011)

### 2.1.3 A utilização da água na agricultura

A água potável é um dos recursos mais limitados do planeta, mesmo o globo sendo composto de 71%, apenas uma parcela menor que 1% é considerada doce e de boa qualidade para o consumo. Portanto, o mau uso desse recurso natural em longos períodos proporcionam sérios problemas para a agricultura e, em um futuro próximo, para humanidade. Os problemas causados pelo uso desregulado da água são o esgotamento das reservas hídricas que resultaria na falta de água potável para sobrevivência e continuação da produção, a erosão do solo que pode causar o escoamento superficial e a perda de nutrientes tornando infértil, a contaminação das águas superficiais e subterrâneas entre outros.

A agricultura sempre foi um dos processos que mais consome água no mundo, entretanto a irrigação é responsável por cerca de 69% do consumo de água nos setores econômicos. Em todo mundo, os processos de irrigação só ocupam 18% dos cultivos, assim correspondendo a 44% de toda a produção mundial de alimentos. Dessa forma, a agricultura irrigada tem um grande potencial produtivo e econômico, sendo responsável pelo aumento da produção agrícola. (FERNANDES,2016)

Entretanto, ainda é um processo muito caro e é cobrado no momento da emissão da outorga, na sua captação, consumo, lançamento de efluentes e outros usos que altere o regime. A competência de cobrança é exercida pela agência de águas e/ou comitês de bacias nos rios estaduais e municipais, assim como a ANA em rios de domínios da União. De acordo com Gasques e Bastos (2008), a irrigação chegou a 602 milhões de reais no ano de 2008 com a utilização dos vários métodos de aspersão, entretanto pode-se compreender que

tem um custo muito alto para uma utilização muito mal feita, pois ocasiona em diversos desperdícios e problemas no desenvolvimento da agricultura Brasileira.

Embora o mundo tenha adotado maneiras sustentáveis no último século, os problemas não deixaram de existir e são muito presentes, principalmente nos processos de irrigação. Já que a água é um componente essencial da existência do ser humano e só existe 1% disponível para uso, sendo 11,6% presente no Brasil e 30% disponível de maneira desigual para as regiões do país que não estão próximas na Região Amazônica. De acordo com Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos (WWP,2018), a demanda mundial de produção de alimentos aumentará entre 60% a 80% até 2025, além disso exigirá a expansão das terras cultiváveis e caso seja mantida a situação atual ocorrerá uma perda de 70% da biodiversidade terrestre em 2050. (FERNANDES, 2016) (NETO & RABELLO, 2008)

Além desse crescimento absurdo da necessidade da agricultura, observa-se problemas na irrigação, como, por exemplo, o Brasil que irriga apenas 2.208.690 hectares de uma área plantada de 54.961.850 hectares, portanto, é um percentual menor que 5% do total da área, o que mostra que o país tem um desperdício, porém um imenso potencial de crescimento no consumo desse recurso, logo, as tecnologias de irrigação e controle tornaram-se peças fundamentais para o crescimento da agricultura nacional, assim como auxiliando no uso racional da água. (NETO & RABELLO, 2008) (FERNANDES, 2016)

#### 2.1.4 Agricultura 4.0

A agropecuária tem grande influência na economia brasileira, pois o Brasil é um dos maiores produtores mundiais nesse setor, seja de soja ou laranja, o país tem um grande potencial de crescimento, porém é necessário a adequação ao novo mundo que está entrando na Quarta Revolução Industrial, na qual todos os objetos possuem capacidade de interagir e reagir com o mundo externo sem o auxílio direto do ser humano. (FERNANDES, 2016); (NETO & RABELLO, 2008); (FAEP, 2014)

Deste modo, surge o conceito de Fazenda Inteligente no qual é uma fazenda que possui um nível de robotização elevado para facilitar a vida do empresário, melhorar seu rendimento e, de certa forma, tornar os métodos de produção mais eficiente. Um exemplo dessa nova tecnologia é a primeira fazenda robotizada da América Latina apresentada no Boletim Informativo: A Fazenda do Futuro (2014). Esse projeto pertence ao Empresário Armando Rabbers que é o único produtor latino-americano a aplicar essa tecnologia na produção de leite. Todos os processos são realizados a qualquer momento de acordo com a vontade dos animais que são ordenhados na baía por um conjunto de equipamentos de robótica, que proporcionam conforto ao animal e fornece todas as informações sobre níveis de produção e uma completa análise sobre a qualidade do leite.(FAEP, 2014)

Com a evolução das tecnologias na fazenda de Armando, os processos de produção de leite chegam a 34 a 39 litros/dia por animal. Para Rabbers, “o importante é garantir o bem estar do animal para que eles se sintam tranquilos e produzam com qualidade. O processo é feito com o sensoriamento dos animais, as vacas precisam entrar em contato com uma estrutura metálica semelhante a uma bandeja localizada na parte de trás equipada com sensor que recolhe fezes e ajuda o laser do braço robótico a localizar os tetos”.(FAEP, 2014)

Dessa maneira surgem novos trabalhos com a mesma visão da fazenda inteligente, um deles é um sistema automatizado para controle de umidade e temperatura em cultura de morangos aplicados aos pequenos produtores que tem como intuito de desenvolver e operar um sistema de irrigação automatizado para o controle de temperatura e umidade nas culturas de morangos produzidas por pequenos produtores rurais a custos acessíveis.

Nessa perspectiva, o sistema apresentado realiza a manutenção dos nutrientes solubilizados na área da plantação, portanto, permite que os morangueiros possuam grande quantidade de alimento e adquiram um alto desempenho com o mínimo de consumo de água, sendo tudo executado a longa distância por uma comunicação via rádio frequência e microcontrolador Arduino. (SANTOS, 2014)

A elaboração do sistema é desenvolvida com base nos dados de temperatura e umidade do solo. A central de controle de irrigação é composta pelo microprocessador Arduino, capaz de processar dados de até 32 bits, e realiza a comparação entre a temperatura e a umidade do solo aferidas com os dados ideais para o cultivo do morango. As medições são realizadas ao longo do cultivo pelos sensores LM35 e o Módulo Sensor de Umidade do Solo, tais quais fazem a medição da temperatura e da umidade do solo respectivamente, e enviam para o sistema central. (SANTOS, 2014)

As informações são processadas pelo Arduino e são enviadas, por meio de radiofrequência, para a casa de bombas, localizadas fora das áreas dos plantios, onde está localizado quadro elétrico das bombas de irrigação. Dessa forma, as bombas de água e sucção de adubo são controladas remotamente pela central de controle e os comandos são enviados para a área de plantio para o sistema centralizado, assim, é possível controlar a dosagem de adubo e o horário de ativar e desativar o sistema de gotejo e reduzir os custos, além de realizar todas as tarefas automaticamente em tempo pré-definido de acordo com as características do cultivo. (SANTOS, 2014)

## 2.2 Internet das coisas: conceitos e aplicação.

### 2.2.1 O conceito de IoT

A Internet das Coisas (Internet of Things em inglês) é um termo que surgiu com o avanços da tecnologia relacionada a área de transmissão e leitura de dados com base na internet, além de aproveitar os avanços que ocorreram em sistemas embarcados, na microeletrônica, na comunicação e no sensoriamento. Com o crescimento exponencial das tecnologias, dia após dia, a IoT tem recebido demandas na mais diversas áreas, principalmente pelo seu potencial de aplicação.(SANTOS, 2016)

Em linhas gerais, a “*Internet of Things*” é uma extensão da tecnologia de transmissão de dados atuais, a Internet, e proporciona aos objetos do cotidianos a capacidade computacional e de comunicação ao se conectarem na Internet.

Determinada conexão na rede mundial de computação viabiliza o controle remoto de objetos e permite a utilização desses equipamento a longas distâncias de maneira remota, logo, essas vantagens geram um amplo número de oportunidade de aplicação, independente se é no meio acadêmico ou industrial. (SANTOS, 2016)

A capacidade dessa nova tecnologia tem trazido a mudança de diversos conceitos já estruturados anteriormente, assim sendo, determinante para a evolução dos conceitos, como, por exemplo, o conceito de redes de computadores, de acordo com Tanenbaum (2002, apud SANTOS, 2016, p 2.), é uma aglomerado de computadores autônomos interconectados por uma única tecnologia, entretanto alguns autores argumentam que o atual conceito de redes de computadores está sendo alterado e começa a soar como algo restritivo e antigo comparando com as novas tecnologias conectadas à tecnologia da informação.(SANTOS, 2016)

Contudo, com as alterações dos conceitos anteriormente pré-definidos, o próprio conceito de Internet das coisas começou a ganhar diferentes significados e tornou-se amplo, para alguns autores, a ideia de uma rede de objetos conectados que trocam informações entre si e sua definição parece ser cada vez mais complexa de ser efetuada, principalmente, pela gama de assuntos que o tema aborda. (SINGER, 2012)

As novas definições reúnem diversos fatores, como o desenvolvimento de uma rede global, a padronização e identidade dos objetos, sendo bastante ampla e delimita o IoT pelas sua característica e funcionalidade, que é conectar objetos dotados de poder para agirem por conta própria, com ou sem a supervisão humana. (SINGER, 2012)

## 2.2.2 Bases da internet das coisas

De acordo com Kevin Ashton (2009, apud SINGER, 2012. p 7.) o termo de Internet das coisas foi citado no seus trabalhos em 1999, nomeado “I made at Procter & Gamble”, tal qual era associado às tecnologias RFID, contudo o

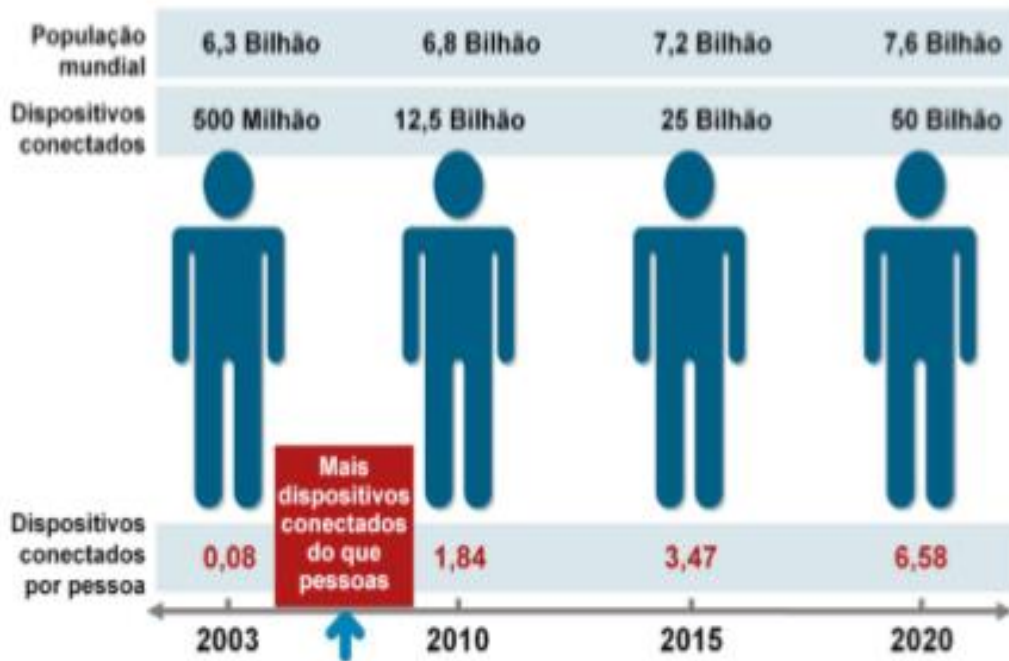
termo não tinha seu forte impacto na sociedade. Acredita-se que em 2003, aproximadamente 6,3 bilhões de pessoas viviam no planeta e apenas 500 milhões de dispositivos conectados à internet, realizando a divisão desse número de equipamentos pela população descobre-se que existia menos de um por pessoa, portanto a oportunidade do crescimento do conceito de Internet das coisas era muito pequena, pois ainda não havia sido lançados os smartphones ou tecnologias com essas expectativas. (EVANS, 2011) (SINGER, 2012)

Destarte, em 2007, os primeiros lançamentos de smartphones causaram um grande revolução, dessa forma houve um crescimento explosivo de smartphones e tablets em que os números de dispositivos conectados à internet era de 12,5 bilhões em 2010 e a população cresceu para 6,8 bilhões, tornando o número de dispositivos conectados de aproximadamente 2 por pessoa no mundo, desse modo trazendo a oportunidade do termo “*Internet of Things*” ter seu primeiro alcance como visualizado na atualidade e só aumentando a continuidade dos dispositivos conectados. (EVANS, 2011)

De acordo com o Cisco IBSG(2011), estima-se que a IoT surgiu entre 2008 e 2009, porque foi o momento em que a quantidade de dispositivos ficou em igualdade com a população mundial.(Figura 1) (EVANS, 2011)

A IoT foi identificada como uma tecnologia emergente em 2012 por especialista da área e foi previsto que levaria entre 5 anos a 10 anos para ser adotada pelo mercado e, hoje em dia, está bem encaminhada, com o estímulo de iniciativas, como o Planetary Skin da Cisco, a grade e os veículos inteligentes que continuam a progredir. (EVANS, 2011)

Figura 1: A internet das coisas durante os anos 2000.



Fonte: Evans, 2011.

### 2.2.3 Importância e Motivação para evolução do IoT

No momento atual, a IoT é composta por uma livre coleção de redes diferenciadas e desenvolvida para finalidades específicas. Os exemplos mais comuns são os carros atuais que possuem redes que controlam segurança, o funcionamento do motor, os recursos de segurança, sistemas de comunicação, ar- condicionado entre outros. Com as alterações e à medida que evolui estas redes e muitas outras estarão conectadas com mais recursos para melhorar a segurança, análise e gerenciamento (Figura 2), portanto, permitindo a melhora da vida do ser humano e que a internet para as coisas torne-se cada vez mais poderosa em relação ao que pode fazer para a obtenção de novas conquistas para a sociedade. (EVANS, 2011)

Figura 2: A IoT pode ser vista como uma rede das redes.



Fonte: Evans, 2011.

Nesta perspectiva, a IoT é essencial para o progresso humano, pois a população humana continua a crescer e devem torna-se administradoras da Terra e de seus recursos. Mas também, desejam viver suas vidas de maneira saudável, agradável e confortável para si, suas famílias e aquele que são próximos, por isto combina a capacidade da próxima evolução da IoT para sentir, coletar, transmitir, analisar e distribuir dados em grande escalas para locais jamais imaginados, então obtendo a sabedoria necessária para sobreviver as adversidades futuras. (EVANS, 2011)

#### 2.2.4 Alterações propostas pelo IoT (Propostas e exemplos)

As diferentes perspectivas e aplicações reveladas pela evolução da utilização de dados e o surgimento da Internet das coisas permitiu o desenvolvimento de um mundo onde qualquer coisa pode estar conectada, até mesmo vacas. (EVANS, 2011)

De acordo com a Economist no relatório "Augmented Business", as vacas são monitoradas por um sensores aplicados nas suas orelhas na empresa holandesa, Sparked. Essa aplicação permite que os fazendeiros monitorem a



saúde das vacas e acompanhem seus movimentos, garantindo um suprimento maior e mais saudável de carne. (EVANS, 2011)

Outra aplicação dessa tecnologia é na fazenda de Armando Rabbers que utiliza o sistema de ordenha voluntária e é composto por camas, dois instrumentos para aliviar a coceira das vacas, piso emborrachado, sistema de limpeza de dejetos automatizado, climatização e oferta constante de alimentação e água para dar o maior conforto para o animal enquanto está sendo feita a ordenha. O equipamento utilizado nas vacas são transponders que realizam a comunicação eletrônica com o software Delpro, que contém toda a ficha do animal, com informações de idade, peso, produção média, dados sobre o leite produzido entre outras características do animal para melhorar o desempenho na produção de leite. (FAEP, 2014)

### 2.3 Rede Wireless (Wifi)

Redes Wireless é qualquer tipo de conexão para transmissão de informação sem a utilização de fios ou cabos. Este tipo de rede é um conjunto de sistemas conectados por tecnologias radio através do ar. A facilidade de instalação e aplicação da rede wireless proporcionou um crescimento dessa tecnologia dentro da sociedade e ampliou os horizontes de sistemas a longa distância. (GUIMARÃES, 2005)

A tecnologia wireless aplicada no desenvolvimento do projeto foi o Wifi, no qual é um conjunto de especificações de redes locais sem fio (WLAN – Wireless Local Area Network) baseada no padrão IEEE 802.11. A aplicação de tal técnica possibilita a implementação de redes sem fio capazes de conectar computadores e outros dispositivos móveis que estejam localizados em regiões próximas. Tal rede não necessita diretamente do uso de cabos e utiliza a comunicação por radiofrequência para realizar a transmissão de dados. Dessa forma, oferece alguns benefícios aos usuários, como, a capacidade de o usuário utilizar a rede em qualquer localização geográfica dentro dos limites previstos pelo alcance do sistema e proporciona a rápida transferência de dados entre as tecnologias digitais. (ALECRIM, 2008)

Além disso, sua flexibilidade e mutabilidade são imensas de modo que torna viável o desenvolvimento de redes e novos dispositivos que utilizem essa tecnologia para tornar a vida dos seres humanos mais fácil, por isso é encontrado, hodiernamente, em todos os ambientes da sociedade atual. (ALECRIM,2008)

#### 2.4 Network Time Protocol Server (NTP server)

O Serviço de NTP são servidores que possibilitam que seus clientes consigam sincronizar os relógios de seus aparelhos digitais com outras redes partindo de um referência padrão de tempo aceita mundialmente, conhecida como UTC (Universal Time Coordinated). O potencial de alcance da internet estabeleceu o modelo de sincronização do tempo como essencial para a transmissão de informações entre diversos sistemas digitais que trabalham a todo momento, logo, 24 horas por dia e 7 dias por semana. (CAIS, 2000)

Nessa perspectiva, os benefícios trazidos pela aplicação dos NTP abrangem tanto os usuários como os administradores da própria rede. Os usuários possuem a disponibilidade desse servidor de sincronização que é crucial para algumas operações, como a entrega da declaração do Imposto de Renda. Enquanto para os administradores, a maior vantagem no uso dessa tecnologia é a possibilidade de regular todos os equipamentos conectados entre si de maneira padrão sem precisar realizar as alterações de horário em cada máquina. Além disso, esse sistema apresenta um segurança elaborada com a padronização do tempo na rede, já que permite a identificação de ataques as redes privadas. (CAIS, 2000)

#### 2.5 ResFar

A partir de toda a revisão bibliográfica, o projeto foi elaborado para atuar em regiões agrícolas de pequeno e médio porte para pequenos agricultores com o intuito de disponibilizar tecnologia inovadora de baixo custo. O trabalho irá utilizar a tecnologia da Internet das coisas para realizar a automação dos

sistemas de irrigação com uma interface homem-máquina de baixo custo, pois utiliza os smartphones como o canal de comunicação entre o usuário e sistema.

Nesse contexto, o presente trabalho desenvolveu um sistema de automação por meio de tecnologia IoT que utilizou um aplicativo para realizar a interação entre o usuário e o sistema com o objetivo de promover o total controle do processo de irrigação. Além disso, o sistema realiza o controle automático de eletroválvulas que ajustam-se de acordo com os comandos dos usuários, logo, controlando a irrigação do local em que o sistema está instalado.

Os sensores são partes essenciais para realização da captação da umidade do solo, pois, o sistema adquire os dados dos sensores e sempre envia para o microcontrolador que espera o comando do usuário requerendo essa informação. Dessa maneira, é feita toda a automação do sistema e o controle da irrigação com o intuito de torna esse tipo de tecnologia cada vez mais acessível.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A presente seção tem como objetivo expor o embasamento teórico do projeto encontrado na literatura para compreender a utilização dos materiais e sua função na construção do projeto.

#### 3.1 Estruturas de um sistema IoT

Nessa seção, é exposta as estruturas de IoT e está separada em duas subseções, Blocos Essenciais para Construção da Internet das Coisas e Tecnologias de comunicações aplicadas na IoT. A primeira subseção trata dos blocos necessários para o desenvolvimento de uma rede que utiliza a Internet das Coisas e a segunda subseção evidencia os métodos e tecnologias utilizados atualmente para realizar a comunicação com sistemas IoT.

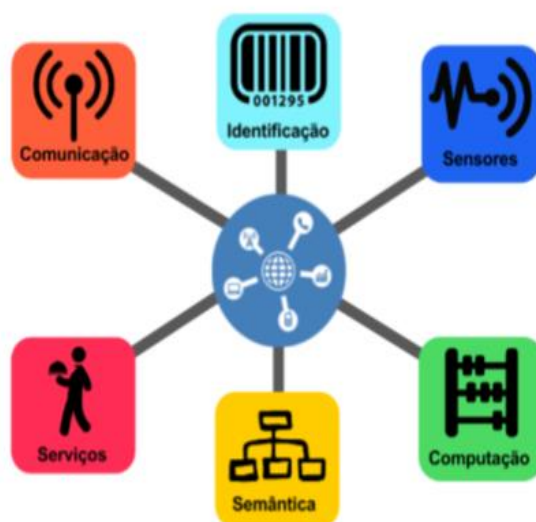
##### 3.1.1 Blocos Essenciais para Construção da Internet das Coisas

A IoT é um sistema que combina diversas tecnologias que complementam o intuito de viabilizar a junção de itens no ambiente físico até o mundo virtual. Os blocos básicos utilizado se dividem em seis tipos e cada um possui uma grande importância (Figura 3) .(SANTOS, 2016)

O primeiro desses blocos é a identificação definida como um dos blocos primordiais, pois realiza a identificação dos objetos para conectá-los à Internet. As tecnologias empregadas no processo podem ser o RFID, NFC e endereçamentos de IP.(SANTOS, 2016)

O segundo bloco são de sensores e atuadores, as peças chaves do processo, são os sensores que coletam a informação sobre o ambiente e adquirem a localização dos objetos, assim armazenando e encaminhando os dados para clouds, centros de armazenamentos ou data warehouse, enquanto os atuadores ajustam e manipulam os ambientes, além de serem capazes de reagir de acordo com as informações providas pelos sensores. (SANTOS, 2016)

Figura 3: Blocos essenciais para estrutura do IoT.



Fonte: Santos, 2016.

A comunicação é o terceiro bloco básico desempenha uma posição de grande importância no consumo de energia da tecnologia, tornando-se um característica notável, além disso, retrata as variadas técnicas utilizadas para conexão dos objetos adaptados. As técnicas mais conhecidas de comunicação são o WiFi, IEEE e Bluetooth. (SANTOS, 2016)

Já o quarto bloco é a computação que detém as unidades de processamentos responsáveis pela compilação e execução do algoritmo locais nos objetos inteligentes. Os exemplos de unidades de processamento são microcontroladores, processadores e FPGAS.(SANTOS, 2016)

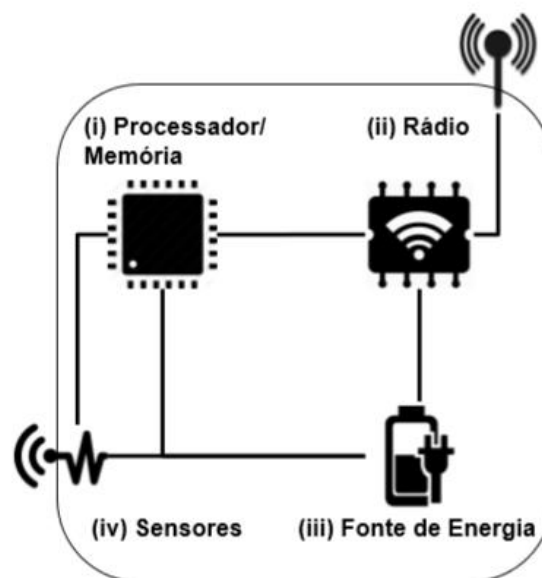
O penúltimo e quinto bloco é o de serviços que remete-se a capacidade da tecnologia IoT de promover diversas classes de serviços nos mais variados ambientes. Os ramos que se destacam são os serviços de identificação. (SANTOS, 2016)

A semântica é o último e sexto bloco e está diretamente relacionado à habilidade de obtenção de conhecimento dos objetos na IoT, já que podem usar

o conhecimento da internet para uso eficiente desses dados para promover o melhor serviço. Algumas das técnicas usadas são a RDF, OWL e EXI. (SANTOS, 2016)

A junção de todos esses blocos é apresentado em uma arquitetura composta por quatro unidades: o processamento/memória, comunicação, energia e sensoriamento. A arquitetura é representada na Figura 4.(SANTOS, 2016)

Figura 4: Arquiteturas de dispositivos a base da estrutura IoT.



Fonte: Santos, 2016.

### 3.1.2 Tecnologias de comunicações aplicadas na IoT

As tecnologias de comunicação são muito importantes, pois consistem em criar um canal de comunicação entre a internet e o objeto inteligente, além da comunicação interna entre sensores e atuadores, portanto, detém uma grande influência no uso de energia elétrica tornando-se uma fator crítico para adesão de um sistema de Internet das coisas. Há diversas tecnologias que podem ser

usadas e devem ter parâmetros e características diferentes que as tornam únicas. (SANTOS, 2016); (LUGLI et al., 2012)

A tecnologia utilizada no projeto é o WiFi; uma tecnologia sem fio bastante popular e desenvolvida como solução para a presença de transição de dados em diversos lugares, fazendo parte do dia a dia de praticamente todos os estabelecimentos, as residências, as indústrias ou, até mesmo, nos lugares públicos das cidades. Entretanto, o WiFi não possui característica de diminuição energética, mesmo com sua grande capacidade de transmissão de dados sem fio, assim, não é tão usual para projetos de IoT. (SANTOS, 2016)

Outras tecnologias de comunicação são o WirelessHART, ISA-SP100, Miwi Protocol, 3G/4G, Bluetooth, LoRaWAN e Sigfox também podem ser utilizadas pela IoT.(LUGLI et al., 2012); (SANTOS, 2016)

### 3.2 Linguagem de programação C++

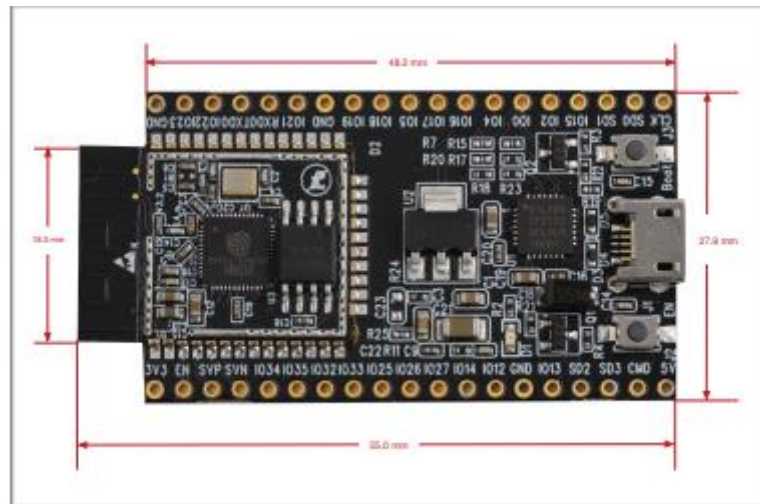
C++ é uma linguagem de programação estruturada desenvolvida a partir da linguagem C criada por Dennis Ritchie nos laboratórios Bell entre 1969 e 1972. A linguagem C++ foi desenvolvida por Bjarne Stroustrup em 1983 nos laboratórios como um complemento da C e trouxe adicionais, como tempo, funções virtuais, sobrecarga de operadores, herança múltipla e tratamento de exceções. Essas programações possibilitam a orientação a objetos e facilita a interação homem-máquina. (GOMES, 2012)

### 3.3 ESP-32

O ESP-32 é uma placa de desenvolvimento que possui um único chip e combina os meio de comunicação Wi-fi e Bluetooth em um sistema projetado com TMS320 de baixa potência com o processamento de 2,4 GHz e um tecnologia de 40 nm. A maioria dos pinos de E/S são direcionados para os cabeçalhos laterais para facilitar a interface, além disso esses pinos podem conectar-se aos periféricos, conforme o padrão dos cabeçalhos. (ESPRESSIF SYSTEMS,2017); (ESPRESSIF SYSTEMS,2019)

A placa foi projetada para obter um desempenho de alta potência, apresentando robustez, versatilidade e confiabilidade com uma ampla variedade de aplicativos e cenários de energia. (ESPRESSIF SYSTEMS,2017); (ESPRESSIF SYSTEMS,2019)

Figura 5: Placa com o ESP32.



Fonte: Espressif Systems,2017.

### 3.4 Sensores de Umidade

Hodiernamente, existem vários métodos de realizar a medição da umidade do solo, cada uma possui sua especificação, característica e aplicação. Os parâmetros mais importantes e que devem ser considerados na construção de um sistema de medição de umidade é a precisão, tempo de leitura e custos. (CARVALHO, 2016)

Os métodos para realizar a medição da umidade do solo podem ser classificados em duas categorias, os diretos ou indiretos. O método indireto consiste em analisar os parâmetros físicos do solo (Resistência elétrica, capacitância, pressão entre outros) que são alterados conforme a quantidade e presença de água no solo. Enquanto, os diretos obtém amostras do solo ao retirar toda a água contida na amostra e dimensiona a quantidade do volume de água. (CARVALHO, 2016)



Os métodos indiretos possuem uma preferência maior na construção de projetos de pesquisa, pois são extremamente preciosos para o monitoramento do teor de água no solo, além disso, são práticos, rápidos e possibilitam uma contínua repetição das medições em uma determinada área do solo, dessa forma, diminui a margem de erro das leituras. Os sensores mais utilizados são os de método da capacitância elétrica e dos blocos de resistência elétrica. (CARVALHO, 2016)

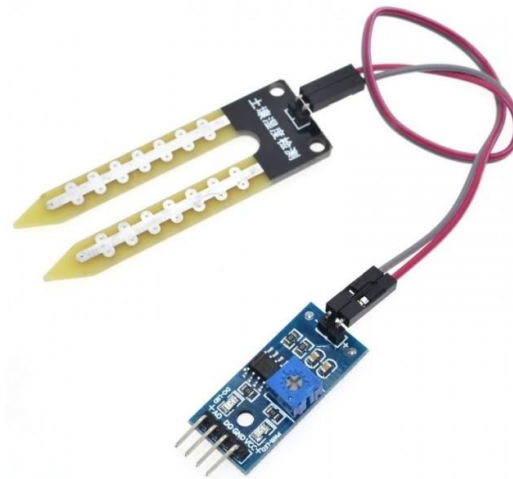
#### 3.4.1 Sensor de Umidade Resistivo

O sensor de umidade resistivo utiliza o método dos blocos de resistência elétrica e funciona monitorando a variação de resistência elétrica em dois eletrodos posicionados no solo. A resistência elétrica é inversamente proporcional à umidade de água, conseqüentemente a concentração da água diminui a resistência elétrica do sensor. (CARVALHO, 2016)

As vantagens proporcionadas pelo sensor são o baixo custo de aquisição, a simples operação e a altas disponibilidades no mercado, porém não possui uma alta precisão nas leituras e é altamente corrosivo. Para funcionar de maneira adequada é necessário estar totalmente introduzido no solo para a análise dos melhores resultados. (CARVALHO, 2016)

O sensor pensando para o presente trabalho foi o modelo FC-28, fabricado pela Shenzhen Guangfasheng Technology. O sensor resistivo de umidade dispõe de uma sonda de detecção de umidade do solo e um módulo para comunicação com o microcontrolador com duas opções de comunicação, a digital e a analógica. A separação das sondas de detecção do módulo evita o seu desgaste, pois não possui proteção contra água. (CARVALHO, 2016)

Figura 6: Sensor Resistivo de Umidade.



Fonte: <http://www.baudaeletronica.com.br/sensor-de-umidade-do-solo.html>

### 3.4.2 Sensor de Umidade Capacitivo

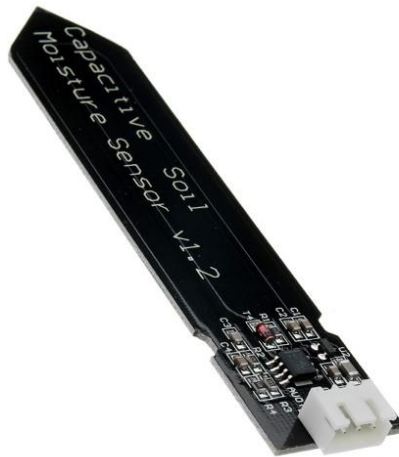
Os sensores capacitivos são popularmente conhecidos como sensores capacitivos e realizam as medições pelo método de capacitância elétrica. A atuação do sensor é realizada a partir da medição constante da dielétrica do solo pelo tempo decorrido ao emitir um pulso eletromagnético, tal qual é gerado pelos hastes de metal instalados no solo. Desta maneira, o tempo é calculado de modo proporcional à constante dielétrica do solo e a variação causada pelo volume da água contida no solo. (GOMES, 2016); (FERREIRA, 2017)

As vantagens proporcionadas pelo sensor capacitivo são a medição de alta precisão e velocidade, entretanto, por possuir um método de medição complexo, necessita de componentes eletrônicos sofisticados e caros, portanto seu custo de aquisição é elevado, além de deter uma área de análise muito restrita.(GOMES, 2016); (FERREIRA, 2017)

O sensor necessário para o presente projeto foi o modelo SEN0193, fabricado pela DFRobot. O sensor capacitivo (Figura 7) é composto por um módulo de comunicação soldado à sonda de detecção, além disso, possui uma

proteção à corrosão causada pelo contato direto com o solo, logo a sua vida útil prolonga-se. (GOMES, 2016); (FERREIRA, 2017)

Figura 7: Sensor capacitivo 9SSA7 para umidade.



Fonte: <https://www.filipeflop.com/produto/sensor-capacitivo-de-umidade-do-solo>

### 3.5 Interface homem-máquina.

Interface homem-máquina é tudo aquilo que permite aos humanos utilizarem máquinas. Nos atuais sistemas, a interface homem máquina tem evoluído e tornando cada vez mais seguro a utilização de máquinas, pois proporcionam o distanciamento do homem e dos instrumentos por controles automáticos a longa distância. (CASILLO, 2010) Nesta perspectiva, o telegram age como uma interface homem-máquina de alta acessibilidade e de baixo custo, pois está ligado aos smartphones, comuns em nossa sociedade atual, portanto, facilitando a interação do homem e do sistema desenvolvido no presente projeto.

#### 3.5.1 Telegram

O Telegram é um aplicativo de comunicação para smartphone muito utilizado para realização de diversas atividades e é a interface homem-máquina

do trabalho. O aplicativo é um dos sistemas mais populares em relação ao público conectado a tecnologias atuais, já que possui uma infinidade de aplicações. Essa tecnologia é uma de software livre, tal qual possui dezenas de interfaces ou opções alternativas que estão fora do contexto de comunicação utilizada nos aplicativos mais comuns, como Whatsapp. (SILVA; BRITO, 2018); (AZEVEDO, 2016)

Além disso, o Telegram ainda conta com um espaço de armazenamento de informações próprio e inúmeros bots que tornam o aplicativo mais completos para o uso na tecnologia do mundo atual. As suas principais características são a multiplataforma, as notificações inteligentes, os bots e os canais. (SILVA; BRITO, 2018); (AZEVEDO, 2016)

A multiplataforma é a disponibilidade do aplicativo para todas as tecnologias digitais (smartphone, computadores, tablets) atuais que tenham disponibilidade de navegadores. As notificações inteligentes são os controles de notificações realizada pelo aplicativo e configurada pelo usuário de acordo com a importância, o grupo ou a pessoa que envia a mensagem. Os bots são sistemas que oferecem uma diversa possibilidade de funções e o Telegram disponibiliza inúmeras possibilidades de bots e ,ainda, permite a criação de bots personalizados, portanto, gerando milhares deles disponíveis. (AZEVEDO, 2016)

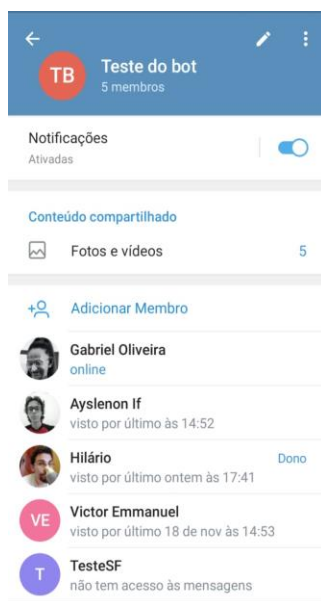
Dessa forma, o Telegram é utilizado como método de controle dentro do sistema desenvolvido, principalmente, por causa da sua ampla aplicação e disponibilidade de recursos que tornam essa interface acessível e cotidiana.

### 3.5.2 Bots do Telegram

Os bots são sistemas automatizados, logo, programados para realizarem determinadas funções configuradas pelo usuário. O intuito da implantação dos bots na internet foi como softwares capazes de simular reações dos usuários e ajudá-los ou influenciá-los de acordo com as diferentes situações. Os bots utilizam de inteligência artificial para simular o comportamento humano, portanto, captam uma série de informações de seus usuários, por exemplo, localização

geográfica, idade, principais interesses entre outros. A figura 8 apresenta a interface do telegram com o bot desenvolvido no projeto.(CINTRA, 2019)

Figura 8: Interface do Bot com os usuários



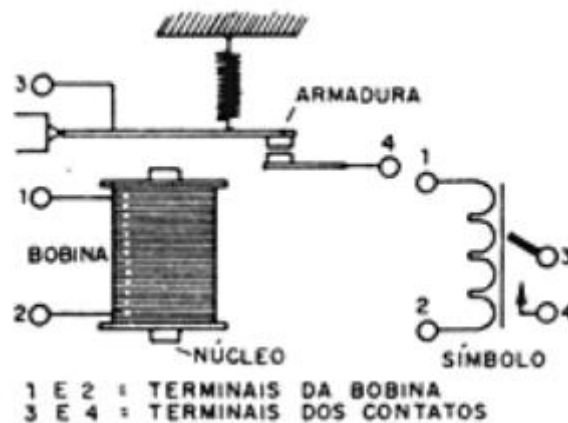
Fonte: Elaborado pelos autores deste trabalho (2019).

No Telegram existe uma infinidade de bots, porém o bot que permite a criação do seu próprio bot e utilizado no projeto foi o “BotFather”, tal qual consiste em dar a permissão do usuário de criar seu próprio bot, pois, como seu nome já indica, ele é o bot do telegram e o pai de todos os outros bots.(AZEVEDO, 2016)

### 3.6 Módulo Relé

O relé é um dispositivo comutador eletromecânico. O relé (Figura 9) é composto por um eletroímã (bobina), uma armadura móvel que são os seus movimentos que denominam os contatos normalmente aberto (NA) e normalmente fechado (NF). Quando a bobina é percorrida por uma corrente elétrica, o campo magnético criado age sobre a armadura e atrai para fechar o contato, tais quais podem ser abertos, fechados ou até comutados. Dessa maneira, o relé funciona a partir de uma corrente de ativação que realiza todo o processo. (FERREIRA, 2015)

Figura 9: Estrutura do Relé.

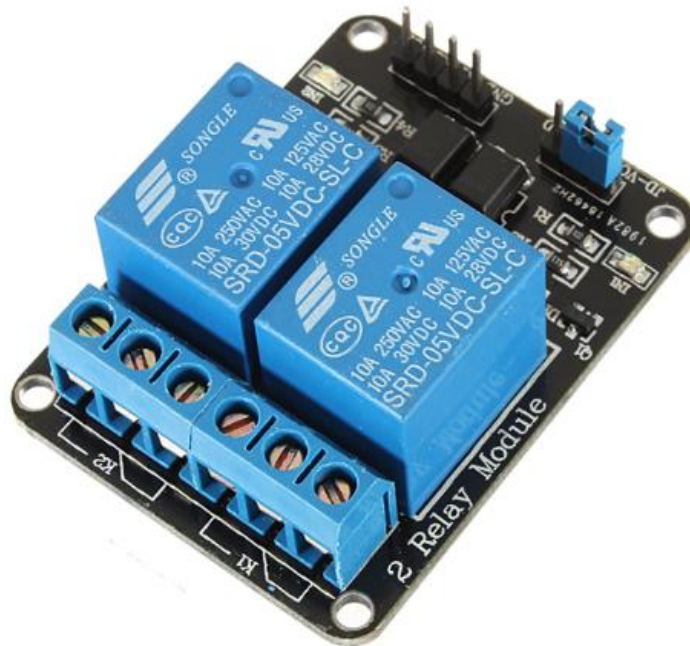


Fonte: Ferreira, 2015.

O módulo relé é a junção do relé em uma placa de circuito impresso com entradas e saídas digitais que permitem a aplicação dos relés em sistemas de acionamentos com microcontroladores, pois, permite a ativação de diversos equipamentos, independente se utiliza corrente contínua ou alternada, dessa forma, facilitando o trabalho na construção de circuitos de automação.(FLIPEFLOP, 2010)

O módulo relé utilizado no sistema foi o modelo sdr05vdc-sl-c (Figura 10), tal qual é muito utilizado em projetos de automação com microcontroladores. Este módulo é composto por relés de 5V com 2 canais capaz de realizar o acionamento de cargas de 200 V de corrente alternada. Além disso, possui uma corrente típica de operação entre 15 e 20 mA, Leds indicadores de status, pinagem de normalmente aberto, fechado e comum, uma tensão de saída de 30VDC ou 250VAC com corrente máxima de 10 A e um tempo de resposta de 5 a 10 ms.(FLIPEFLOP, 2010)

Figura 10: Módulo Relé do modelo sdr05vdc-sl-c.



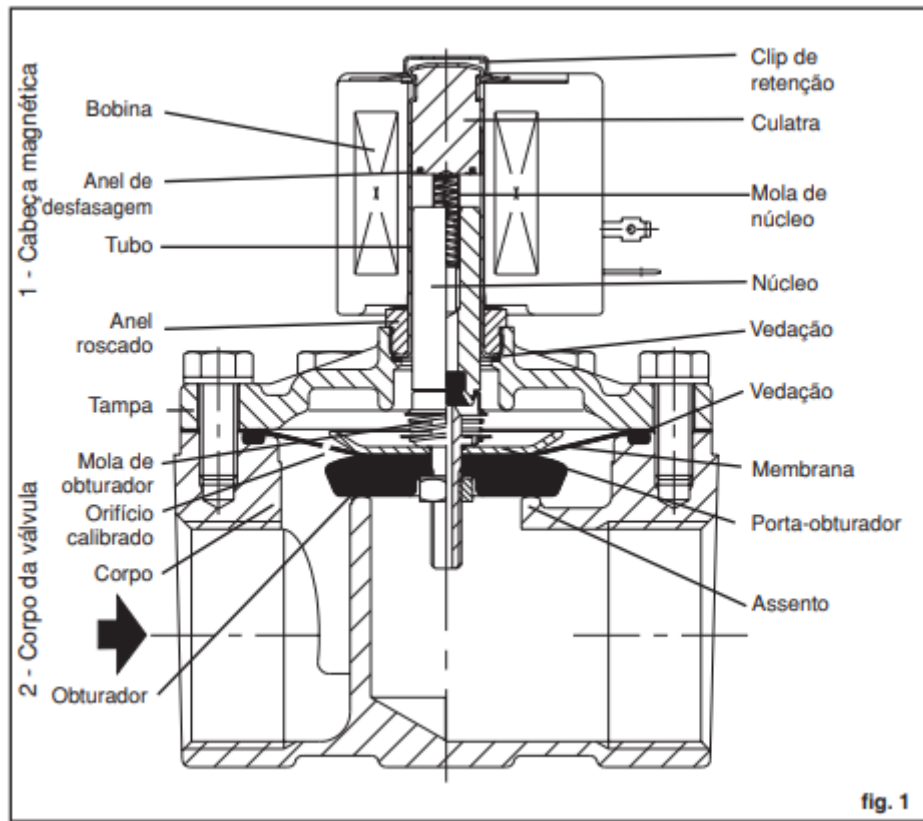
Fonte: <https://www.filipeflop.com/produto/modulo-rele-5v-2-canais/>.

### 3.7 Eletroválvula

A Eletroválvula é um dispositivo destinado a abrir e fechar um fluxo, seja ele de água, eletricidade, gases, de acordo com o sinal elétrico introduzido no sistema. Elas são divididas em duas partes, a parte mecânica e a parte elétrica. (ASCOVAL INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA, 2005.)

A parte mecânica é um êmbolo que move-se e permite ou impede a passagem do fluxo de acordo com o sistema elétrico, além de orifícios de ligação, obturados por assento, membrana, pistão entre outros. Já a parte elétrica é constituída de uma cabeça magnética composta por uma bobina, tubo, culatra, anel de defasagem, mola, tal qual controla a abertura e fecho da eletroválvula de acordo com a corrente elétrica aplicada na bobina que induz um campo magnético e atua sobre o êmbolo fazendo-o se movimentar. (ASCOVAL INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA, 2005)

Figura 11: Estrutura de uma Eletroválvula.



Fonte: ASCOVAL INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA, 2005.

Há diversos tipos de eletroválvulas no mercado, como eletroválvulas de comando direto, eletroválvulas de comando assistido e eletroválvulas de comando direto ou assistido. Entretanto, a eletroválvula utilizada é a válvula solenóide (Figura 12) composta por uma parte elétrica que possui uma bobina solenóide e um corpo com um êmbolo simples para a abertura e fechamento do sistema. Essas válvulas são muito utilizadas em operações diretas ou por servo, adequadas para tubulações de gases e líquidos. (DANFOSS, 2017)



Figura 12: Válvula Solenóide



Fonte: <https://www.eletrogate.com/valvula-solenoid-de-entrada-de-agua-180-1-2-127v>

## 4 METODOLOGIA DE EXECUÇÃO

Neste capítulo é apresentada a metodologia de execução do projeto “ResFar - um Sistema De Automação Agrícola Baseado em IoT”. O projeto de pesquisa destaca a área de automação e os novos métodos de aplicação da internet. Foi iniciado em 2019 e desenvolvido pelo Núcleo de Pesquisa em Eletrônica.

### 4.1 Pesquisa

Partindo dessa nova perspectiva da Internet das coisas e da possibilidade de utilizá-la para melhorar processos agrícolas e torná-la mais acessível, foram realizadas pesquisa sobre esse âmbito com o intuito de provar a hipótese desenvolvida.

Dessa maneira, efetuou-se uma revisão bibliográfica com largo aprofundamento teórico em assuntos relacionados ao desenvolvimento da agricultura no Brasil, a aplicação da Internet das coisas no mundo e sua utilização dentro do atividade agrícola. Os materiais didáticos revisados foram trabalhos de conclusão de curso, dissertações de mestrado, teses de doutorado, relatórios técnicos, artigos de revistas, documentos disponibilizados pelo Governo nacional, estadual e municipal, além de sites especializados na área abordada. Portanto, observa-se que o material pesquisado é determinado pelo avanço tecnológico e desenvolvimento de atividades conjuntas entre a humanidade e a tecnologia.

### 4.2 Idealização do projeto

A partir das pesquisas e da comprovação das hipóteses, foi possível desenvolver a estrutura inicial do projeto que contaria com alguns adaptações para torná-lo mais acessível à sociedade. A ideia do projeto é desenvolver um sistema de irrigação a longa distância controlado por um sistema de IoT que disponibiliza a capacidade de controlar a irrigação de uma região a partir dos smartphones, mas também receber informações e dados sobre o estado atual

do solo para averiguar o que deve ser feito com os atuadores. O microcontrolador escolhido para controlar o sistema foi o ESP32, pois é prático pelo seu tamanho e sua capacidade de conectar-se com outros dispositivos sem conexões físicas.

Os sensores utilizados foram os sensores capacitivo 9SSA7 para umidade que realizam a captação dos dados de umidade do solo. O Módulo Relé do modelo sdr05vdc-sl-c para controlar as duas válvulas utilizadas para irrigação. As válvulas escolhidas foram válvulas solenóides, pois são controladas por energia elétrica e também é de fácil acesso.

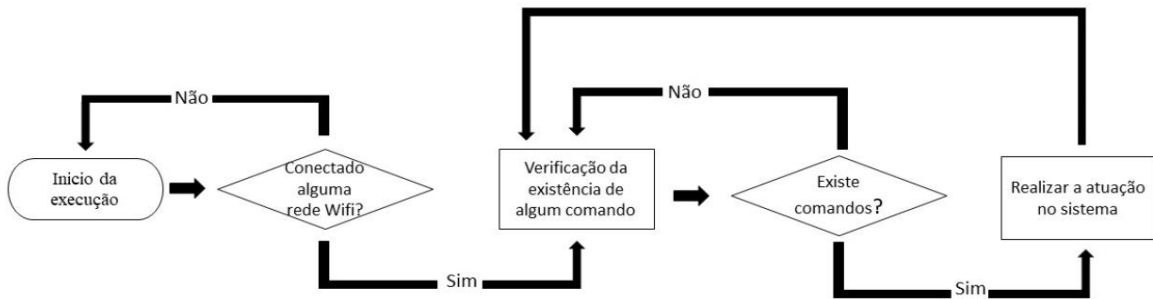
Além disso, a interface homem-máquina desenvolvida foi elaborada para ter uma grande acessibilidade, por este motivo foi utilizado um aplicativo de smartphone para realizar a interação usuário sistema de modo a tornar mais barato o custo do sistema e torna-lo mais acessível com uma tecnologia comum e usual do cotidiano da sociedade.

#### 4.3 Desenvolvimento da Programação

Conforme a definição final do projeto, a programação para realizar a automação do sistema de interface homem-máquina, os sensores e os atuadores precisa ser criada para se adequar ao ESP32 e obedecer um sentido fluído para todo o processo. Dessa forma, o fluxograma (Figura 13) abaixo apresenta a base da programação que será desenvolvida e as funções mais básicas que deverão estar contidas no resultado final.

Esta estrutura inicial abrange apenas a utilização de um pequeno sistema de comunicação e atuação dos sensores e atuadores, mas a partir dessa base foi desenvolvida o restante da programação.

Figura 13: Fluxograma Inicial do projeto.



Fonte: Elaborado pelos autores deste trabalho (2019).

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Programação

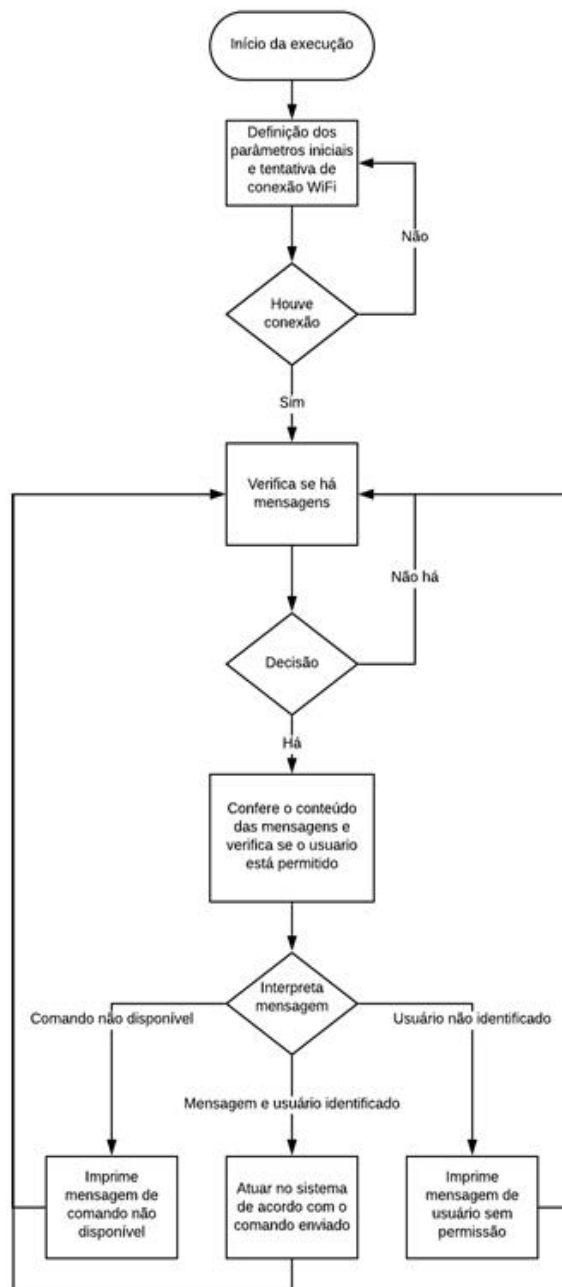
A programação final foi construída segundo a ideia inicial apresentado no Fluxograma anterior e foi alterado em alguns aspectos para atender de maneira mais adequada os processos realizados entre a comunicação do usuário, interface e do sistema. O resultado final é apresentado no fluxograma (Figura 14) que representa a lógica de funcionamento do sistema utilizado. Para o início da operação do código, deve ser definido parâmetros iniciais para seu funcionamento. Para isto existe o setup que define tais parâmetros. Nesta parte do código tem-se definidas as bibliotecas do código, o usuário e senha da conexão WiFi, o token do Bot do Telegram, a quantidade e os Ids dos usuários permitidos e seta os valores dos atuadores. O Anexo 1 mostra como foi realizada a programação.

A comunicação do sistema com o usuário depende da configuração da conexão WiFi. Nesta etapa, o sistema verificará se existe uma rede para conexão, na qual o microcontrolador desempenha a função de um cliente e se conectará a rede pré-especificada nas organizações da programação, assim, caso sua conexão falhe ou caia, o ESP tentará o restabelecimento da rede. Com a conexão estável, ocorre a abertura do Bot que começa a realizar a comunicação entre interface e o cliente para disponibilizar ao usuário os possíveis comandos que podem ser realizados pelo sistema.

Após a inicialização e a etapa inicial de configuração da rede de comunicação entre o usuário e o microcontrolador, temos a etapa de verificação e atuação, na qual o sistema se mantém na maior parte do seu tempo de processo. Essa etapa consiste em observar se existe algum comando na interface para o sistema, o microcontrolador manterá essa verificação de novas mensagens e manterá as predefinições anteriores no processo de irrigação. Entretanto, se o usuário enviar alguma mensagem, o sistema verificará se seu id está credenciado para realizar essa alteração e, caso seja afirmativo, realizará o procedimento de acordo com as definições do usuário.

Todavia, o usuário só poderá atuar no sistema conforme os comandos já estabelecidos que permitem verificar os status de cada sensor e atuador, modificar o estado dos atuadores, assim como definir o tempo de funcionamento da irrigação. Além disso, a interface sempre será informada quando ocorrer a alteração no estado do atuador e a eventualidade de ser resetado.

Figura 14: Fluxograma da Programação Final.



Fonte: Elaborado pelos autores deste trabalho (2019).

## 5.2 Desenvolvimento da Interface Homem-Máquina

A Interface Homem-máquina do projeto foi elaborada de acordo com o avanço da programação. O aplicativo utilizado para realizar essa comunicação entre o usuário e ao projeto foi o Telegram (Figura 15 A), já que o Telegram é um plataforma que permite o desenvolvimento livre de uma interface e uma comunicação com código aberto para outros sistemas, além de permitir o desenvolvimento de Bots que realizam diversas funções de acordo com a programação.

O método utilizado no projeto foi a utilização do “BotFather”, tal qual permite a criação de um bot personalizado capaz de realizar as funções desenvolvidas pelo próprio usuário e comunicar-se com programações exteriores. Desse modo, foi criado um bot com os comandos para ligar e desligar os atuadores, mandar o status do sistema por inteiro, indicar o momento da colheita de dados.

A utilização desse Bot é desenvolvida no código devido à biblioteca “UniversalTelegramBot.h” que auxilia na criação do bot para interação com o microcontrolador conforme os comandos programados na interface. Os testes foram realizados com vários processos conjuntos a programação e várias tentativas de ativação do sistema efetuado em grupo com 4 usuários e o bot que geria as atividades, como é apresentado nas Figura 15 B.

A interface homem-máquina desenvolvida no aplicativo Telegram possui a interação direta com a programação desenvolvida no projeto. Essa interface promove o controle remoto por smartphone do sistema integrando a grande acessibilidade, a capacidade de transmitir mensagens do aplicativo para a obtenção das informações em tempo real e controle dos processos realizados permitido pelo aplicativo com o uso de Bots. A interação entre o usuário e a interface funciona com um chat de mensagens que possui o bot construído para o processo. Esse bot analisa diversos aspectos para realizar o processo de atuação.

Figura 15: Interface do Telegram (A) e do grupo de testes(B).



(A)

(B)

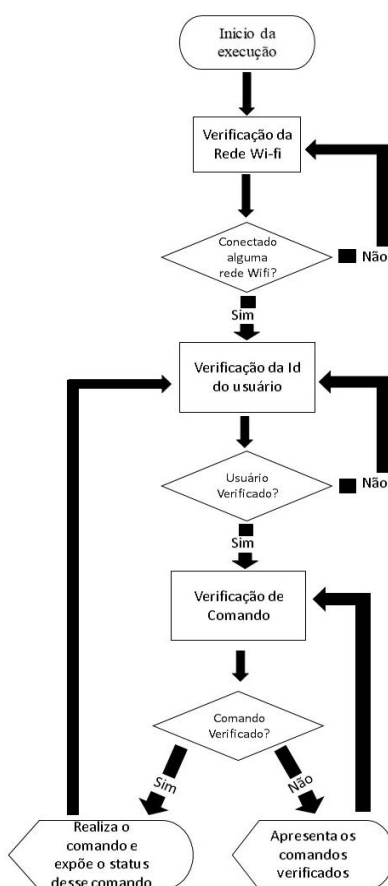
Fonte: Elaborado pelos autores deste trabalho (2019).

O resultado do processo de interação entre o usuário e a interface é apresentado no fluxograma abaixo (Figura 16). Primeiramente, o sistema verifica se há uma rede WiFi conectada no microcontrolador e no smartphone do usuário, caso tenha essa relação, o sistema de interação homem-máquina funcionará de modo adequado. Entretanto, o usuário precisa está cadastrado e verificado como um administrador para realizar alterações ou consultas pelo Bot no equipamento, portanto, garantindo a segurança do sistema em relação a usuários não verificados.

Além disso, na programação do projeto, existem funções que identificam o texto recebido em cada mensagem e compara com os termos pré-definidos anteriormente, de tal forma que cada termo executa um comando diferente, e para o usuário saber quais são os comandos, deve-se enviar um texto aleatório para bot que, provavelmente, identificava como termo inválido e responderá com uma mensagem indicando os comandos válidos.



Figura 16: Fluxograma da Interface Homem-máquina



Fonte: Elaborado pelos autores deste trabalho (2019).

Com a escolha adequada das funções, o sistema extrai o texto recebido pelo Telegram e converte as letras em caixa alta para extrair partes específicas dos dados recebidos e comparar com uma sequência de informações pré-definidas para confirmar se o trecho retirado é idêntico aos comandos identificados no sistema. Para funções relacionadas ao tempo, ainda realiza-se uma verificação posterior relacionada ao tempo e se o processo é válido, já que existem faixas de tempo definidas para as ações, caso esteja nessa faixa, o tempo é registrado e iniciar-se a contagem. Os comandos utilizados são apresentados na Tabela 1.

Já ao solicitar os status do sistema, o aplicativo envia uma mensagem para o microcontrolador que retorna com os estados de cada sensor e atuador. Os sensores possuem dois estados pré-definidos que são o estado seco e o

úmido. O estado seco é para solos que possuem baixa umidade ou nenhuma umidade, enquanto o estado úmido é para solos adequados para plantação. Já os atuadores somente apresentam os estados de ligado e desligado, que como o nome já indica, é ativado ou desativado. As Figuras 17 A e B apresenta a situação de interação entre o usuário e a interface, no qual o usuário Ayslenon enviou o comando “/starus” que não é correto e o bot enviou uma resposta indicando a inexistência do comando e a lista de comandos.

Tabela 1: Comandos disponíveis no sistema

Comando	Função	Atividade realizada
/Hora	Confere o Horário utilizado	Apresenta a hora para o usuário no aplicativo
/Status	Conferir a situação dos sensores e dos atuadores	Apresenta a situação sobre os sensores (seco ou úmido) e sobre os atuadores(ligado ou desligado)
/ligar1 e /ligar2	Liga o atuador 1 e 2, respectivamente	Envia o comando para o microcontrolador que ativa o módulo relé e o atuador, conseqüentemente.
/desligar1 e /desligar2	Desliga o atuador 1 e 2,	Envia o comando para o microcontrolador que desativa o módulo relé e o atuador, conseqüentemente.
/defineA1h e /defineA2h	Define o tempo de atuação da válvula em horas	Liga a válvula por um determinado período de tempo em horas
/defineA1 e /defineA2	Define o tempo de atuação da válvula em minutos	Liga a válvula por um determinado período de tempo em minutos

Fonte: Elaborado pelos autores deste trabalho (2019)

Figura 17: Resposta da Interface ao usuário mandar um comando errado(A) e comandos válidos(B).



(A)

(B)

Fonte: Elaborado pelos autores deste trabalho (2019).

### 5.3 Teste dos sensores

Os testes dos sensores foram executados com o intuito de entender o seu funcionamento característico de acordo com o tipo de solo e a concentração de água em cada um, assim, observando a variação de tensão gerada pelo sensor e observando qual seria o valor ideal para ser aplicado no desenvolvimento do sistema.

Dessa forma, os testes foram feitos em diversos tipos de solo encontrado, normalmente, em locais de agricultura. As amostras de solos utilizadas foram os solo de tipo arenoso e argiloso, no qual tiveram a concentração de água aumentada progressivamente para observar a mudança na tensão gerada pelo sensor. As Figuras 18 A e B apresentam o processo de testes sendo realizado e os diferentes solos utilizados.

Figura 18: Testes com Solo sem água (A) e com água(B).



(A)



(B)

Fonte: Elaborado pelos autores deste trabalho (2019).

Os testes dos sensores foram realizados para averiguar o seu funcionamento e identificar qual a seria a melhor faixa de tensão utilizada para realizar a troca de status do sensor, já que a análise do solo é essencial para a plantação de qualquer tipo de produto agrícola. A análise dos sensores mostrou que a medida que o sistema fica úmido, a tensão decai, portanto, quanto mais úmido mais baixa é a tensão gerada pelo sensor capacitivo. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Resultado do teste dos sensores.

Tipo de substância	Medição	Conversão
Ar	560	2,73V
Solo seco	553	2,7V
Solo pouco úmido	444	2,17V
Solo meio úmido	398	1,94V
Solo úmido	308	1,5V
Solo encharcado	308	1,5V
Água	300	1,46V

Fonte: Elaborado pelos autores deste trabalho (2019).

Conforme os resultados apresentados, observa-se que os solos mais secos apresentam tensões maiores que os solos úmidos. Além disso, os solos úmidos possuem pequena variação quando chegam perto do valor da água, logo não possuem tanta diferença. Entretanto, os valores mais adequados para a agricultura possuem uma variação adequada, já que os solos pouco úmido e meio úmido são os mais propícios para a produção agricultura com a economia da água, pois esse controle evita a falta de água e o encharcamento do solo, tornando assim a produção proveitosa.

Dessa forma, o microcontrolador é programado para identificar a troca de estado quando a tensão gerada pelo sensor capacitivo atinge cerca de 2.2V, na qual temos um solo razoavelmente úmido e capaz de desempenhar seu papel na agricultura com pouco desperdício.

#### 5.4 Teste das válvulas solenóides

Os testes dos atuadores foram realizados ao finalizar a estrutura do sistema, pois só funcionaria com o controle do microcontrolador para ter certeza de como funcionaria.

Dessa maneira, os testes efetuados com os atuadores tinham com o objetivo de entender o seu funcionamento conjunto ao microcontrolador e como seria a liberação da água conforme fosse realizado o seu controle. Nesta perspectiva, realizou um teste com uma garrafa para controlar melhor a pressão dentro da válvula e outro com uma torneira para observar seu funcionamento com a aplicação real. A Figura 19 apresentam o procedimento desses testes.

Figura 19: Teste com as válvulas solenóides com torneira.



Fonte: Elaborado pelos autores deste trabalho (2019).

A avaliação obtido sobre o uso das válvulas solenoides foi de acordo com o esperado, porque adequam-se perfeitamente às situações propostas, pois funcionaram de modo satisfatório, porém é necessário mantê-las em baixas altitudes, porque a pressão da água afeta a saída e impede que a água chegue no seu destino final mesmo com o sistema ligado.

## 5.5 Produção do protótipo

Partindo de todos os resultados das etapas anteriores, o produto final foi desenvolvido com a junção de todas as etapas do sistema. A montagem realizada uniu os sensores e o módulo relé ao microcontrolador que realizará a automação desse sistema controlando os dados recebidos dos sensores e ativando ou desativando os relés que estão conectados as válvulas solenóides que serão abertas ou fechadas conforme o comando introduzido pelo usuário na interface do aplicativo, Telegram. A Figura 20 apresenta a produção do produto final.

Figura 20: Montagem do protótipo final.



Fonte: Elaborado pelos autores deste trabalho (2019).

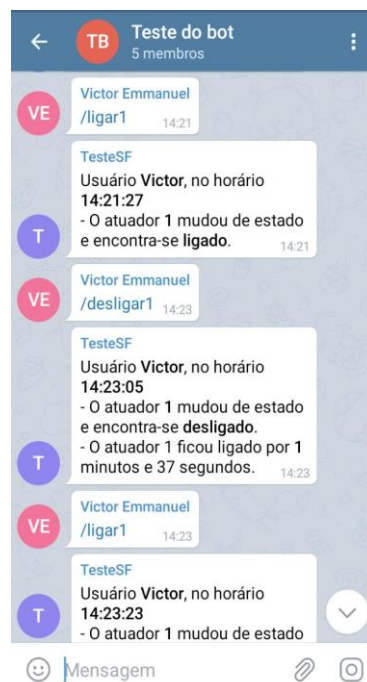
O sistema foi montado de acordo com as entradas do microcontrolador. A alimentação dos sensores e do módulo relé é promovida pelo ESP32, os sensores estão ligados ao pino 3v3 que fornece 3.3V, enquanto o módulo relé está ligado no Vin que fornece 5V de alimentação por causa da sua alimentação via USB. Assim como, o aterramento desses equipamentos é o pino GND do microcontrolador, ou seja, um terra comum.

Além disso, os pinos IN1 e IN2 do módulo relé são conectados, respectivamente, os pinos D2 e D4 do ESP32. Os pinos Vref do sensor 1 é conectado no pino D34 e o Vref do sensor 2 no pino D35 do ESP32. Já a ligação entre as eletroválvulas e os módulo relé é feita com ambos os pinos comuns dos relés ligados à fase da rede elétrica e cada pino normalmente fechado vai para um dos terminais da válvula solenóide e os terminais restantes são ligados juntos a neutro da instalação elétrica.

O funcionamento inicia com a procura de uma rede Wifi para o microcontrolador. Após realizar a conexão, o microcontrolador está disponível

para receber os comandos realizados pelo usuário na interface. Os únicos comandos que atuam diretamente no sistema são os de permitir o controle de abertura e fechamento das válvulas. Quando o comando “/ligar” é enviado, o microcontrolador recebe e ativa a entrada, que pode ser o pino D2 ou D4, dessa forma, ativando o sistema de irrigação. Caso o comando “/desligar” seja ativado, o microcontrolador recebe e desativa a respectiva entrada, assim desligado a irrigação. A Figura 21 mostra a interface ao enviar o comando e a Figura 22, a atuação da eletroválvula após receber o comando.

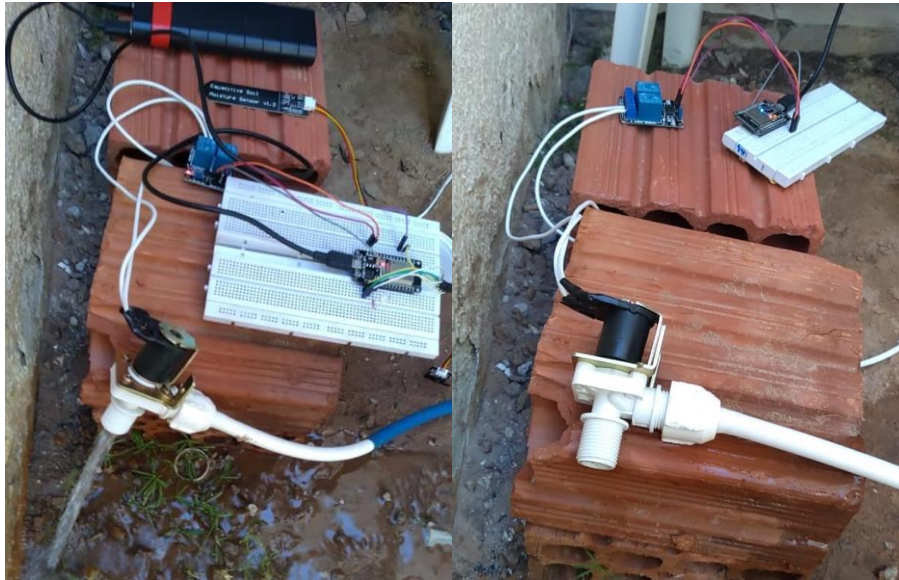
Figura 21: Interface ao enviar o comando de ligar e desligar.



Fonte: Elaborado pelos autores deste trabalho (2019).



Figura 22: Atuação do sistema após os comandos.



Fonte: Elaborado pelos autores deste trabalho (2019).

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS**

Conforme os resultados apresentados anteriormente, observa-se que o protótipo atende ao principal objetivo do projeto que é desenvolver um sistema de automação acessível para regiões de pequeno e médio porte, já que apresenta uma comunicação via WiFi que interage a longas distâncias com o uso do Telegram como uma interação homem-máquina acessível para qualquer pessoa com smartphone e o uso de comandos simples e fáceis para a compreensão de qualquer pessoa. Além disso, realiza a automação de válvulas que controlam o fluxo de água e sensores que realizam a verificação da situação do solo, portanto auxiliando na diminuição de gastos de água com esse processo.

Entretanto, o projeto ainda não pode ser aplicado diretamente nessas regiões, porque precisa do desenvolvimento de sua estrutura externas e de um sistema de alimentação adequado para o microcontrolador e as válvulas solenóides, assim evitando os problemas verificados na construção na etapa de testes do protótipo, na qual grande parte dos equipamentos ficam expostos ao contato com agentes externos, como a água da chuva e os ventos.

### **6.1 Perspectivas Futuras**

Nesse contexto, observando o trabalho apresentado, a perspectiva para o futuro desse projeto deverá ser o desenvolvimento da estrutura externa para evitar esses problemas e aumentar a sua área de aplicação para regiões maiores, ou seja, aumentando a quantidade de sistemas relacionados à interface com a ampliação da quantidade de microcontroladores se comunicando com o usuário.

## REFERÊNCIAS

ALECRIM, Emerson. **O que é Wi-Fi (IEEE 802.11)?**. 2008. Disponível em: <<https://www.infowester.com/wifi.php>>. Acesso em: 19 nov. 2019.

ASCOVAL INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA (São Paulo). **TECNOLOGIA ELETROVÁLVULA E VÁLVULAS**: Funcionamento, terminologia e tipos de construção. Barueri:, 2005.

AZEVEDO, Alberto J. **Telegram — O guia definitivo**. 2016. Disponível em: <<https://medium.com/@ajazevedo/telegram-o-guia-definitivo-c2a4e54c1682>>. Acesso em: 03 out. 2019.

CAIS (CENTRO DE ATENDIMENTO A INCIDENTES DE SEGURANÇA). Centro de Atendimento A Incidentes de Segurança. **Implementando o serviço NTP na sua rede local**. 2019. Disponível em: <[https://memoria.rnp.br/\\_arquivo/cais/manual\\_ntp\\_v1b.pdf](https://memoria.rnp.br/_arquivo/cais/manual_ntp_v1b.pdf)>. Acesso em: 22 nov. 2019.

CARVALHO, Matheus Souza de. **SENSOR PARA MONITORAMENTO DE UMIDADE DO SOLO UTILIZANDO ENERGIA SOLAR**. 2016. 46 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Software, Universidade Federal do Ceará, Quixadá, 2016.

CASILLO, Danielle. **Interacção Homem-Máquina**. Mossoró: Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2010. 31 slides, color.

CINTRA, André. **O QUE SÃO BOTS E PORQUE DEVO USÁ-LO NAS MINHAS REDES SOCIAIS?** 2019. Disponível em: <<http://www.postdigital.cc/blog/artigo/o-que-sao-bots-e-porque-devo-usa-lo-nas-minhas-redes-sociais>>. Acesso em: 14 nov. 2019.

DANFOSS; **Válvula solenoide: Tipos EVR 2 - EVR 40.** 2017. Disponível em: <[http://files.danfoss.com/technicalinfo/dila/01/DKRCC.PD.BB0.E5.28\\_EVR2\\_EVR40\\_az.pdf](http://files.danfoss.com/technicalinfo/dila/01/DKRCC.PD.BB0.E5.28_EVR2_EVR40_az.pdf)>. Acesso em: 04 nov. 2019.

Espressif Systems. **ESP32 Series Datasheet.**, 2019. Disponível em: <[www.espressif.com](http://www.espressif.com)>. Acesso em: 03 mar. 2019.

Espressif Systems.. **ESP32-DevKitC Getting Started Guide.** : ., 2017. Disponível em: <[www.espressif.com](http://www.espressif.com)>. Acesso em: 03 mar. 2019.

EVANS, Dave. **A Internet das Coisas: Como a próxima evolução da Internet está mudando tudo.** Cisco Internet Business Solutions Group, Eua, v. , n. , p.1-13, abr. 2011. Disponível em: <[https://www.cisco.com/c/dam/global/pt\\_br/assets/executives/pdf/internet\\_of\\_things\\_iot\\_ibsg\\_0411final.pdf](https://www.cisco.com/c/dam/global/pt_br/assets/executives/pdf/internet_of_things_iot_ibsg_0411final.pdf)>. Acesso em: 03 mar. 2019.

FERNANDES, Rosângela dos Santos et al. **Desenvolvimento De Um Sistema De Irrigação Automático E De Baixo Custo.** In: Congresso Internacional Da Diversidade Do Semiárido, 1., 2016, Campina Grande. Revista... . Campina Grande: Realize, 2016. v. 1, p. 1 - 6. Disponível em: <[https://editorarealize.com.br/revistas/conidis/trabalhos/TRABALHO\\_EV064\\_MD4\\_SA6\\_ID2658\\_23102016175529.pdf](https://editorarealize.com.br/revistas/conidis/trabalhos/TRABALHO_EV064_MD4_SA6_ID2658_23102016175529.pdf)>. Acesso em: 03 mar. 2019.

FERREIRA, Jéssimon. **SISTEMAS CAPACITIVOS APLICADOS NA AVALIAÇÃO DA UMIDADE RELATIVA DE MADEIRA DE PINUS.** 2017. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Elétrica, Eletrônica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017.

FERREIRA, João Luiz Cesarino. **CURSO TÉCNICO DE ELETRÔNICA: 2º Módulo.** : ., 2015. 17 p.

FLIPEFLOP. **Módulo Relé 5V 2 Canais**. 2010. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/produto/modulo-rele-5v-2-canais/>>. Acesso em: 14 nov. 2016.

GASQUES, José Garcia; BASTOS, Eliana Teles. **Gastos Públicos na Agricultura Brasileira**. In: CONGRESSO SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 47., 2009, Porto Alegre. .. Porto Alegre, Rs: Sober, 2009. p. 1 - 18.

GOMES, Bruno E. G.. **Linguagem C++**: Natal: Ifrn, 2012. 19 slides, color. Disponível em: <<https://docente.ifrn.edu.br/brunogurgel/disciplinas/2012/fprog/aulas/cpp/aula1-intro-cpp.pdf>>. Acesso em: 14 out. 2018.

GUIMARÃES, Alexandre. **O que são Redes Wireless?** : ., 2005. Disponível em: <<https://www.linux.ime.usp.br/~dfrevert/programs/Desktop/Redes%20Wireless/Redes%20Wireless%20-%20O%20que%20s%C3%A3o%20redes%20wireless.pdf>>. Acesso em: 11 nov. 2019.

JACOB, Regina Tangerino de Souza et al. **TELEGRAM: contribuição na indicação de tecnologia assistiva para indivíduos com deficiência auditiva**. Scielo, São Paulo, v. 29, n. 1, p.1-6, 23 fev. 2017.

Júnia C. P. R. da Conceição; Pedro H.Z, da Conceição. Ipea- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Agricultura: Evolução E Importância Para A Balança Comercial Brasileira**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada(ipea), 2014. 36p. Disponível em: <[http://www.en.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/TDs/td\\_1944.pdf](http://www.en.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/TDs/td_1944.pdf)>. Acesso em: 03 mar. 2019.

LUGLI, Alexandre Baratella et al. **Redes Sem Fio em Automação Industrial**. Inatel - Instituto Nacional de Telecomunicações, Santa Rita do Sapucaí, p.1-12, 2012. Disponível em: <<https://www.inatel.br/biblioteca/artigos->

cientificos/2012/6087-redes-sem-fio-em-automacao-industrial/file>. Acesso em: 05 mar. 2019.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Grupo de Redes Elétricas Inteligentes. **Relatório: Smart Grid**. 2010. Relatório. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/web/guest/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/acoes/energia-eletrica/relatorio-smart-grid?inheritRedirect=true>>. Acesso em: 03 mar. 2019. BRASIL.

NETO, André T; RABELLO, Ladislau M. **Redes De Sensores Sem Fio Para Manejo Da Irrigação**. In: II Workshop de Aplicações de Técnicas Eletromagnéticas para o Monitoramento Ambiental. Ed 2, 2008. Taubaté. Anais...Taubaté: 2008, 14 p. p 171-184. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/87543/1/proci-08.00051.PDF>>. Acesso em: 03 mar. 2019.

PARANÁ. Ágide Meneguette(Org). Faep - Federação de Agricultura do Estado do Paraná. A primeira fazenda robotizada da América Latina. **A Fazenda do Futuro**, Curitiba, v. 1272, p.4-8, ago. 2014. Disponível em: <<http://sistemafaep.org.br/wp-content/uploads/2014/08/BI1272.pdf>>. Acesso em: 03 mar. 2019.

SANTOS, Bruno P. **Internet das Coisas: da Teoria à Prática**. Departamento de Ciência da Computação Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) Belo Horizonte, MG, Brasil. 2016. No prelo. Disponível em: <<https://homepages.dcc.ufmg.br/~mmvieira/cc/papers/internet-das-coisas.pdf>>. Acesso em: 03 mar. 2019.

SANTOS, Helena Cabral dos; DANTAS, Joédson da Rocha; R.NASCIMENTO, Joab Josemar Vitor. **USO DA ÁGUA NA IRRIGAÇÃO EM UMA COMUNIDADE RURAL DO MUNICÍPIO DE CUITÉ-PB**. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA DIVERSIDADE DO SEMIÁRIDO, 2., 2017, Campina Grande. .. Campina Grande: Realize Eventos & Editora, 2017. p. 1 - 9.

SANTOS, Lorena Beatriz. **SISTEMA AUTOMATIZADO PARA CONTROLE DE UMIDADE E TEMPERATURA EM CULTURA DE MORANGOS APLICADOS AOS PEQUENOS PRODUTORES**. 2014. 110 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia da Computação, Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas, Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2014.

São Paulo (Estado) . Secretaria do Meio Ambiente(SMA) / Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais. **Agricultura sustentável**. Kamiyama, Araci. - - São Paulo: SMA, 2011. 75p., 21 x 29,7cm (Cadernos de Educação Ambiental, 13) Disponível em: <<http://www.santoandre.sp.gov.br/pesquisa/ebooks/342993.pdf>>. Acesso em: 03 mar. 2019.

SILVA, Bruno Rafael F. Souza Barbosa da; BRITO, Patrick Henrique. **Telegram como Objeto de Aprendizagem para Apoiar o Ensino de Libras para Ouvintes**. Nuevas Ideas En Informática Educativa, Santiago, v. 14, n. 1, p.283-294, 2018.

SINGER, Talyta. **Tudo Conectado: Conceitos e Representações da Internet das Coisas**. In: II SIMPÓSIO EM TECNOLOGIAS DIGITAIS E SOCIABILIDADE, 2012. Salvador. Anais... Salvador: Simsocial, 2012. 15 p. p 1-15. Disponível em: <<http://files.educacao-e-tics.webnode.com/200000031-3af843cee5/Internet%20das%20Coisas%20-%20IOT%20Talyta%20Singer.pdf>>. Acesso em: 03 mar. 2019.

WWP. Engin Koncagül; Tran, Michael; Connor, Richard; Uhlenbrook, Stefan. **Relatório mundial das Nações Unidas sobre desenvolvimento dos recursos hídricos 2018: soluções baseadas na natureza para a gestão da água, fatos e dados**. .. : Unesco, 2018. 11 p.

