



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
FACOMP – FACULDADE DE COMPUTAÇÃO  
CURSO DE BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

**SISTEMA AUTÔNOMO DE IRRIGAÇÃO COM ARDUINO**

VANESSA DO SOCORRO NEVES FLEXA

Castanhal-PA

2021



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
FACOMP – FACULDADE DE COMPUTAÇÃO  
CURSO DE BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

VANESSA DO SOCORRO NEVES FLEXA

**SISTEMA AUTÔNOMO DE IRRIGAÇÃO COM ARDUINO**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao colegiado da Faculdade de Computação da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para a obtenção do grau de bacharel em Sistemas de Informação.

Orientador: Prof. Dr. Tássio Costa de Carvalho.

Castanhal-PA

2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
FACOMP – FACULDADE DE COMPUTAÇÃO  
CURSO DE BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

**SISTEMA AUTÔNOMO DE IRRIGAÇÃO COM ARDUINO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado da Faculdade de Computação (FACOMP) da Universidade Federal do Pará do campus de Castanhal, como requisito parcial para a obtenção do Grau de bacharel em SISTEMAS DE INFORMAÇÃO.

---

Prof. Dr. Tássio Costa de Carvalho  
**Orientador-UFPA/FACOMP**

---

Prof. Dr. Igor Ruiz Gomes  
**Membro da Banca – UFPA/FACOMP**

---

Prof. Dr. José Jailton Henrique Ferreira Júnior  
**Membro da Banca – UFPA/FACOMP**

---

Prof. Dr. José Jailton Henrique Ferreira Júnior  
**Diretor (a) da Faculdade de Computação – FACOMP**

Castanhal-PA

2021

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho a Deus; sem ele eu não teria capacidade para desenvolver este trabalho. Assim como também a minha querida família, que tanto admiro, dedico o resultado do esforço realizado ao longo deste percurso em especial a minha mãe por nunca ter medido esforços para me proporcionar um ensino de qualidade durante todo o meu período escolar. Ao meu orientador, que conduziu o trabalho com paciência e dedicação, sempre disponível a compartilhar todo o seu vasto conhecimento.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, acima de tudo, A Deus, pela minha vida, e por me permitir ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo da realização deste trabalho.

Agradeço a Celia Maria por ter exercido o papel de pai e mãe, ao meu avô Pedro e a minha avó Maria de Fatima. Por terem me ensinado o que é honra, honestidade e mostrado que esforço vence inteligência e condição financeira.

Agradeço aos meus tios Izabel, Celio, Cleo, Celso, Enos e Gilvana por todo o apoio e motivação. Por seus exemplos de vida e inspiração transmitida. E, acima de tudo, por sempre terem me tratado como uma filha.

Agradeço aos meus primos Pedro, Enzo, Catarina e Kayky por todo o apoio e pela ajuda, que muito contribuiu para a realização deste trabalho.

Agradeço a minha companheira de estrada Joyce Andrade que, querendo ou não, me proporcionou um crescimento pessoal ou profissional.

Agradeço por último, mas com o mesmo grau de importância, ao meu professor e orientador Tassio Carvalho por toda paciência e compreensão, por ter aceitado acompanhar-me neste projeto. O seu empenho foi essencial para a minha motivação à medida que as dificuldades iam surgindo ao longo do percurso e a todos os professores que realmente se preocupam com a educação, que sabem a importância do que fazem, que incentivam criatividade e passam inspiração.

*A fé nunca sabe onde está sendo levada, mas  
conhece e ama aquele que a está levando.*

*(Oswald Chambers- ano)*

## Sumário

LISTA DE ILUSTRAÇÕES .....	9
LISTA DE TABELAS .....	11
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	12
RESUMO .....	13
ABSTRACT.....	14
1. INTRODUÇÃO.....	15
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO.....	15
1.2. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA .....	17
1.3. JUSTIFICATIVA .....	17
1.4. OBJETIVO GERAL .....	18
1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO .....	18
2. FUNDAMENTAÇÃO TEORICA .....	19
2.1. SURGIMENTO DA IRRIGAÇÃO .....	19
2.2. METODOS DE IRRIGAÇÃO .....	20
2.2.1. Sistema de irrigação por superfície.....	21
2.2.2. Irrigação de superfícies por sulcos.....	22
2.2.3. Irrigação de superfície por coroações .....	23
2.2.4. Irrigação de superfície por faixas ou inundações .....	24
2.3.1 Irrigação localizada.....	24
2.3.2 Sistema de irrigação por aspersão .....	25
2.2. SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADOS .....	26
2.2.1. SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADOS BASEADOS EM TEMPORIZADORES.....	28
2.2.2. SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO NÃO BASEADOS EM TEMPORIZADORES	28
3. O QUE É O ARDUINO?.....	32

3.1. FAMILIA ARDUINO .....	32
3.2. SHIELDS PARA ARDUINO .....	33
3.3. LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO DO ARDUINO.....	34
3.4. COMPONENTES ELETRONICOS.....	36
4. TRABALHOS CORRELATOS.....	38
4.1. SISTEMA DE IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADO UTILIZANDO PLATAFORMA ARDUINO.....	38
4.2. PLATAFORMA ARDUINO NA AUTOMAÇÃO DA IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO NO CULTIVO DA CANA-DE-AÇUCAR.....	39
DE PEQUENO PORTE (SAIP <sup>3</sup> ).....	40
4.4. SISTEMA DE IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADO UTILIZANDO ARDUINO UNO.....	41
4.5 SISTEMA AUTOMATICO DE IRRIGAÇÃO DE BAIXO CUSTO.....	42
4.6. PROJETO DE IRRIGAÇÃO AUTOMATICA ATRAVEZ DA PLATAFORMA ARDUINO.....	44
4.7. SUMATO V-GARDEN – IRRIGAÇÃO INTELIGENTE DE HORTA EM PINHAIS .....	45
4.8. COMPARATIVO DOS TRABALHOS CORRELATOS COM O TRABALHO EM QUESTÃO .....	46
5. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO PROPOSTO .....	47
5.1. FUNCIONAMENTO DO PROCESSO DE IRRIGAÇÃO A SER AUTOMATIZADO .....	47
5.2. DESCRIÇÃO DO SISTEMA .....	48
5.3 ARQUITETURA DA APLICAÇÃO .....	48
5.4. METODO DE IRRIGAÇÃO .....	56
5.5. O PROTOTIPO .....	57
5.6. ESTRUTURAS DA APLICAÇÃO .....	57
5.7. SOFTWARE .....	60

5.8. GRAVANDO O PROGRAMA NA PLACA.....	61
5.9. PROGRAMAÇÃO DO SOFTWARE .....	62
5.10. IMPLEMENTAÇÃO DO PROTOTIPO .....	62
5.11. RESULTADOS ESPERADOS .....	64
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	65
6.1 TRABALHOS FUTUROS.....	66
REFERÊNCIAS .....	67
ANEXOS .....	72

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1-irrigação por superfície na cultura do arroz. Fonte: cpt, 2019.....	21
Figura 2-Irrigação por sulcos. Fonte: COUTO, 2017.....	23
Figura 3-Exemplo de irrigação por corrugação na cultura do feijão. Fonte: Testezlef .....	23
Figura 4-Cultivo no sistema de irrigação por inundação nas várzeas tropicas – Fonte: Arquivo Seagro .....	24
Figura 5-Irrigação Localizada. Fonte: Irrigação.net .....	25
Figura 6-Irrigação por aspersão. Fonte: Agrishow. ....	26
Figura 7-Tensiometro Fonte: Madalosso, 2014 .....	29
Figura 8-Funcionamento do sistema irrigas. Fonte: Madalosso, 2014. ....	30
Figura 9-Família Arduino. Fonte: Multilogica-shop.....	33
Figura 10-Shields existentes para se usar com arduino. Fonte: Multilogica-shop .....	34
Figura 11-Placa Arduino. Fonte: Multilogica-shop.....	36
Figura 12-Esquema de implementação do protótipo (BARBOSA, 2013) .....	39
Figura 13-Esquema de ligação do sistema de automação no lisímetro de drenagem e na Válvula solenoide. Fonte: Cardoso, Sá, Silva, Camargo, 2015.....	40
Figura 14-Protótipo final embutido no bonsai (Gomes, Simarro, Brito, Serra, M, 2016). ....	41
Figura 15-foto do sensor ligado a uma planta (Pereira, Meireles, Santos, Batista, 2017) .....	42
Figura 16-Teste simulado de ativação do sistema. (Melo, Sousa, Saraiva, Filho, 2016).....	43
Figura 17-Circuito do Protótipo Arduino. Fonte: Matias, Matias, Lacerda, Rocha, Nazaré, 2017. ....	44
Figura 18-Protótipo sendo testado na prática. Fonte: Ramos, Galdino, Oda, Corsi, Tomé, Luz, Rodrigues, 2017 .....	45
Figura 19-Estrutura típica de uma plantação com estufas, Fonte: EMANOELI MADALOSSO.....	47
Figura 20-Placa arduino utilizada no projeto. Fonte (Autor,2019) .....	49
Figura 21-Protoboard. Fonte: Autora .....	50
Figura 22-Fios jumper. Fonte: Autora.....	51
Figura 23-Sensor de Umidade. Fonte: Autora.....	51
Figura 24-Sensor de temperatura. Fonte: Autora .....	52
Figura 25-Sensor de chuva. Fonte: Autora.....	53
Figura 26-Modulo Rele. Fonte: Autora. ....	53
Figura 27-display LCD .....	54
Figura 28-Modulo I2C. Fonte: Autora .....	54
Figura 29-Válvula solenoide para água. Fonte: Baú da Eletrônica .....	55
Figura 30-Modulo RTC DS1307, Autor: site filipeflop.com.....	55
Figura 31-diagrama de blocos do funcionamento do Sistema .....	56
Figura 32-Layout do Projeto. Fonte: autora.....	57
Figura 33-teste pratico com sensor de umidade. fonte: autora .....	58
Figura 34teste com sensor de chuva .....	58

<b>Figura 35-Teste com o sensor de temperatura .....</b>	<b>58</b>
<b>Figura 36-Todos os componentes conectados a protoboard e ao arduino.....</b>	<b>59</b>
<b>Figura 37-Componentes conectados. ....</b>	<b>59</b>
<b>Figura 38-Conexão do modulo rtc no arduino, Fonte: filipeflop.com.....</b>	<b>60</b>
<b>Figura 39-IDE do Arduino. ....</b>	<b>60</b>
<b>Figura 40-conexão do arduino no pc. ....</b>	<b>61</b>
<b>Figura 41-Diagrama de atividades do sistema .....</b>	<b>63</b>

## LISTA DE TABELAS

tabela 1 - comparativo dos trabalhos.....	45
tabela 2 - características da placa utilizado no projeto.....	48
tabela 3 - características do sensor de temperatura.....	51

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

FACOMP - Faculdade de Computação;

UFPA - Universidade Federal do Pará;

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas;

## RESUMO

O interesse pela irrigação surge das mais variadas condições de clima, solo, cultura e sócio economia. Não existe um sistema de irrigação ideal, capaz de atender a todas essas condições e aos interesses envolvidos de forma extremamente satisfatória. Em algumas regiões os agricultores fazem a irrigação de forma manual. Cada cultura possui um sistema de irrigação que é ligado a tubulações que se comunicam através de registros a um sistema de bombeamento de água proveniente de um açude ou rios, grande parte das vezes esse sistema escolhido para irrigar é o de microaspersores. A abertura e fechamento dos registros para cada quadra (termo utilizados por alguns agricultores para nomear as plantações) é manual. Este processo ocasiona a utilização de água muito além do necessário como também cria a necessidade da presença do agricultor para a manipulação dos registros. A automação de um processo pode envolver mecanismos dos mais simples aos mais complexos, isto torna-se possível através do desenvolvimento de dispositivos mecânicos e eletroeletrônicos que permitem o acionamento sem intervenção humana, por exemplo, a ativação e/ou desativação de um processo. Este trabalho apresenta a construção de um protótipo para automatizar o processo, é um projeto simples. O protótipo utiliza sensores de umidade, temperatura, chuva, válvulas solenoides e um microcontrolador. O sistema se baseia em comandos já pré-programados para executar o processo. De início o projeto tem o intuito de colaborar com a natureza e com o agricultor de forma a evitar o desperdício de água e a tornar o processo independente da presença de uma pessoa.

**Palavras-chave:** Irrigação. Autônomo. Arduino.

## **ABSTRACT**

The interest in irrigation arises from the most varied conditions of climate, soil, culture and socio-economics. There is no ideal irrigation system, capable of meeting all these conditions and the interests involved in an extremely satisfactory manner. In some regions, farmers irrigate manually. Each cut has an irrigation system that is connected to pipes that communicate through records to a system for pumping water from a weir or rivers, most of the time this system chosen to irrigate is the micro sprinkler system. Opening and closing records for each block (a term used by some farmers to name plantations) is manual. This process causes the use of water far beyond what is necessary as it also creates the need for the presence of the farmer to manipulate the records. The automation of a process can involve mechanisms from the simplest to the most complex, this is made possible through the development of mechanical and electro-electronic devices that allow activation without human intervention, for example, the activation and / or deactivation of a process. This work presents the construction of a prototype to automate the process, it is a simple project. The prototype uses sensors for humidity, temperature, rain, solenoid valves and a microcontroller. The system relies on pre-programmed commands to execute the process. Initially the project aims to collaborate with nature and the farmer in order to avoid wasting water and make the process independent of the presence of a person.

**Keywords:** Irrigation. Self-employed. Arduino.

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Uma das atividades mais importantes da economia brasileira é a atividade do setor agrícola, que segundo o site pne com dados de 2019, diz que de 21,4% do PIB (Produto interno bruto) brasileiro a maior parcela é do ramo agrícola, que corresponde a 68% desse valor. E é responsável por quase R\$ 100 milhões de exportações junto com a pecuária, segundo dados da Secretaria de Relações Internacionais do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (SRI/Mapa). A produção agrícola no Brasil, portanto, é uma das principais responsáveis pelos valores da balança comercial do país.

Mesmo com todo o potencial para irrigação que o Brasil possui, este aplica tecnologia em menos de 10% do setor agrícola existente no país, e isso basicamente equivale a mais ou menos 7 milhões de hectares de plantações. Realizar a irrigação é muito importante não só para que haja um aumento da produção de alimentos, mas também para a segurança da população do mundo no quesito alimentação e nutrição (SENAR, 2019). Para que a agricultura seja um fator de peso no PIB do país é necessário um planejamento, para que assim não haja desperdícios de recursos ao longo do processo de produção dos alimentos agrícolas.

A agricultura irrigada é o que mais consome água potável no mundo. Dados apontam que aproximadamente 70% da água no Brasil e no mundo são usados nos processos de irrigação, mas em meio a esse processo, cerca de metade de todo esse volume de água utilizado acaba sendo desperdiçado pela falta de uma gestão eficiente dos recursos hídricos. Números apresentados pela FAO-ONU (Fundo das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação) ([site ana.gov.br](http://site.ana.gov.br)).

Para que haja eficiência nas plantações faz-se necessário uma utilização consciente e adequada de água nas lavouras. Seu mal-uso acarretará em prejuízos visíveis as culturas no decorrer do seu ciclo de vida, considerando que se houver escassez, possivelmente as plantas não se desenvolveram corretamente, haverá malformação de suas partes além dificuldades dessa de produzir, caso o problema venha a ser excesso do recurso poderá se ter uma diminuição na produtividade do plantio.

Todos esses fatores expostos a cima podem ter muitas causas, dentre eles a falta de informações e recursos tecnológicos aos produtores. Que por sua vez deduzem a utilização da irrigação de uma forma única para toda plantação, sendo que cada cultura tem suas características próprias e para tal devem ser estudadas antes do manejo. Outro fator é

disponibilidades de sistemas de baixo custo no mercado de forma que possa abranger não só os grandes produtores, sistemas estes que normalmente são complexões e complicados de serem utilizados, além de possuírem preços exorbitantes e se tornarem inacessíveis a muitos agricultores.

Com todo o avanço tecnológico que temos em tantas áreas, com o setor agrícola não poderia ser diferente, hoje há no mercado vários sistemas que contribuem com o agricultor para a melhor administração de sua plantação, sendo que como já dito anteriormente são sistemas caros e com um certo grau de complexidade, onde acaba não se tornando disponíveis a todos.

Apesar de tudo, um conceito que vem crescendo é o de agricultura de precisão onde os países com avanços tecnológicos fazem uso da tecnologia a favor de suas produções, para que estas tenham fatores a seu favor no processo de desenvolvimento de suas culturas. Fazendo assim com que haja uma melhor e mais precisa utilização dos recursos necessários para produção. Dando ao produtor a possibilidade de administração mais eficiente de seu trabalho, além de poder obter produtos com uma melhor qualidade, é conseqüentemente se ter mais lucro com a venda dos mesmos.

Além de que uma boa utilização dos recursos disponíveis não vai gerar benefícios somente para os agricultores, mas como também para a natureza que é a principal afetada com todo o desperdício de seus recursos.

Dentre as tecnologias disponíveis para automação do processo de irrigação, foi-se escolhido o arduino para a realização deste projeto. O arduino que é uma tecnologia embarcada, e de baixo custo possibilitando ser adquirido mais facilmente. Sendo que o mesmo também é de fácil utilização, podendo proporcionar o mesmo grau de eficiência assim como dos sistemas mais complexos. Podendo obviamente ser utilizado para diferentes tipos de projetos que não só o de irrigação.

Neste sentido, este trabalho tem como objetivo o estudo de sistemas de automação para irrigação, em conjunto com a tecnologia arduino. Podendo assim proporcionar a criação de um protótipo que possa realizar as determinadas funções da melhor forma possível e que possa ser usado por todos que tiverem interesse em automatizar sua produção.

Sendo assim, os sistemas autônomos acabam por se tornarem de suma importância na luta contra o uso indevido da água do planeta. Partindo da ideia de que uma de suas funções é fazer o controle adequado das condições necessárias de umidade e temperatura do plantio que estiver sendo acompanhado, sabe-se que isso só se é possível através da leitura de variáveis

externas do ambiente através da tecnologia de sensores. Com essa ajuda que os sistemas podem trazer, observa-se não somente o uso correto da água, mas como também a facilidade que este traz na hora de realizar a manutenção da produção podendo ela ser agrícola ou de hortas particulares. Dando autonomia as plantações que poderão passar mais tempo sem visitas, pois o sistema permite a análise de dados e situações das plantações remotamente.

## **1.2. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA**

Segundo dados da UNESCO, 97,5%, de toda a água existente no planeta é salgada e está nos oceanos, sendo inapropriada para o consumo. Do pouco que resta, menos de 1% é apropriada para o consumo e se encontra em rios, lagos e lençóis subterrâneos. Mesmo com tão pouco recurso hídrico disponível, ainda se tem que conviver com o desperdício, sendo esse um dos principais problemas na disponibilidade da água na atualidade.

Nas cidades há grande perda do recurso hídrico através das tubulações, sem contar com o desperdício da própria população. Os grandes setores responsáveis por grande parte da perda de água são a indústria e a agricultura, que além de desperdício também conta com a poluição. Na agricultura além de perda de água através das tubulações também a o emprego de técnicas inapropriadas que acabam por utilizar mais água do que o necessário levando ao um desperdício de até 50% do recurso utilizado, faz-se necessário a utilização de meios que possam fazer com que o desperdício seja amenizado sem que as plantações sejam afetadas.

A má utilização do recurso hídrico já está causando graves problemas na população mundial, como menor disponibilidade de água nas reservas hídricas, redução no abastecimento de água para a população, um exemplo é a cidade de São Paulo que atualmente passar por uma crise hídrica, a população já está a vários dias sem água, fazendo rodízios por bairros. Além de muitos outros problemas que poderiam vir com a falta deste bem essencial.

## **1.3. JUSTIFICATIVA**

O processo de irrigação realizado manualmente está sujeito a muitas falhas acarretando assim também muitos prejuízos (Guimaraes, 2011).

O desenvolvimento de um sistema autônomo de irrigação com arduino será de grande valia, pois além da fácil utilização que a tecnologia arduino proporciona, tem-se a possibilidade de obtenção a baixo custo de um sistema preciso possibilitando a qualquer agricultor fazer o uso da melhor forma possível dos benefícios do sistema.

Muitos sistemas hoje existentes no mercado são caros, complexos e fechados, de forma que não atendem necessariamente todas as necessidades do produtor. O sistema proposto pretende ser adaptável às necessidades do agricultor, mais fácil de compreensão, etc.

A criação do sistema não visa somente a agricultura, mas como também poderá ser utilizado em jardins residenciais, já que estes também necessitam de um sistema de irrigação. Para isso poderá ser utilizado um sistema similar ao projeto desenvolvido. Assim os proprietários das casas não terão mais a preocupação de estarem presentes para irrigarem seus jardins, pois isto poderá ser feito de forma autônoma.

#### **1.4. OBJETIVO GERAL**

O objetivo principal deste trabalho é o de criação de um sistema de irrigação para hortas particulares, plantações e que possivelmente poderá ser utilizada em jardins, aumentando e melhorando sua produtividade, fazendo o uso racional de água, reduzindo a mão de obra nesse setor além de diminuir as frequentes visitas ao local. Desta forma espera-se fazer com que o plantio ou jardim se torne praticamente autônomo. Para que isso aconteça, são feitas análises das variáveis de solo e temperatura, para se obter o melhor ponto de eficiência na produção das plantas. E ainda, para que os objetivos deste trabalho sejam atendidos serão definidos o micro controlador e os componentes necessários para a eficiência da aplicação, através de parâmetros pré-programados que serão capazes de identificar as necessidades de cada cultura na qual for utilizado o sistema, contribuindo para um melhor aproveitamento da água, evitando o desperdício.

#### **1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO**

Este trabalho divide-se em ....

- 1 capítulo – Introdução: apresenta uma visão geral do trabalho a ser apresentado, além do objetivo geral, justificativa e definição do problema.
- 2 capítulo – Estado da Arte: esboça um estudo dos principais conceitos sobre o tema desenvolvido.
- 3 capítulo – Trabalhos Correlatos: Apresenta um conjunto de trabalhos estudados que se assemelham ao que está descrito nesta monografia.
- 4 capítulo – Desenvolvimento do Projeto Proposto: Apresenta uma descrição do projeto.
- 5 capítulo – Conclusão e trabalhos futuros: Descreve a conclusão do autor após o término do estudo, a criação do protótipo e sugestões de melhorias para o projeto.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEORICA**

### **2.1. SURGIMENTO DA IRRIGAÇÃO**

Dado que a irrigação é uma tradição milenar e veio ultrapassando gerações até os dias de hoje. Com o surgimento da agricultura as famílias migravam para perto dos rios afim de manterem suas plantações perto da água e assim poderem ter o alimento de cada dia, mas com o crescimento populacional houve a necessidade de expansão da produção e conseqüentemente um afastamento das áreas próximas as fontes de água, sendo assim fez-se necessário a criação de técnicas que pudesse conduzir este recurso até o local das culturas plantadas, daí começa a surgir o que conhecemos como técnicas de irrigação.

Um outro fator importante foi o descobrimento sobre o rebaixamento do nível dos rios, já que assim quando este fator acontecia era mais fácil da semente encontrar umidade no solo que fosse suficiente para o seu desenvolvimento, tendo assim condições ideais para a planta. O único problema desse fator, era que quando a água enchia os rios novamente, havia perdas das lavouras, daí então se teve a ideia de controlar esse sobe e desce das águas (Ferreira, 2011).

Riquezas, prosperidades e segurança são itens que compõem o percurso da história da irrigação. Grandes civilizações foram surgindo as margens dos rios, como por exemplo o Nilo que fica no Egito e o Eufrates que fica na Mesopotâmia. Dado que outras civilizações antigas cresceram em regiões áridas ou secas, onde se fazia necessário o uso da irrigação para o desenvolvimento de culturas. Foi às margens do Nilo que as primeiras obras de irrigação surgiram, sendo feitas desde a construção de represas, canais e duques, para que assim se tivesse um melhor aproveitamento da água dos rios. No comum, o que ocorria era que uma parte do rio era apartada para um canal que através da gravidade fazia a água chegar ao local esperado (Ferreira, 2011).

Diversos engenhos e instrumentos utilizados na irrigação foram criados ao longo dos tempos. Como exemplos temos o parafuso de Arquimedes que consistia em levar água para pontos a cotas mais elevadas que a de origem, fazendo uso apenas das correntes dos rios; a Roda Persa que era basicamente constituída por duas rodas perpendiculares, movimentadas por tração animal, para tirar água dos rios e a cegonha egípcia que retirava água dos poços através de uma vara que continha um balde em uma das pontas e na outra um contrapeso. Há uma enorme evolução dos sistemas de irrigação a partir do século XIX, devido ao surgimento de invenções como o motor a vapor, do motor elétrico e do de combustão interna. A utilização dos

sistemas de irrigação feitos com outros materiais como alumínio, resistentes, leves e fáceis de mover se generalizou após a Segunda Guerra Mundial. (Infopédia, 2019).

De modo corrente, pode-se observar que o método de irrigar se deu pelo fato de as civilizações terem a precisão de obter uma produção maior de alimentos dado as necessidades de uma população em crescimento constante. E assim buscou-se melhorias para o aumento das áreas plantadas longe ou próximas aos rios (Ferreira,2011).

## **2.2. METODOS DE IRRIGAÇÃO**

Há muitos tipos de sistemas de irrigação, modificando apenas a forma como é utilizado que pode ser de acordo com o plantio, ambiente, disponibilidade de mercado, etc. (Guimarães, 2011). A irrigação é um meio pelo qual se permite a plantação de culturas fora do período das chuvas, tornando assim o plantio mais independente e dando segurança ao produtor de não ter o risco de perder todos os seus investimentos.

O método de irrigação é a forma pela qual a água pode ser aplicada a cada planta em quantidades adequadas para que haja a umidade necessária para o seu desenvolvimento, afim de que esta não sofra pela possível falta de chuvas ou má distribuição da mesma. E para isso deve-se ser feito um estudo sobre o que deseja ser produzido, características que ajudem na escolha de um tipo de irrigação, para que haja uma otimização dos recursos naturais além de evitar possíveis problemas de doenças no cultivo. Considerando que os recursos naturais acabam por se tornarem escassos e mais caros ao longo dos anos. Uma boa irrigação é aquela que não fica só na superfície, mas que engloba ao redor da planta fazendo assim com que as raízes possam absorver melhor a água, levando os nutrientes para toda a planta e essa por sua vez poderá produzir com qualidade.

Todavia, é indispensável que haja uma associação de técnicas e práticas de cultivos para se ter resultados progressivamente melhores. Sendo que uma irrigação bem projetada eleva a produtividade e a qualidade dos produtos de cultivo, proporcionando ao agricultor mais rentabilidade e estabilização do negócio (Oliveira, 2019).

Não há um único sistema de irrigação capaz de ser o ideal ou que seja suficiente para considerar da melhor forma todos os objetivos e condicionamentos envolvidos para o desenvolvimento de todos os tipos de culturas. Já que a agricultura é passível de crescimento em diversas condições existentes no meio físico. Mas para tanto, é preciso fazer uma seleção entre os sistemas de irrigação para se obter o mais adequado de maneira que se possa suprir os interesses envolvidos em cada situação em particular (Frizzone, 2017).

Há seguir serão apresentados alguns dos sistemas de irrigação juntamente com suas características e informações a respeito de suas vantagens e desvantagens de utilização.

### 2.2.1. Sistema de irrigação por superfície

A irrigação por superfície é um dos métodos mais antigos do mundo, vindo desde o tempo em que as populações da mesopotâmia moravam próximo aos rios justamente para que assim pudesse ter um acesso mais fácil e rápido a água. Sendo que este método se dá pelo modo de distribuir a água na superfície da área ser irrigada com a ajuda da gravidade. Sendo que para isso é preciso que o terreno tenha características próprias para esse método e se não houver devesse ser criado ou projetado as condições adequadas para o método, pois é necessário que haja um certo grau de inclinação no solo ocupado que em conjunto com a gravidade como dito anteriormente estará facilitando assim o escoamento da água e absorção da mesma por toda a plantação. Além de que este é o método mais barato dentre todos os outros.

Alguns cuidados devem ser tomados neste método, um é de se evitar áreas com declividade acentuadas e superfícies do solo desuniforme, já que haverá um gasto maior para adequar ao solo a esse tipo de método, contando ainda com grandes chances de exposição do subsolo. Em comparação com os outros métodos esse é o que mais faz uso da água, tendo grandes perdas no processo de aplicação ocasionando assim uma menor eficiência de aplicabilidade e disposição da água (Reis, 2015).

Este método poderá funcionar da seguinte forma, a água poderá ficar armazenada em uma pequena barragem, e a começar deste, a água será conduzida para o plantio através dos sulcos. De forma condizente a água será repartida pelos sulcos (tudo isso com a ajuda da gravidade) e embeber as plantações, impregnando o solo até chegar ao alcance das raízes das plantas (Madalosso, 2014).

A figura 1 a seguir demonstra este tipo de irrigação sendo realizado na cultura do arroz.



Figura 1-irrigação por superfície na cultura do arroz. Fonte: cpt, 2019.

Segundo Silvana Teixeira, no método de irrigação por superfície, a água pode ser aplicada por meio dos seguintes sistemas: sulcos, coroações, faixas ou inundação. No sistema de irrigação por inundação, a água é aplicada ao solo por meio de tabuleiros ou bacias, e as áreas são quase planas e limitadas por diques. Mas, independentemente do sistema utilizado, se por um lado, a irrigação por superfície é um método mais barato, por outro, torna-se menos eficiente, uma vez que ocorre a perda de um grande volume de água por percolação profunda e por escoamento superficial, que são próprios desse método.

**Vantagens:**

- Baixo custo de implementação já que dependerá bastante da ajuda da gravidade;
- Não sofre tanta interferência do vento;
- As folhas mais baixas recebem mais luz através do reflexo da água facilitando a fotossíntese da mesma;
- Menor consumo de energia comparado aos outros métodos;
- São utilizados equipamentos simples.

**Desvantagens:**

- Acúmulo excessivo de água prejudicando a respiração das raízes;
- Dependência da gravidade para escoamento da água por todo o terreno;
- Dependência de declividade do solo;
- Ocorrência de corrosões nos sulcos.

### **2.2.2. Irrigação de superfícies por sulcos**

Faz necessário a realização de testes de campo para o posicionamento do projeto para se fazer a irrigação dos sulcos de forma correta. A vazão inicial não erosiva, a vazão reduzida, a velocidade de infiltração da água, a curva de avanço da água no sulco, a infiltração acumulada, o perfil de umedecimento do solo e o comprimento do sulco são os parâmetros a determinar. (Stone, 2019).

Em dependência da forma como foi planejada a criação dos sulcos em relação ao espaçamento e o tipo de plantação a ser irrigada, este método tem de 30 a 80% de eficiência. Devido esses fatos, se tem uma baixa nas perdas por evaporação da água e também na iniciação de crostas superficiais em alguns solos (Senar, 2019).

Neste tipo de irrigação, segundo o Professor Roberto Testezlef, é feita a irrigação parcial da área que deverá ser feita a aplicação da água, fluindo de acordo com as linhas da plantação, e escoando por linhas na superfície do terreno. Desse modo a água infiltra no solo durante a sua movimentação na área sendo também feita no tempo que está permanece acumulada na superfície do solo após atingir o final do sulco como pode-se ver na figura 2, a seguir.



*Figura 2-Irrigação por sulcos. Fonte: COUTO, 2017*

### **2.2.3. Irrigação de superfície por coroações**

São denominadas coroações a modalidade de irrigação que faz uso de sulcos rasos, sendo de comprimento pequeno e possivelmente orientados em direção de maior declividade do terreno (Embrapa, 1982).

Este tipo de irrigação é melhor adaptável a culturas que tenham alta densidade de plantio e não exijam capinas, sendo elas, pastagens, forrageiras, etc. Culturas como trigo, arroz e plantas em nível que são cultivadas em linhas contínuas, também podem fazer uso deste tipo de irrigação (Testezlef).

A figura 3 logo abaixo mostra um exemplo da irrigação por corrugação.



*Figura 3-Exemplo de irrigação por corrugação na cultura do feijão. Fonte: Testezlef*

#### 2.2.4. Irrigação de superfície por faixas ou inundações

Utilizada tanto para exploração de terrenos que tenha uma declividade que não exceda 1%, e para pequenas manchas de solos presentes ao longo das margens dos rios nas baixadas, onde a topografia se mostra bastante irregular. A irrigação por inundação tem diversas modalidades, e dependendo do tipo de solo que pode ser argiloso ou arenoso podem ser usadas para explorar a rizicultura, fruticultura, pastagens ou cereais. Os dimensionamentos corretos junto com o manejo eficiente do sistema projetado são fundamentais para o sucesso da irrigação por inundação. Já os dimensionamentos técnicos e econômicos desse tipo de irrigação podem ser proporcionados pelas informações básicas do solo, suprimento de água disponível, culturas a serem exploradas juntamente com o clima (Soares, 1988).

Neste tipo a água é aplicada sobre toda a superfície do solo podendo se acumular onde se encontra os cultivos de forma que a acumulação pode ser permanente no caso do cultivo de arroz ou temporário no caso de outras culturas (Figura 4).



*Figura 4-Cultivo no sistema de irrigação por inundação nas várzeas tropicas – Fonte: Arquivo Seagro*

#### 2.3.1 Irrigação localizada

Segundo Roberto Testezlef, foi na Alemanha em 1860, que ocorreu a primeira referência de experiência com a irrigação localizada, lá foram utilizados tubos de argila junto com sistemas de irrigação e drenagem. Experimentou-se irrigar com tubos perfurados na superfície por volta de 1913, nos Estados Unidos, mas com tudo notou-se que era um método muito caro. Já no reino unido, por volta de 1940, foram observadas experiências com tubos com aberturas estreitas.

Na irrigação localizada ocorre que, a água é direcionada para uma área pequena que compreende o espaço onde a planta se encontra empregando-se emissores pontuais (gotejadores), lineares (tubo poroso ou "tripa") ou superficiais (micro aspersores), bem diferente dos outros métodos de irrigação que abrangem toda a área de cultivo. Sendo de uma maneira mais direcionada, este tipo de irrigação faz com que se tenha um melhor aproveitamento da água. Porém é necessário muito mais tempo para que haja a umidificação necessária do solo. Em todo caso esse processo deixa a área com umidade ideal para a planta.

**Vantagens:**

- Melhor aproveitamento da água;
- Reduz a incidência de pragas, doenças e o desenvolvimento de ervas daninhas;
- Precisa de uma menor mão de obra para manejo do sistema;

**Desvantagens:**

- Alto custo de equipamentos que compõe o sistema;
- Possibilidade de entupimento dos emissores por disposição dos elementos em torno.

Um exemplo do método de irrigação Localizada é apresentado na Figura 5.



*Figura 5-Irrigação Localizada. Fonte: Irrigação.net*

### **2.3.2 Sistema de irrigação por aspersão**

Este tipo de irrigação é feito através da aplicação de água de uma forma semelhante à da chuva, sendo que isso só se é possível por causa da pressão que é feita dentro das tubulações no qual contem pequenos furos ou bucais por onde são aspergidas as gotas de água. A pressão necessária é obtida através de uma bomba hidráulica.

Adaptável em quase todos os tipos de solo o método de irrigação por aspersão é empregado em uma variedade de culturas. O sistema se torna altamente adaptável e versátil a solos com diferentes velocidades de infiltração através dos aspersores que se diferenciam pela diversidade de vazões, que, permitem regular a intensidade de aplicação da água, combinadas em diferentes espaçamentos (Embrapa, 1982).

Segundo Madalosso, a irrigação por aspersão tem como principais vantagens:

- A distribuição de água é mais uniforme;
- Não exige sistematização do terreno;
- Por permitir irrigações frequentes pode ser utilizado em solos com baixa retenção de água;
- Permite a aplicação de fertilizantes por meio da água.

Suas principais desvantagens são:

- Requer um investimento inicial alto;
- Pode ter sua uniformidade alterada em lugares propensos a ventos mais fortes;
- Se a água estiver sob baixa pressão o impacto das gotas pode prejudicar frutos novos e flores.

Na figura 6 há um exemplo de Irrigação por aspersão.



*Figura 6-Irrigação por aspersão. Fonte: Agrishow.*

## **2.2. SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADOS**

Atualmente com todo o advento da era digital ou era da informação, onde a tecnologia se faz presente praticamente em todas as áreas de conhecimento humano, no setor agrícola não poderia ser diferente. Hoje já existe no mercado vários sistemas automatizados para cooperar com o agricultor no processo de produção. Além de poder fazer um melhor manejo dos recursos

naturais, no qual são recursos de suma importância como no caso da água, e que se não for bem utilizado poderá acarretar escassez futura não só na agricultura como também para a população mundial.

Com a criação desses sistemas pode-se ter mais facilidade na hora da irrigação, por se ter equipamentos capazes de identificar o momento exato de fazer a molhagem das plantas, evitando desperdícios e possíveis outros problemas, sem contar a possibilidade de ocorrência do ato sem a necessidade de presença de mão de obra no local. Este tipo é feito através de tecnologia empregada em sensores capazes de fazer medições, placas de leitura dos dados, válvulas de acionamento e tubulações.

Os sistemas automatizados são compostos por irrigadores automatizados por equipamentos como as válvulas que são acionadas através de painéis de controle, no qual fazem a liberação da água para o solo, por meio de tempo ou análise de sensores específicos. Tendo também como vantagem a possibilidade de os aspersores serem ajustáveis ao crescimento das culturas (Machado, 2018).

Há uma grande diferença da automação para os outros tipos de irrigação, pois esta tenta ao máximo andar junto com a preservação dos recursos naturais, fazendo a economia de água que também acaba por se tornar um benefício para a irrigação. O princípio básico de todos os projetos automatizados é o provimento de água de forma adequada a planta, procurando sempre dividir de maneira correta e justa a água para não se ter gastos excessivos do recurso. Considerando que, os métodos convencionais necessitam exclusivamente de mão de obra manual para que a irrigação aconteça, e sabendo que a sensibilidade humana não é capaz de dizer com exatidão a quantidade ideal de umidificação do solo, consequência disto é a mal distribuição da água (Santos, 2018).

Os sistemas autônomos para irrigação não são importantes somente pelo fato de substituir as tarefas manuais, mas principalmente pelo fato de trazer melhorias constantes na qualidade e produtividade dos processos de cultivares. Ganhando uma grande importância neste século (Reis, 2015).

A seguir conheceremos algumas abordagens de sistemas automatizados de irrigação nos quais são baseados em sistemas temporizados e não temporizados.

### **2.2.1. SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADOS BASEADOS EM TEMPORIZADORES**

O sistemas automatizados baseados em temporizadores são aqueles que realizam o processo de irrigação através de um tempo pré estipulado pelo usuário, sendo que esse processo tem muitas desvantagens pois por não haver um outro tipo de comparação em relação as necessidades de recebimento de água pela planta, poderá ocorrer ainda o desperdício pela possibilidade da irrigação acontecer com o solo ainda húmido, ou até mesmo falta do recurso em um momento em que realmente seja necessário, já que o espaçamento entre o tempo estipulado entre uma irrigação e outra poderá ser grande para a eficiência no ciclo de vida das plantas (Medeiros, 2018).

### **2.2.2. SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO NÃO BASEADOS EM TEMPORIZADORES**

Estes são sistemas que não se baseiam em tempo para fazer a irrigação, neste caso são utilizados outra forma de leitura e percepção de momentos exatos para se iniciar o processo com auxílio de outros equipamentos. De forma que esses sistemas através de seus componentes se tornem mais precisos e mais eficientes cooperando com a atividade de manejo, proporcionando a mesmas condições favoráveis ao seu bom desenvolvimento.

Segundo Medeiros, um sistema autônomo é formado por subsistemas e processos projetados de maneira que cada informação recebida terá uma resposta, é que possivelmente essa resposta será a desejada. Sendo que os sistemas podem suprir a falta de sensibilidade humana, e os equipamentos projetados para suprir esse papel poderá não auxiliar na mão de obra como também na segurança do produtor, de forma a alcançar lugares mais distantes e perigosos

A seguir se descreve alguns desses equipamentos:

- **Tensiometro:** O Tensiometro é composto por um tampão, uma capsula de porcelana poderosa e um vacuômetro. Seu funcionamento se dá através da leitura de humidade do solo, enquanto este estiver úmido nenhuma água passara pela capsula e não será criado nenhum vácuo. Para a leitura é necessário que haja uma curva de retenção de água no solo, para que assim haja uma comparação de umidade e tensão de água presentes no solo. Após a medição ao se verificar umidade no solo, nenhuma água passará pela capsula e não haverá vácuo, mas se a leitura for de solo seco, a água será conduzida através da capsula gerando assim um vácuo no interior do tubo. Esse vácuo será

mostrado no nanômetro que é acoplado ao sistema como será mostrado na figura 7 (Madalosso, 2014)

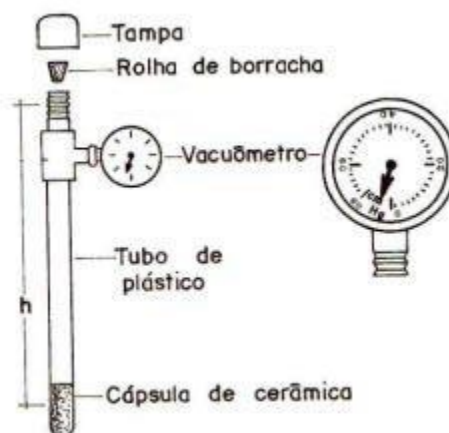


Figura 7-Tensiometro Fonte: Madalosso, 2014

Uma vantagem deste equipamento é a leitura rápida da tensão e da quantidade de água contida no solo. Uma desvantagem seria a exigência de constante manutenção já que este poderá ter seus poros entupidos constantemente, dificultando assim a leitura e eficiência do equipamento.

- **Irrigas:** o sistema gasoso de controle de irrigação “Irrigas”, é patenteado pela Embrapa, e consiste basicamente em uma capsula poderosa (sensor), que por sua vez é conectado com uma pequena cuba transparente através de um tubo flexível para medir a quantidade de água no solo. A capsula é colocada no solo na profundidade efetiva do sistema radiocular, assim a capsula poderá em equilíbrio radiocular com o solo em pouco tempo facilitando a medição. (Calbo, Silva, 2005).

O funcionamento deste dispositivo ocorre da seguinte forma: o solo estando úmido, os poros da capsula poderosa é preenchido por água tornando-se impermeável a passagem de ar. Podendo dizer assim que o sensor se encontra “fechado”. Dessa forma, não acontece a entrada de ar na cuba e medição, que dificultará a entrada de água no frasco ao ser submerso na mesma. Na situação contrária, ou seja, quando o solo estiver seco, é transferida para o solo a maior quantidade de água que estiver contida na capsula através dos poros, deixando a capsula permeável a entrada de ar, podendo agora dizer que o sensor está “aberto”. (Madalosso, 2014).

Este método tem como vantagem é o baixo custo de manutenção, facilidade de uso, etc., mas assim como o anterior precisa ser feito reparos constantemente, pois seus poros podem ser entupidos por partículas.

A figura 8 a seguir é uma ilustração do sistema irrigas.

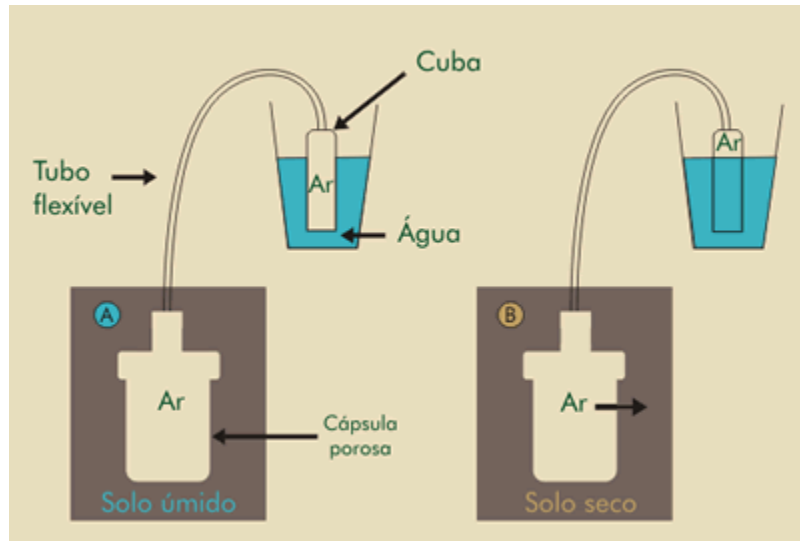


Figura 8-Funcionamento do sistema irrigas. Fonte: Madalosso, 2014.

**Método de condutividade elétrica:** Neste método o que ocorre é a leitura de umidade através de um bloco, onde normalmente se usa o gesso para possibilitar uma melhor análise da umidade presente no solo. Ao ser enterrado o gesso irá doar umidade caso este esteja muito seco ou ganhar umidade caso o solo esteja úmido, até entrar em equilíbrio com o solo. (Madalosso, 2014). As medidas são feitas através da variação de umidade do solo, juntamente com os sensores que ao captarem a resistência, serão capazes de identificar o melhor momento para ser feita a irrigação.

O que ocorre aqui é o seguinte, há uma fonte de calor, contendo um dissipador térmico ajustado e estável, também uma resistência elétrica e por fim um sensor capaz de medir a variação de temperatura que ocorrerá da junção desses pontos. Esses dois pontos formam uma cápsula cilíndrica, na qual precisa de calibração para uma melhor eficiência do método. A tensão que ocorre entre água e temperatura não é linear e crescerá de acordo com a evaporação da água e a secagem do solo (Madalosso, 2014).

**Sensor de umidade:** Este método funciona através da leitura de dados feita por um sensor inserido no solo. O sensor tem partes sensíveis onde se conduz eletricidade de uma ponta quando em contato com a água, e quanto menos água houver no solo menos eletricidade será conduzida por entre o sensor. Dando a entender assim, de que quando houver umidade no solo o sensor conduzirá mais eletricidade, indicando um valor ao usuário de que possivelmente não será necessária uma nova irrigação. Mas, caso contrário com uma menor condutividade o sensor também indicará um outro valor, e possivelmente acionará os dispositivos de irrigação.

Utilizar esses sensores permite medir com mais precisão os níveis de umidades contidas no solo, mesmo que a olho nu não seja possível identificar água na terra, pode-se haver um pequeno nível dos recursos junto as raízes das plantas. Considerando ainda a economia de até 50% no uso da água na irrigação. Com uma informação mais precisa, mais benefícios isso trará, dentre elas a redução nos gastos com energia elétrica. É mais precisão sobre as partes do solo com dificuldades de retenção de líquido. (Eduardo, 2019).

### **3. O QUE É O ARDUINO?**

O arduino é uma plataforma open-source versátil de prototipagem eletrônica. É de fácil utilização e tem um baixo custo, podendo até ser utilizada por quem tenha ou não qualquer conhecimento sobre eletrônica. A placa podemos empregar três conceitos, o de hardware que é a placa propriamente dita junto com o seu microcontrolador que faz parte da família ATmega; o software que tem uma linguagem de programação basicamente em c/c++ tendo origem no Wiring que é uma plataforma de prototipação, e por último o ambiente desenvolvimento que é provindo do Processing que é uma linguagem de programação em contexto visual.

O Arduino está se tornando tão popular a ponto de ter uma comunidade com um número considerável de pessoas que compartilham conhecimentos e seus projetos através da internet, popularizando a plataforma (Oliveira; Zanetti; Nabarro; Gonçalves, 2018).

O grande diferencial do Arduíno é permitir a programação de um micro controlador usando uma linguagem de alto nível, possibilitando que iniciantes e leigos em eletrônica e programação possam desenvolver projetos relativamente complexos.

Tem o objetivo de criar ferramentas que são acessíveis de baixo custo, flexíveis e fácil de serem utilizadas tanto por profissionais quanto por principiantes. Em especial aqueles que não tem possibilidades de ter os controladores mais sofisticados e as ferramentas mais complicadas. Pode se conectar a um computador hospedeiro ou até mesmo ser utilizado para o desenvolvimento de objetos interativos independentes de um hospedeiro fixo. Uma placa de arduino típica é composta por algumas linhas de entrada e saída digital e analógica, um controlador e uma interface serial ou usb, que fara a função de interliga-lo com o hospedeiro, no qual se usa para programa-lo e interagir em tempo real.

A placa não é composta por quaisquer recursos de rede, mas é possível e comum fazer a combinação de um ou mais arduino, utilizando as extensões apropriadas no qual são chamadas de Shields. Podendo ser escrita em linguagens diferentes, a interface com do hospedeiro e bem simples. A mais comum é a Processing, porem outras também podem se comunicar com a extensão, que são: Max/MSP, Pure Date, SuperCollider, ActionScript e Java. (Honimec, 2018).

#### **3.1. FAMILIA ARDUINO**

O que começou em um café a alguns anos atrás, cresceu e hoje tem o que se pode considerar de uma família, é esta e composta por muitas outras placas, sem contar a suas variações criadas por outras pessoas a partir da placa principal que é o arduino, tendo um objetivo de atender as necessidades e mais variadas ideias possíveis. Atualmente o Arduino

Uno é o mais utilizado, este foi lançado por volta de 2010 com uma logo que dizia: “Representando um marco na história do Arduino” (Costa, 2019).

Na figura 9 conheça um pouco mais desta família:

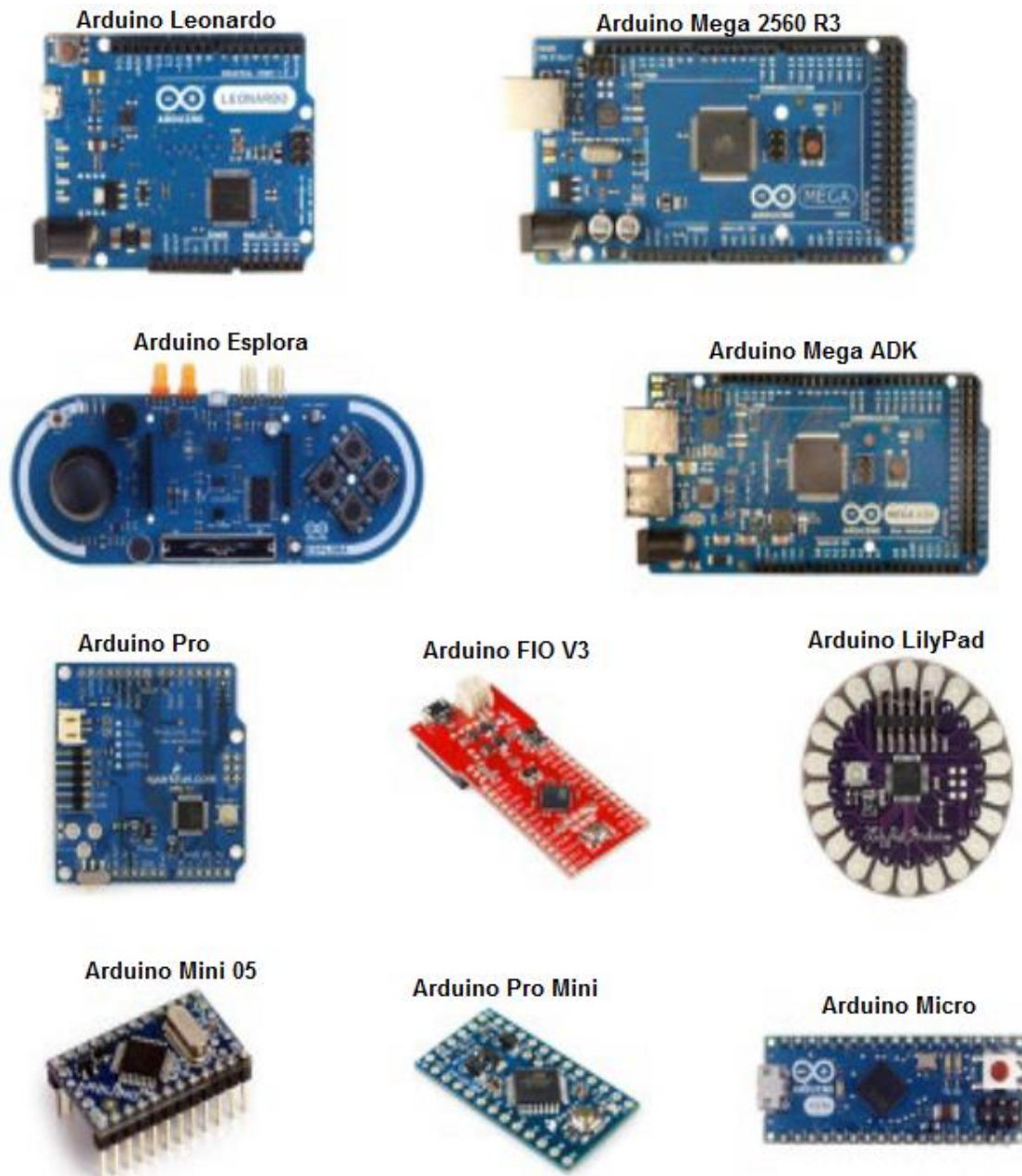
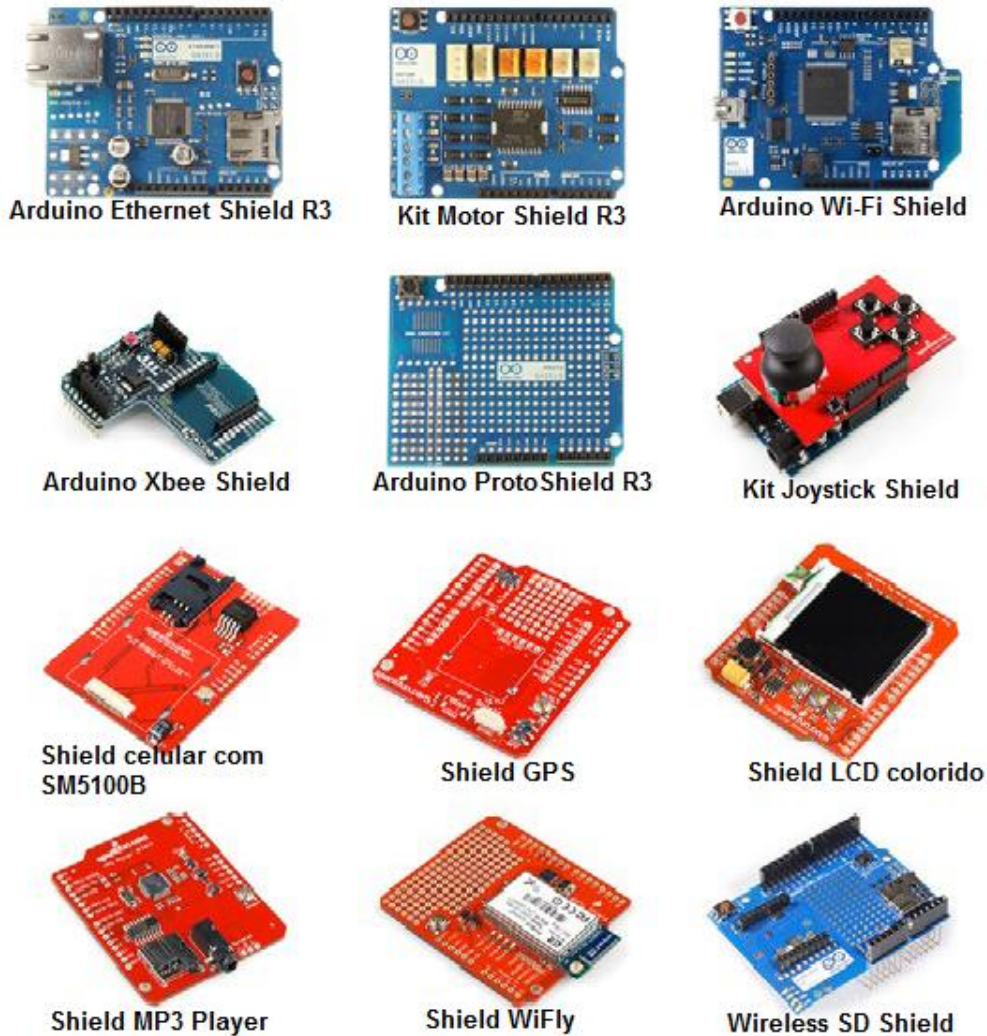


Figura 9-Família Arduino. Fonte: Multilógica-shop.

### 3.2. SHIELDS PARA ARDUINO

A Shield é uma placa de circuitos impresso que expande as entradas do arduino. Sendo que esta possui conectores para encaixes na placa arduino, expandindo a quantidade de entradas da placa (Nova Eletrônica, 2019). São expansões que disponibilizam várias funções específicas,

desde a manipulação de motores até sistemas de rede sem fio, na figura 10 a seguir veremos alguns exemplos de Shields:



*Figura 10-Shields existentes para se usar com arduino. Fonte: Multilogica-shop*

As Shields seguem a mesma linha de que o arduino de ser open-source, fácil de montar e barato.

### **3.3. LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO DO ARDUINO**

Já o sketch é bem simples e intuitivo, ele é composto por duas partes como visto na figura 13, nos quais são as funções Setup () e o loop (). É uma linguagem basicamente em C/C++, tem funções simples para se trabalhar com o arduino.

Segundo Barbosa, são três as partes de referências de linguagem utilizados na programação da placa, sendo elas: os valores, que são as variáveis e constantes, as estruturas e as funções.

Abaixo então listadas algumas das funções utilizadas na ide do arduino:

**Setup ():** é usada para a definição de entradas ou saídas e principiar as variáveis, é chamada logo na inicialização do programa, e é executada somente uma vez logo após o programa ser iniciado bem diferente do loop ().

**Loop ():** Loop que dizer repetição em inglês, e sua função é basicamente repetir as linhas de código que estiverem descritas dentro dele. E a parte do código que basicamente faz o controle do arduino

**pinMode ():** Esta função serve para controlar o pino do arduino dando a ele uma função de entrada ou de saída. Para tau faz-se necessário informar o número do pino que estiver sendo usado, e determinar se este será de entrada (INPUT) ou saída (OUTPUT) (Barbosa,2013).

**digitalWrite ():** Escreve um valor HIGT ou LOW em um pino digital (Multilogica-shop, 2019).

**digitalRead ():** Faz leitura dos pinos digitais retornando um valor HIGT ou LOW.

**AnalogRead():** Realiza a leitura dos pinos analógicos especificados no código. Podendo mapear as voltagens de 0 a 3,3v ou 5v que são as tensões operacionais da placa para valores inteiros de 0 a 1023 (Barbosa, 2013).

**AnalogWrite ():** Após a chamada do pino analógico, será liberada uma onda chamada de PWM utilizada para se obter resultados analógicos com meios digitais. Os pinos PWM recebem uma frequência de sinal de aproximadamente 490 hz (Barbosa, 2013).

**Serial.begin():** quando se trabalha com a comunicação serial esta é a primeira função a ser utilizada. Configura uma taxa de transferência onde o padrão e de 8 bits por segundo. Algumas das taxas a serem utilizadas são: 9600, 300, 57600, etc. (Barbosa, 2013).

**Delay ():** serve para fazer a interrupção do programa por algum tempo. Tempo este que normalmente é estipulado pelo programador. E é especificado em milissegundos, ou seja, 1000 milissegundo corresponde a 1 segundo.

### 3.4. COMPONENTES ELETRONICOS

Para o auxílio na criação de projetos, o arduino disponibiliza de muitos componentes capazes de compor qualquer ideia possível. Dentre eles temos sensores, motores, capacitores, transistores, placa protoboarde, etc. todos esses componentes trabalhando em conjunto com o arduino possibilitam a criação de ideias capazes de contribuir para a facilidade e comodidade do dia a dia do ser humano, assim também como projetos que possam contribuir com a preservação do meio ambiente fazendo leitura dos pontos importantes como clima.

A figura 11 demonstra a composição da placa e suas devidas localizações:

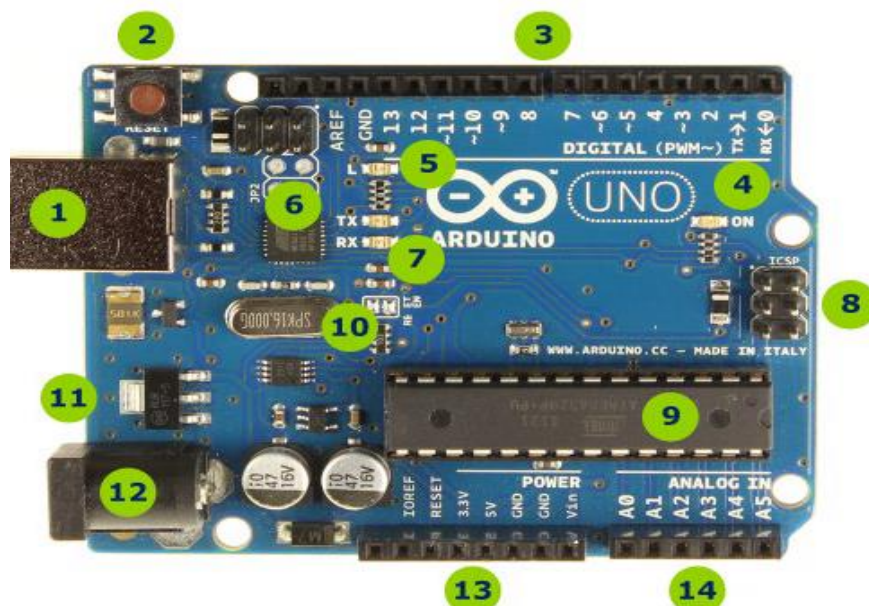


Figura 11-Placa Arduino. Fonte: Multilogica-shop-

A placa é composta pelos seguintes componentes:

**1 - Conector USB para o cabo tipo AB:** é uma opção de alimentação da placa. Além de ser por onde o arduino faz a sua comunicação com o computador.

**2 - Botão de reset:** é o botão que reinicia a placa.

**3 - Pinos de entrada e saída digital e PWM:** são os pinos de interação do arduino com o meio externo, que podem ser de entrada ou de saída de dados.

**4 - LED verde de placa ligada:** indica que a placa esta energizada.

**5 - LED laranja conectado ao pin13:** é um led interno que já vem instalado na placa.

**6 - ATmega encarregado da comunicação com o computador:** É o microcontrolador que faz a comunicação com a placa.

**7 - LED TX (transmissor) e RX (receptor) da comunicação serial:** São leds que acendem quando a placa arduino é energizada pela porta serial.

**8 - Porta ICSP para programação serial:** o ICSP ou ISP é um circuito que permite a programação pela porta serial de outros componentes conectados ao sistema (Hpspin, 2019).

**9 - Microcontrolador ATmega 328:** É o cérebro do Arduino. Aqui temos praticamente um computador inteiro dentro de um chip. É o dispositivo que roda o que enviamos para ele através de programação Multilogica-shop, versão 1.0).

**10 - Cristal de quartzo 16Mhz:** Este dispositivo funciona com relógio para o processador, oscilando 16 milhões de vezes por segundo para dizer ao arduino o tempo que este tem para executar o loop nas operações realizadas com um ATmega (Fronteira, 2013).

**11 - Regulador de voltagem:** serve basicamente para regular a tensão de acordo com a necessidade dos componentes conectados a placa evitando assim um mau funcionamento ou até mesmo a queima do periférico externo Multilogica-shop, versão 1.0).

**12 - Conector fêmea 2,1mm com centro positivo:** Serve para alimentação da placa com uma fonte externa.

**13 - Pinos de voltagem e terra:** São as entradas denominadas na placa como GND. Estas entradas possuem 0V, e servem para completar o circuito. Sendo que uma corrente elétrica vai do positivo para a terra (NewAge, 2013).

**14 - Entradas analógicas:** estas entradas são utilizadas para a leitura de sensores conectados a placa arduino, sendo eles em um total de 6 entradas com a identificação de Analog IN (Fronteira, 2013).

## **4. TRABALHOS CORRELATOS**

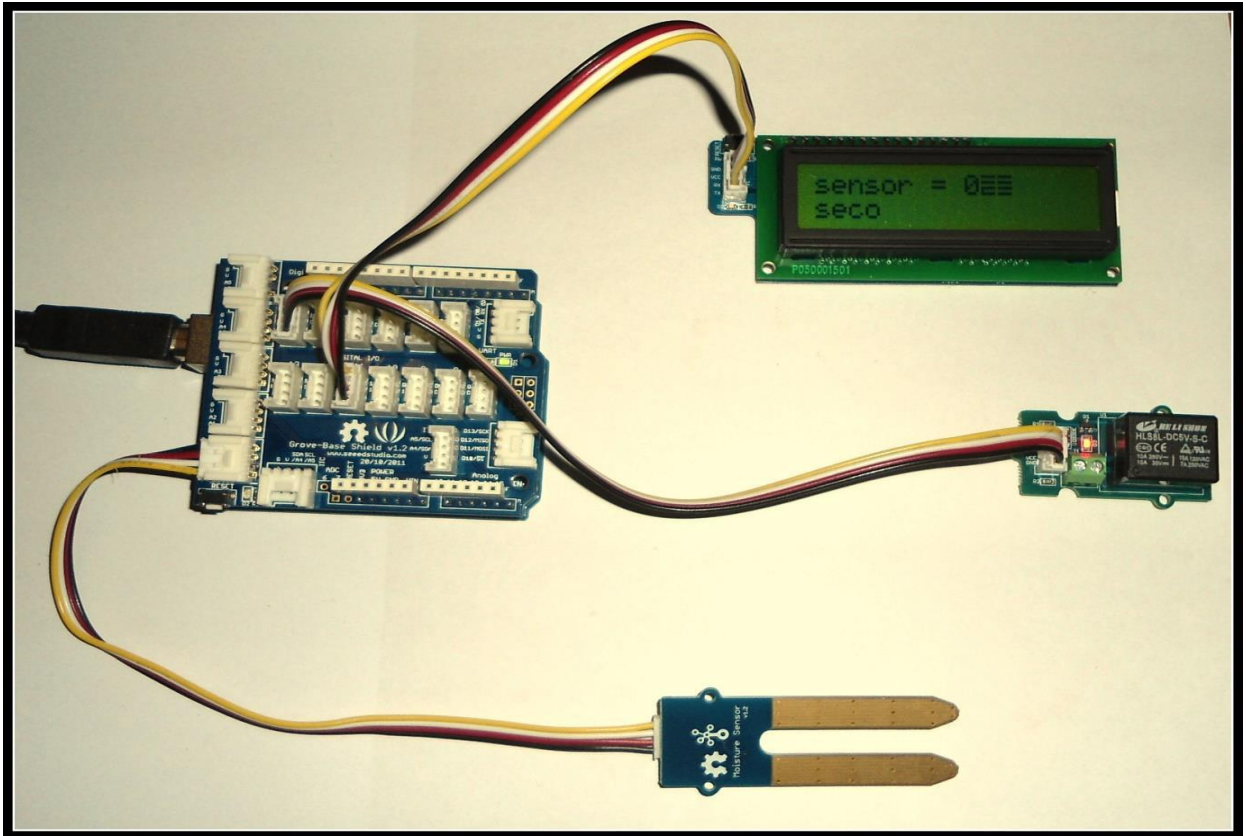
### **4.1. SISTEMA DE IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADO UTILIZANDO PLATAFORMA ARDUINO**

A tecnologia teve um grande avanço desde a primeira revolução industrial, surgiram tantas tecnologias que talvez no passado nem se imaginava chegar na década de hoje é já se estar vivendo com tanta tecnologia assim. Muitas áreas hoje têm tecnologia presente em seu meio para facilitar seus processos e se obter produtos com mais qualidade, na agricultura também já se buscam inovações que possam contribuir com as plantações. É para isso já são existentes tecnologias capazes de fazer esse o controle na irrigação, mas a desvantagem é que grande parte das vezes são caros, excluindo assim grande parte de quem cultiva a terra além de não se adequar a total necessidade dos produtores, pois são sistemas fechados e complexos de se operar.

O trabalho consta com a criação de um sistema com tecnologia barata em relação as outras existentes no mercado, e projetada de forma que seja possível ser operada por quem a obtiver. Para tal encontrou-se no arduino uma possibilidade de suprir as necessidades dos produtores, dando a eles um sistema que se adequasse as suas necessidades, e a baixo custo. Para o projeto o criador usou componentes do que são compatíveis com o sistema Grove, no qual jogou facilitar ainda mais na realização do projeto. Foram utilizados sensores, placa arduino, Base Shield Grove, display e bomba.

Os componentes após conectados e programados fizeram o que se esperava. Os sensores captavam as informações enviavam a placa, que por sua vez processava as informações e as enviava para a bomba, dando a ela a ordem de ligar ou desligar, efetuando assim a irrigação das plantas. O sistema não passou da fase de teste, mas se mostrou eficiente e claro de que se poderia criar um sistema que pudesse ser comercializado e utilizado em plantações reais (Barbosa, 2013).

A figura a seguir mostra o protótipo do trabalho.



*Figura 12-Esquema de implementação do protótipo (BARBOSA, 2013)*

#### **4.2. PLATAFORMA ARDUINO NA AUTOMAÇÃO DA IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO NO CULTIVO DA CANA-DE-AÇÚCAR**

Com este trabalho objetivou-se fazer o uso consciente da água no cultivo da cana de açúcar, de forma que haja um melhor controle no uso deste recurso natural, fazendo uso de tecnologia barata e com um sistema fácil de usar. Sendo que a implementação e o uso da mesma no processo de irrigação tenham a mesma eficiência de que qualquer outro sistema mais complexo e com um custo mais elevado que possa haver no mercado.

Para tanto, procede-se ao uso da plataforma arduino uno r3 e de alguns de sua componente. No projeto foram usados uma placa uno r3 para fazer o processamento de informações, válvula solenoide para fazer o controle de irrigação, um modulo rele para energizar a válvula, além de um sensor de umidade para saber com precisão o monto certo de liberação da água para a plantação. (Cardoso, Sá, Silva, Camargo, 2015).

Desse modo, observa-se que o uso do arduino e de seus componentes periféricos foram eficientes para o cumprimento do objetivo inicial que era o de controle da irrigação da plantação de cana de açúcar, sendo que os equipamentos foram testados durante um período e este teve

um bom funcionamento. O que permite concluir que o uso de uma tecnologia barata pode ser muito útil, não só para os donos de plantações como também para o planeta.

A seguir é possível visualizar na figura 13 o protótipo pronto e funcionando.



*Figura 13-Esquema de ligação do sistema de automação no lisímetro de drenagem e na Válvula solenoide. Fonte: Cardoso, Sá, Silva, Camargo, 2015*

### **DE PEQUENO PORTE (SAIP<sup>3</sup>)**

Quando uma planta não é irrigada de maneira correta, ela perde qualidade e vitalidade, pois pode sobre tanto com a ausência como o excesso de irrigação. Objetiva-se com a criação do SAIP<sup>3</sup> o auxílio nesse processo, para que assim se possa ter uma boa plantação, além de contribuir com a natureza em vários fatores, pois o sistema criado envolvera não só o controle da água como também da temperatura, da umidade e de energia.

Para tanto o SAIP<sup>3</sup> se utiliza de tecnologia de baixo custo que é o arduino. Através de componentes como os sensores de humidade e temperatura pudesse obter números capazes de indicar o momento certo de se fazer a irrigação. Procede-se a utilização de uma planta para os testes no qual foi escolhido o bonsai, onde no mesmo vaso da planta há um compartimento capaz de coletar o excesso de água, que ao passar pela terra é filtrada, está água então é utilizada novamente, pois quando o sistema identifica a hora de molhar a planta uma bomba coleta essa água armazenada e joga novamente na planta. (Gomes, Simarro, Brito, Serra, M, 2016)

Desse modo, observou-se que na fase de teste o sistema foi eficiente naquilo que fora programado para fazer. Desde a medição pelos sensores, no processamento dessas informações, na reutilização de recursos disponíveis e na execução daquilo que fora esperado pelos criadores que é a irrigação da planta. Os criadores ainda indicam outras possíveis implementações ao sistema para deixa-lo ainda melhor e mais sustentável. Por exemplo pode-se fazer o uso de placas fotovoltaicas para o uso de energia, coletar água da chuva para reaproveitamento.

A baixo temos na figura 14 do protótipo final do projeto em questão.



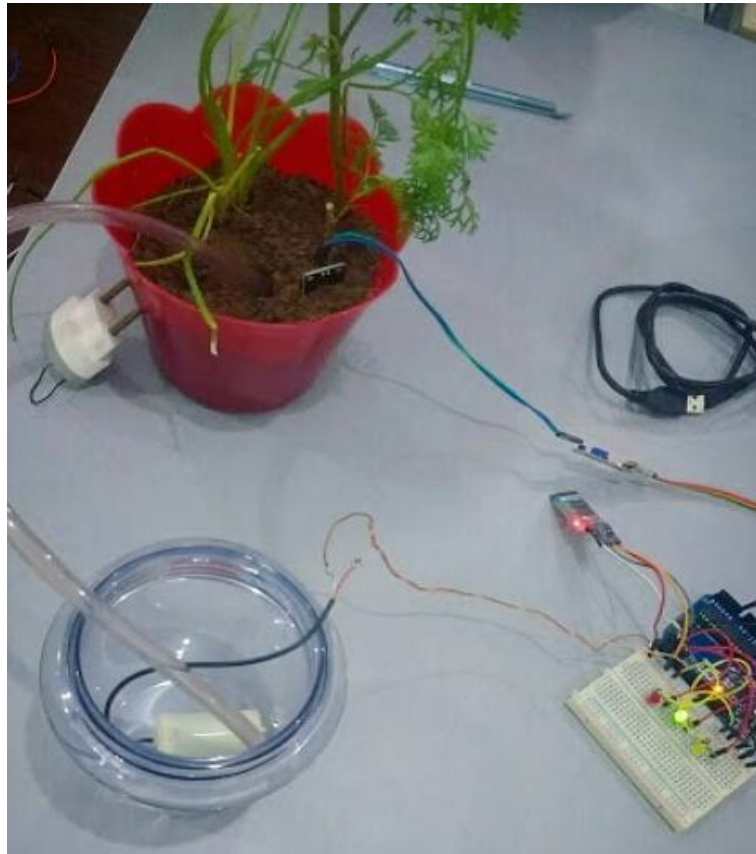
*Figura 14-Protótipo final embutido no bonsai (Gomes, Simarro, Brito, Serra, M, 2016).*

#### **4.4. SISTEMA DE IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADO UTILIZANDO ARDUINO UNO**

A agricultura é um dos setores mais importantes da economia brasileira, mas os recursos para a mesma não estão sendo usados de melhor forma. Segundo o site [guiadoestudante.abril.com.br](http://guiadoestudante.abril.com.br), o Brasil é um dos maiores consumidores de agrotóxicos do mundo, e conseqüentemente o consumo dos produtos que receberam agrotóxicos durante seu crescimento trarão riscos a nossa saúde e ao meio ambiente. Além do mais a agricultura é uma das grandes utilizadoras de água no mundo, sendo que grande parte é desperdiçada e não tem um controle adequado.

E para tentar minimizar estes problemas, jovens de uma universidade se uniram para criarem um protótipo para incentivar a agricultura orgânica, hortas comunitárias ou em casa. Para a realização deste projeto foram utilizados a plataforma arduino e alguns de seus componentes, mangueira de aquário, um pequeno vaso com verduras, além de uma plataforma chamada MIT App Inventor 2 para criação de um sistema android. O objetivo principal é fazer com que mais pessoas possam se conscientizar e fazer bom uso da água, fazendo mais hortas orgânicas em casa ou na comunidade, que tenha uma vida mais saudável e de quebra ajudem o planeta.

Apesar dos alunos não terem muito conhecimento para a realização projeto, esses conseguiram um protótipo inicial utilizando as ferramentas já citados. Um sensor é utilizado para medir o nível de humidade do solo, repassar esses valores a placa e está responde enviando uma resposta ao usuário, onde além de luzes piscando em uma placa protoboard são enviadas informações a um aplicativo, no qual foi denominado de “planta feliz”, a conexão da placa com o aplicativo é feita através de conexão bluetooth. O aplicativo por sua vez ao conectar-se mostra na tela do celular os níveis de umidade coletados pelo sensor, e assim o usuário pode verificar se é a hora certa de fazer a irrigação. O controle de acionamento da irrigação fica todo por parte do usuário, já que só ele pode dar o acionamento através do aplicativo. (Pereira, Meireles, Santos, Batista, 2017).



*Figura 15-foto do sensor ligado a uma planta (Pereira, Meireles, Santos, Batista, 2017)*

A figura 15 é uma demonstração da do sistema na fase de testes.

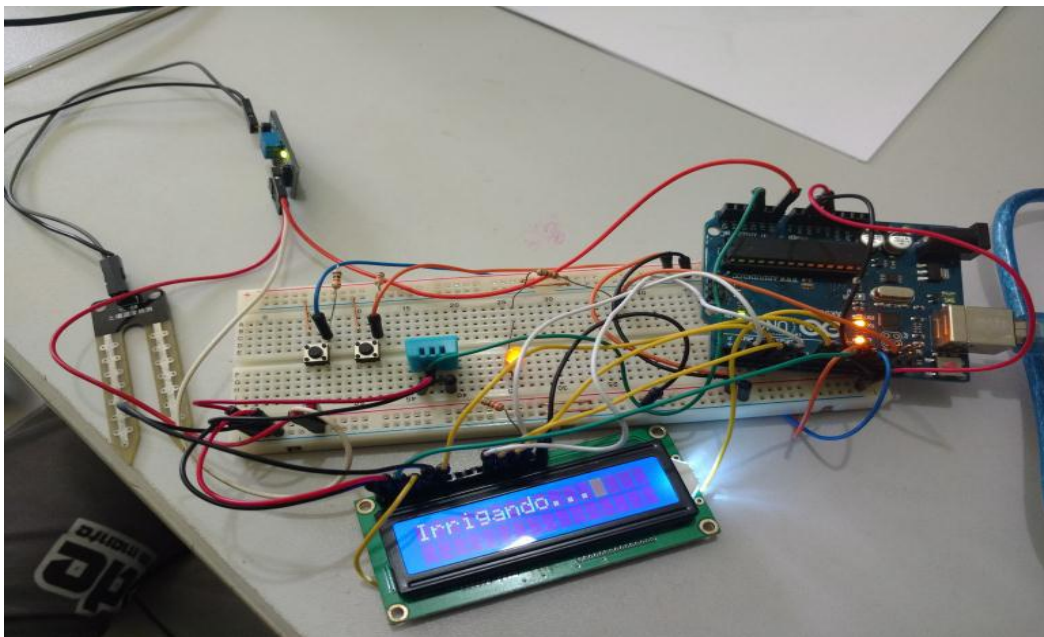
#### **4.5 SISTEMA AUTOMATICO DE IRRIGAÇÃO DE BAIXO CUSTO**

Considerando-se a utilização dos recursos hídricos do país, nota-se visivelmente e também através de pesquisas um grande desperdício de água não só no país como no mundo todo, e a agricultura é uma das responsáveis pela utilização desse recurso, sendo que se faz

necessário a utilização de tecnologias para evitar o desperdício de um bem tão precioso. Com a automação objetiva-se contribuir para que agricultura familiar possa ter acesso a tecnologias baratas que lhes auxiliem na utilização da água para irrigação de suas lavouras.

Para tanto, procede-se a utilização de alguns equipamentos já existentes no mercado que podem ser adquiridos a baixo custo, que são os componentes do arduino, uma tecnologia open source e barata, que pode ser utilizada por pequenos produtores que não tenham condições financeiras de obter um grande sistema.

Desse modo, observa-se que a utilização dos componentes da plataforma arduino, junto com sua programação foi satisfatória para o que se objetivava no início do projeto, todos os componentes funcionaram perfeitamente de acordo com o que se foi programado. Os testes realizados mostraram que o sistema é adaptável a diversos tipos de irrigação, pois contém um modulo de ajustes que possibilita duas formas de ativar a irrigação, a primeira é pelo sensor de temperatura que ao notar a falta de água no solo aciona a válvula solenoide liberando a água, e a segunda é por horário, onde o agricultor ou quem opera o sistema pode programar um horário para que aconteça a irrigação (Melo, Sousa, Saraiva, Filho, 2016).



*Figura 16-Teste simulado de ativação do sistema. (Melo, Sousa, Saraiva, Filho, 2016).*

A imagem 16 a cima mostra o teste de ativação do sistema.

#### 4.6. PROJETO DE IRRIGAÇÃO AUTOMÁTICA ATRAVEZ DA PLATAFORMA ARDUINO.

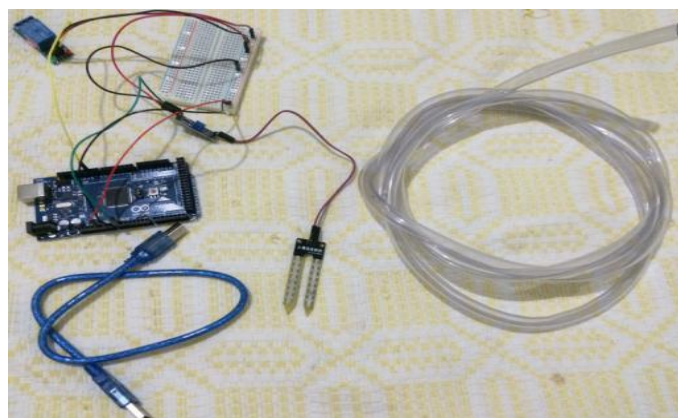
O artigo objetiva a criação de um novo meio ou melhor um novo sistema com recursos mais simples e mais baratos, sendo assim disponível a todo e qualquer produtor agrícola que queira obtê-lo. Contribuindo com o agricultor e principalmente com a natureza na preservação da água um recurso tão mal utilizado no planeta.

Para este projeto foram utilizados tecnologia de baixo custo, como a plataforma arduino mega 2560, além de uma protoboarde, sensor de humidade para medir a humidade do solo, modulo rele responsável por acionar a válvula solenoide, que por sua vez libera a passagem de água para a irrigação, uma bomba de aquário para conduzir a água, entre outros.

Desse modo, foi possível obter os resultados esperados inicialmente pelo projeto, o sensor faz a medição da humidade repassa as informações para a placa arduino que processa as informações verificando através de comparações dos valores se é o momento de se fazer a irrigação, caso sim o mesmo repassa as informações ao modulo rele que aciona a válvula solenoide liberando a água. (Matias, Matias, Lacerda, Rocha, Nazaré, 2017).

Conclui-se que a utilização deste protótipo pode ajudar no controle de utilização do recurso natural em questão, como a tecnologia é de baixo custo e simples de ser usada, pode ser adquirida por quem quer que seja. Se todos se conscientizarem e buscarem uma melhor solução possivelmente será reduzido os gastos excessivos de água não só no brasil como no mundo.

A Figura 17 mostra a montagem do circuito.



*Figura 17-Circuito do Protótipo Arduino. Fonte: Matias, Matias, Lacerda, Rocha, Nazaré, 2017.*

#### 4.7. SUMATO V-GARDEN – IRRIGAÇÃO INTELIGENTE DE HORTA EM PINHAIS

Considerando que o meio ambiente é bastante agredido por causa da agricultura, através da utilização dos agrotóxicos e do desmatamento por vezes de grandes áreas, além do desperdício de água nas irrigações. Objetiva-se com o projeto “A horta escolar como processo de educação ambiental”, promover o interesse pela agricultura sustentável, por educação ambiental e por buscas de técnicas que ajudem na preservação do meio ambiente (Ramos, Galdino, Oda, Corsi, Tomé, Luz, Rodrigues, 2017)

Para tanto, a ideia do projeto é de criar um dispositivo para controle da irrigação. A tecnologia escolhida foi o arduino, e para compor o dispositivo, houve um estudo de quais componentes seriam necessários para a eficiência do projeto. Quais os sensores adequados, os módulos, além da programação que fora realizada para a junção de todos os equipamentos, de que forma o mesmo trabalharia melhor.

Desse modo, depois de testes e da escolha dos componentes observou-se que o projeto não só teve eficiência em sua finalidade como também promoveu a integração de outros conhecimentos além dos estudados pelos alunos de informática, como também a parceria com outros estudantes de outras áreas de estudos, como os da horta coletiva. E dos professores de diferentes áreas que foram super. Importantes na realização do projeto sumato v-Garden.

A imagem 18 demonstra o protótipo sendo testado na prática.



*Figura 18-Protótipo sendo testado na prática. Fonte: Ramos, Galdino, Oda, Corsi, Tomé, Luz, Rodrigues, 2017*

#### 4.8. COMPARATIVO DOS TRABALHOS CORRELATOS COM O TRABALHO EM QUESTÃO

A tabela 1 a seguir é uma comparação entre os projetos anteriores, tidos como trabalhos correlatos, e estão organizados na tabela de acordo como a ordem seguida na descrição do trabalho em questão.

Características	Projeto 1	Projeto 2	Projeto 3	Projeto 4	Projeto 5	Projeto 6	Projeto 7	Solução desenvolvida
Tipo de arduino	UNO R3	UNO R3	UNO	UNO	UNO	MEGA	MEGA	UNO
Controle de temperatura	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	SIM
Controle de luminosidade	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	NÃO
Controle de umidade	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Implementação de um timer automático	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	SIM
Status do sistema	SIM	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Implementação de aplicativo móvel para controle do arduino	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
Sensor de pressão	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	NÃO
Sensor de chuva	NAO	NAO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM

Tabela 1: comparativo dos trabalhos Fonte: Autora

## 5. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO PROPOSTO

Neste capítulo descreve-se a proposta do protótipo para um sistema de irrigação automatizado, utilizando-se do microcontrolador arduino e outros componentes.

### 5.1. FUNCIONAMENTO DO PROCESSO DE IRRIGAÇÃO A SER AUTOMATIZADO

A irrigação se dá basicamente pelo processo de fornecimento de água as plantas de forma controlada, utilizando meios e técnicas para satisfação do usuário (UNICAMP 2017).

O projeto tem como um de seus objetivos automatizar plantações de diversas culturas. Onde tipicamente existe um reservatório de água (rios), sendo que esta é conduzida a plantas através do bombeamento feito por um motor para a tubulação principal, que se divide em outras tubulações que levam direto as áreas (quadras) plantadas. Para que uma área seja irrigada, o agricultor faz a abertura manualmente do registro de água referente a quadra desejada. Dessa forma, a água vai do cano principal até os micros aspersores que esguicham a água nas plantas. Normalmente esse processo é controlado por tempo, dados os conhecimentos práticos dos agricultores que deduzem um tempo médio no qual jugam ser adequado para a umidade do solo ao redor da planta, após esse tempo o agricultor fecha o registro. A figura --- a seguir é um exemplo de um sistema de irrigação em estufas, o que não se faz muito diferente do sistema ao ar livre.

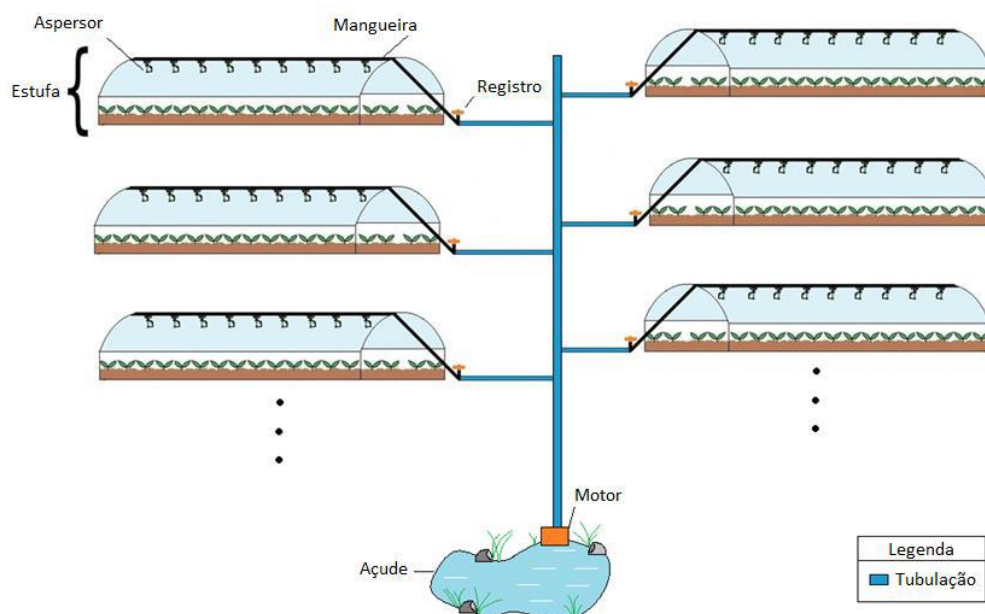


Figura 19-Estrutura típica de uma plantação com estufas, Fonte: EMANOELI MADALOSSO.

## 5.2. DESCRIÇÃO DO SISTEMA

De início, a primeira tarefa a se realizar para a implementação do sistema foi a busca e estudo dos pré-requisitos precisos para a construção e funcionamento do projeto. Depois dessa busca e estudo das opções disponíveis e seleção dos itens necessários, foram definidos os tipos de sensores e válvulas, no qual são os principais componentes do projeto. Além da definição correta da maneira de irrigar, baseada na cultura e no tipo de irrigadores a serem utilizados, no clima da região e na base de conhecimento dos agricultores. O restante vai-se adaptando de acordo com as leituras a serem feitas pelos sensores.

O sistema tem dois princípios básicos de funcionamento do circuito sendo eles: o acionamento do sistema através do tempo e através da leitura da umidade contida no solo. O acionamento por tempo é bem simples, o agricultor definirá um horário para a irrigação e um tempo para que a ação ocorra, e assim o sistema acionará as válvulas, liberando e contendo a água dentro do tempo predefinido. No modo de leitura da umidade, acontecerá que quanto mais retenção de água o solo fizer, mas aumentará a condutividade elétrica dado ao fato de que a água aumenta o número de íons que conduzem os elétrons que estão presentes no ambiente do circuito. Dessa forma, o circuito enviará uma corrente elétrica no solo onde está a planta. A corrente ela variará de acordo com a condutividade do solo, transformando-se em um sinal de informação que indicará como o sistema se encontra naquele momento. Com a especificação dos componentes necessários para a realização do projeto, o segundo passo foi a compra dos itens e montagem do protótipo.

## 5.3 ARQUITETURA DA APLICAÇÃO

Para o desenvolvimento deste projeto do protótipo para irrigação autônoma, deveram ser utilizados os seguintes itens:

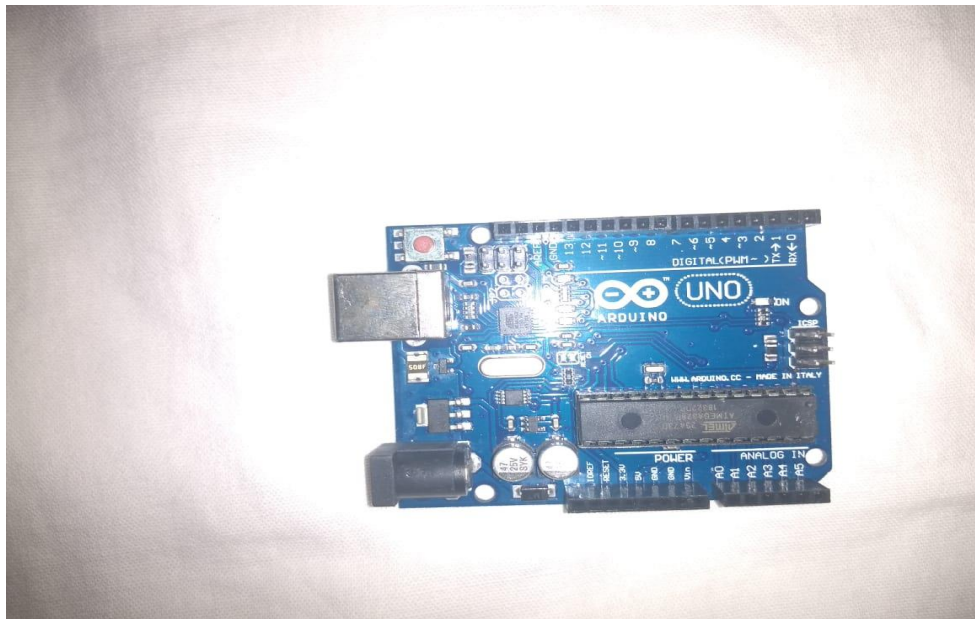
- Uma placa arduino uno;
- Uma protoboard;
- Fios jumpers;
- Um sensor de umidade do solo;
- Um sensor de temperatura;
- Um sensor de chuva;
- Um modulo relé;
- Um display lcd;
- Uma válvula solenoide;

- Modulo RTC.

**Placa arduino uno:** é um placa de microcontrolador baseado no ATmega328. O arduino UNO opera em 16 MHz. Possui 28 pinos, sendo que 23 desses podem ser utilizados como I/O. 14 pinos para entrada e saída digitais, dos quais 6 podem ser usados como saídas PWM, 6 entradas analógicas, um conector usb, um conector de alimentação, um botão de reset, etc. (Sousa, 2013).

O Uno tem tudo o que é necessário para suportar o microcontrolador, para isso basta conectá-lo a um computador através de um cabo usb ou a uma fonte externa através de um conector ac para dc ou até mesmo a uma bateria.

O nome Uno faz referência a palavra um em italiano, e é para se referir ao lançamento do arduino 1.0. Há atualmente no mercado novos lançamentos da marca com suas novas versões. A figura 20 é uma placa arduino.



*Figura 20-Placa arduino utilizada no projeto. Fonte (Autor,2019)*

Na tabela 2 são apresentadas as características da placa arduino.

Microcontrolador	ATmega328
Voltagem Operacional	5V.
Voltagem de entrada externa (Limites)	6V. a 20V.

Voltagem de entrada externa (recomendada)	7V. a 12V.
Flash Memory	32 kb de Flash (Dos quais 502 bytes são utilizados para o bootloader)
RAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Velocidade de Operação	16 MHz
Pinos de entrada analógica	6
Pinos de entrada e saída	14 entradas digitais (sendo 6 PWM)
Corrente para os pinos de entrada e saída digitais	40Am

Tabela 2: Características do Arduino Uno Fonte: Souza,2013.

**Protoboard:** é um componente eletrônico que permite a construções de circuitos experimentais sem que haja a necessidade de solda de componente, permitindo que se faça a retirada ou a troca definitiva de qualquer componente que esteja conectado a ela. Existem diversos tamanhos de placa no mercado, basta escolher a que melhor se adequar no projeto. Uma placa pode se juntar a outra através dos encaixes de suas laterais, podendo assim se obter mais espaço para uma melhor organização na hora de organizar as conexões. Nela podem ser conectados: sensores, resistores, capacitores, diodos, etc. (Robocore, 2019).

A figura 21 ilustra uma protoboard.

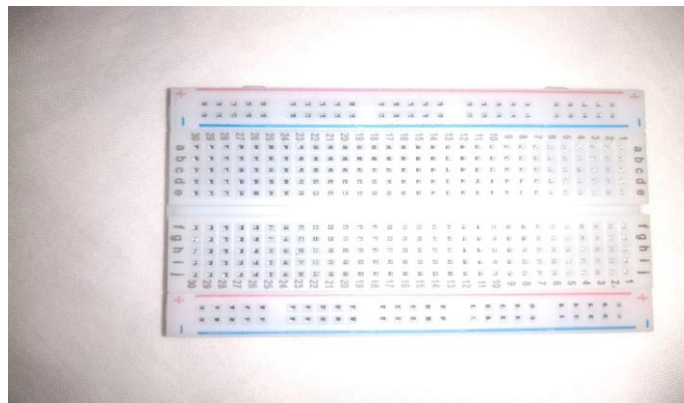
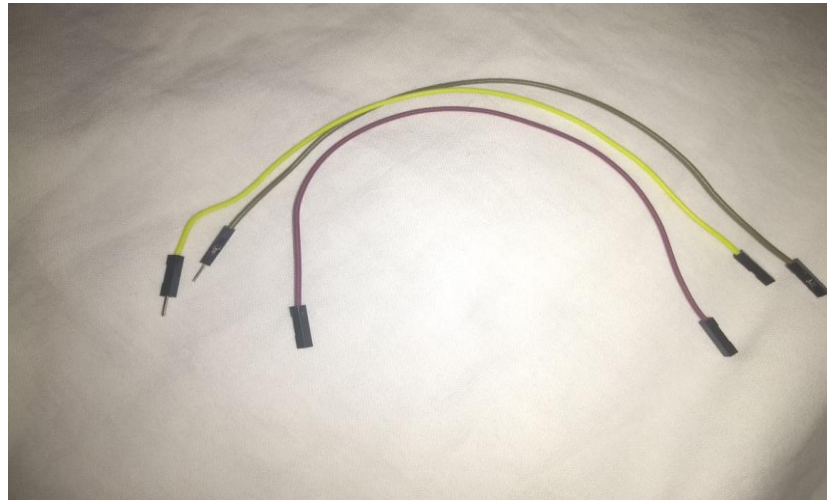


Figura 21-Protoboard. Fonte: Autora

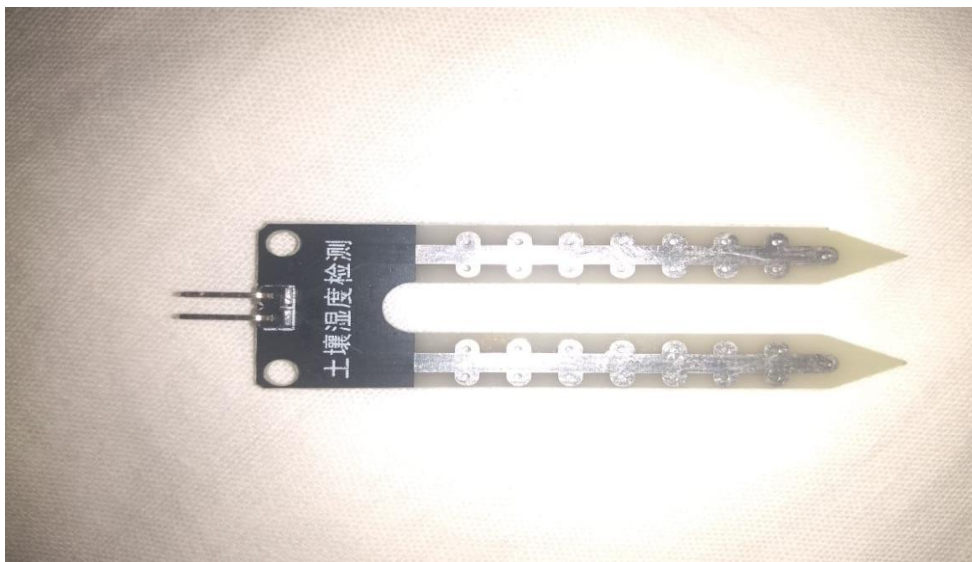
**Fios jumpers:** o jumper é um condutor usado para conectar dois pontos de um circuito. A figura 22 mostra esses condutores.



*Figura 22-Fios jumper. Fonte: Autora.*

**Um sensor de umidade do solo:** O sensor foi feito para detectar as variações de umidade no solo, ele funciona da seguinte forma: quando o solo está seco, a leitura de saída fica em um valor alto e se o solo estiver úmido, a leitura de saída do sensor fica em um valor baixo. O limite entre seco e úmido pode ser controlado através de um potenciômetro presente no sensor. Ele funciona em uma tensão de 3.3 a 5V (FilipFlop, 2019).

A figura 23 é um sensor de umidade do solo.



*Figura 23-Sensor de Umidade. Fonte: Autora*

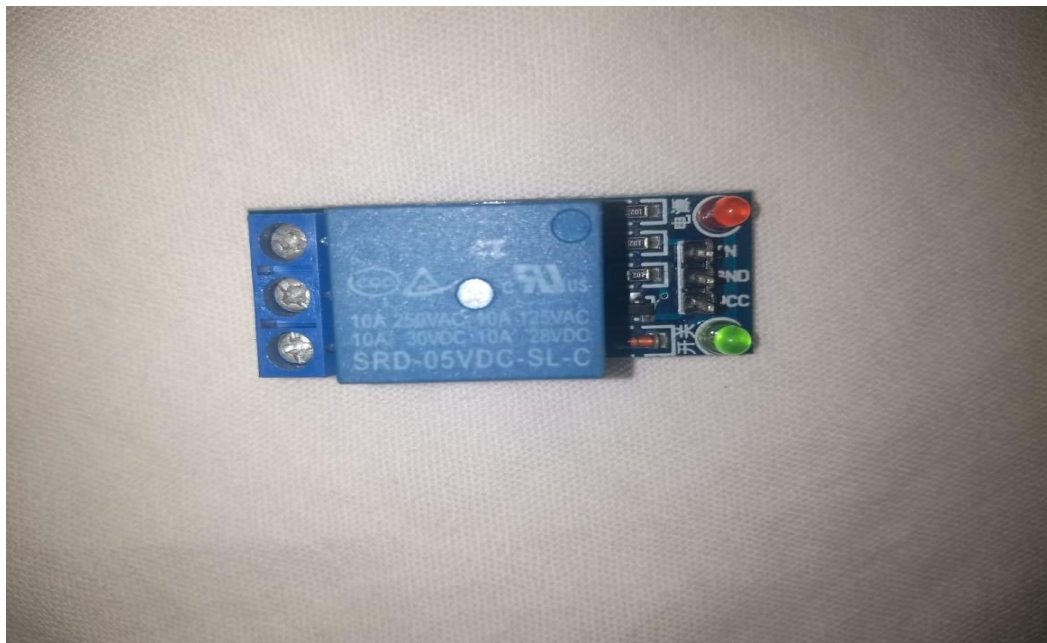


Na figura 25 temos a representatividade de um sensor de chuva.



*Figura 25-Sensor de chuva. Fonte: Autora*

**Um modulo relé:** Este modulo funciona como uma chave, é ideal para acionamento de objetos que exigem até 10A contínuos utilizando o arduino. Há três conexões que são: Normalmente Aberto (NA), Comum (C) e fechado. Então quando o modulo relé estiver “Desligado”, C estará conectado a NF e quando o modulo estiver “Ligado”, C estará conectado à NA (Robocore, 2019), a figura 26 ilustra o que seria o modulo rele.



*Figura 26-Modulo Rele. Fonte: Autora.*

**Um display lcd:** o modulo de Display LCD é um dispositivo que permite a visualização e a interação com usuário através de uma pequena tela. Onde o mesmo exibe as informações pré-programadas no código. Este display e formado por duas placas de vidro e uma camada de cristal líquido, com uma forte luz fluorescente ou leds por baixo da estrutura. O LCD utilizado

no projeto tem o formato 16/2 com um controlador HD44780, que é um dos mais comuns no mercado (Filipeflop,2019).

A figura 27 mostra o display LCD de formato 16/2.



*Figura 27-display LCD*

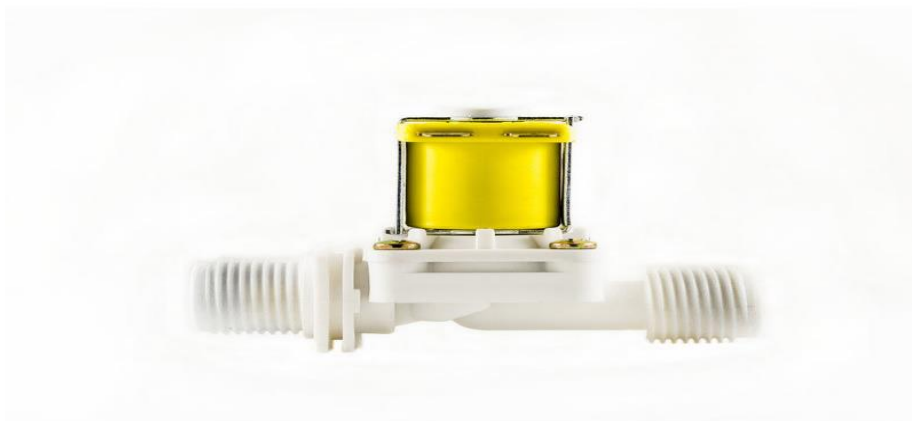
**Modulo I2C:** Este modulo é ideal para os projetos com LCD ou dispositivos que tenham suporte ao protocolo I2C. o mesmo faz conexões utilizando apenas duas linhas de dados, facilitando bastante as conexões do LCD com a placa arduino liberando assim grande parte das portas utilizadas pelo Display. O funcionamento do modulo se dá com a definição de um endereço hexadecimal para cada dispositivo que estiver conectado a ele onde no monto da comunicação somente o dispositivo solicitado responderá. (ROBOCORE, 2019)

A figura 28 faz demonstração do Modulo I2C.



*Figura 28-Modulo I2C. Fonte: Autora*

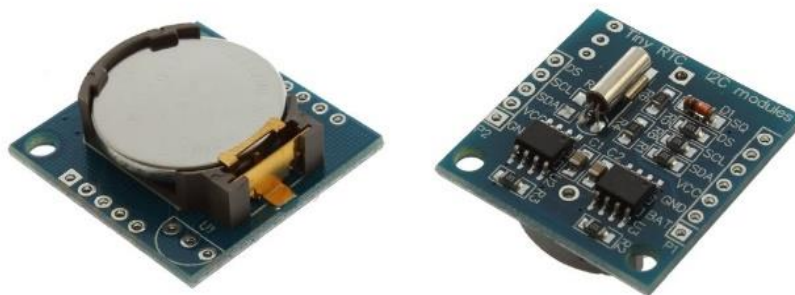
**Uma válvula:** é uma válvula utilizada para controlar, dosar ou distribuir o fluxo de gases, líquidos ou outro fluido, este propósito será definido pela programação que delimitara o funcionamento necessário para cada situação. Uma válvula solenoide é operada por pulsos elétricos, onde a bobina elétrica que é uma das partes da válvula, é energizada gera um campo eletromagnético que faz o pistão que está dentro da válvula subir e abrir a passagem para o fluido. Quando o inverso acontece, ou seja, ela é desenergizada o pistão desce fechando a passagem (Oliveira,2019). Podemos ver uma válvula solenoide na figura 29.



*Figura 29-Válvula solenoide para água. Fonte: Baú da Eletrônica*

**Modulo RTC DS1307:** É um modulo utilizado para montar o relógio no arduino, organizar alarmes e executar ações em horários predeterminados. (Filipeflop.com). A figura 33 demonstra o modulo.

Figura 30: modulo RTC



*Figura 30-Modulo RTC DS1307, Autor: site filipeflop.com*

## 5.4. METODO DE IRRIGAÇÃO

O sistema funcionará da seguinte forma, de início a decisão sobre o momento certo para se fazer a irrigação é dado de duas formas, uma delas será por tempo, ou seja, o usuário escolherá um horário como faz habitualmente no método manual para que a válvula seja acionada e a irrigação aconteça, o ponto de parada será considerado através da leitura dos sensores de humidade que ao detectar que o solo já está suficientemente húmido pra cultura enviará informações ao microcontrolador e este através de comparações com parâmetros já pré-definidos interromperá a irrigação. A segunda opção é o de leitura de dados como a umidade do solo, de acordo com cada tipo de cultura será estipulado um valor para comparação da leitura, valor este que se supõe ser o adequado, sendo assim quando o valor lido pelos sensores for diferente daquele considerado bom onde terá um valor mínimo aceitável de umidade do solo, o sistema acionará a válvula solenoide para fazer a irrigação até atingir o valor adequado, no qual se definirá como o valor máximo de umidade do solo, para a cultura. E ainda contará com um sensor de chuva, dado as circunstâncias da região, onde o mesmo funcionará da seguinte forma, fazendo leitura dos dados, ou seja, verificando se está chovendo ou não, caso esteja e a válvula esteja aberta por causa de um dos dois métodos esta imediatamente será desligada, economizando assim energia e água.

Alguns dados sobre as culturas serão já pré-definidos no programa, isso se dando através de estudos prévios. Através do display lcd será possível ao usuário escolher uma das opções ofertadas pelo sistema, tempo ou leitura do sensor. A seguir temos um diagrama de blocos do sistema proposto na figura ..., descrevendo o funcionamento do sistema:

Figura 31: diagrama de blocos do funcionamento do Sistema

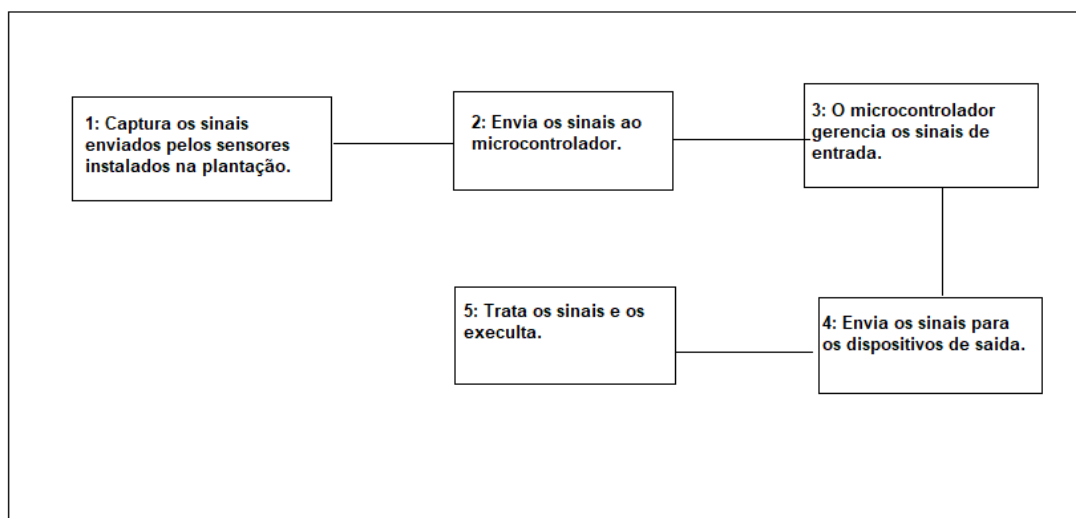


Figura 31-diagrama de blocos do funcionamento do Sistema

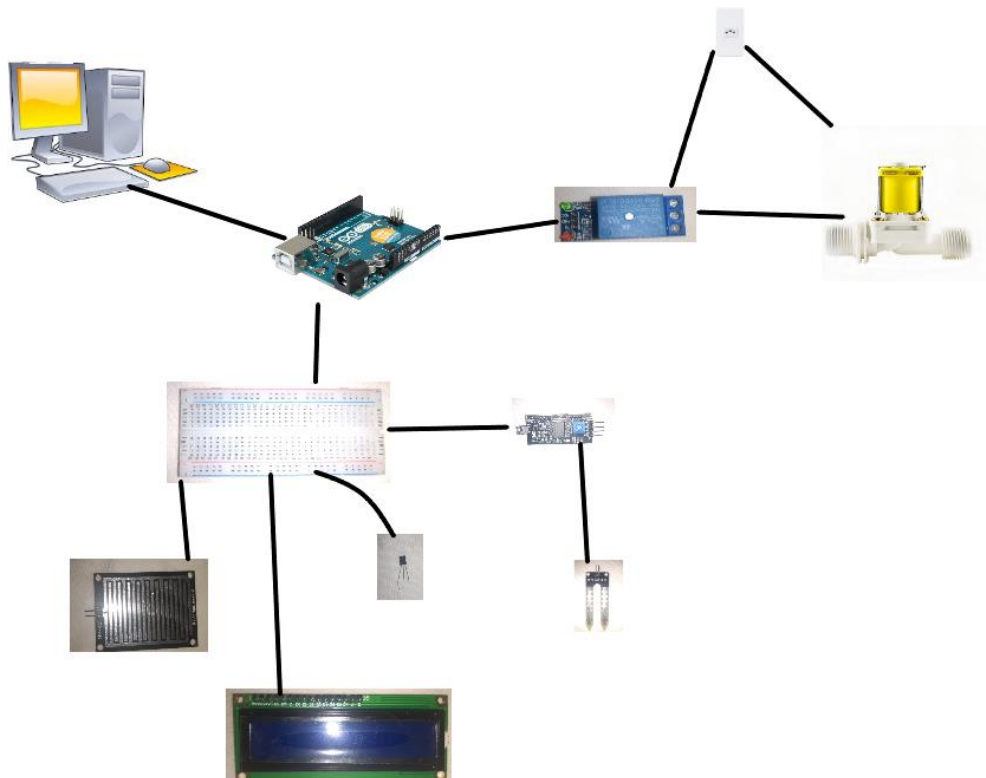
## 5.5. O PROTÓTIPO

O processo para a construção do circuito de controle básico para este projeto em questão resume-se à:

- Conectar todos os componentes necessários para o projeto;
- Escrever um código usando a IDE do arduino;
- Compilar o programa para verificação do código, para eliminação de erros;
- Conectar a placa arduino no computador através do cabo USB;
- Gravar o programa compilado na placa e observar o funcionamento.

## 5.6. ESTRUTURAS DA APLICAÇÃO

Inicialmente foi feito um layout dos componentes para facilitar na montagem final do protótipo. Layout este que será mostrado na figura a seguir. Com a ajuda da protoboard foi possível a montagem do projeto e assim poder verificar seu funcionamento. Com a placa de montagem de circuitos tornou-se mais fácil as conexões dos componentes, como demonstrado na figura 32.



*Figura 32-Layout do Projeto. Fonte: autora*

Antes de conectar todos os componentes de uma única vez, realizou-se testes nos sensores para verificar se seu funcionamento estava correto. As figuras 35, 36 e 37 a seguir

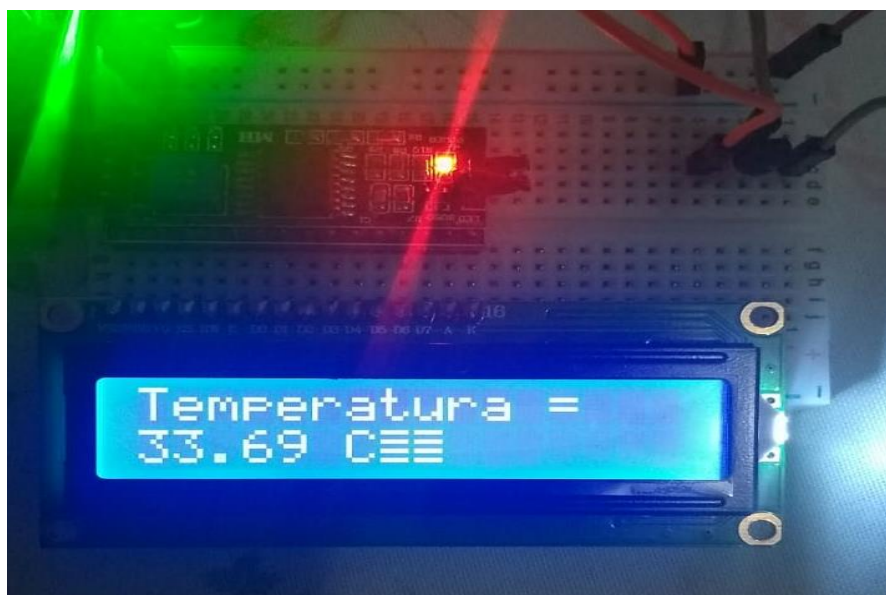
mostram a realização desses testes nos sensores de umidade, chuva e temperatura, respectivamente.



*Figura 33-teste pratico com sensor de umidade. fonte: autora*

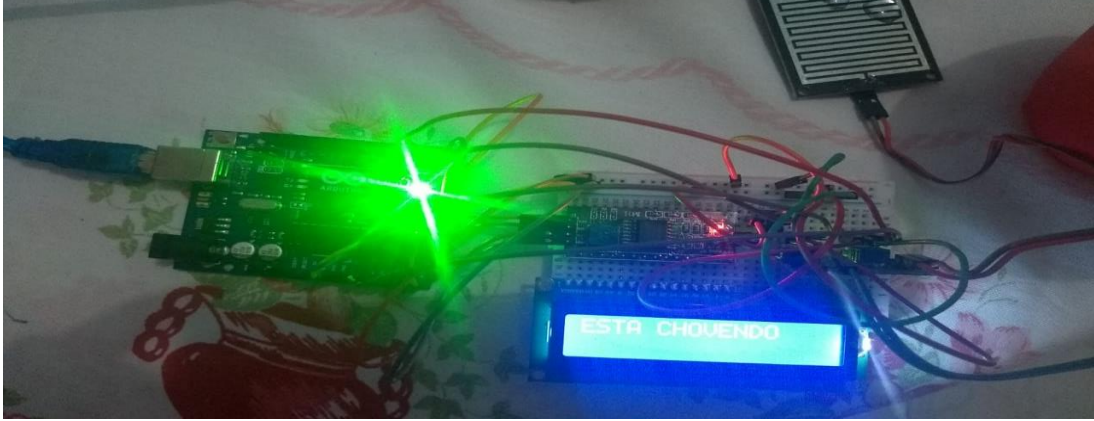


*Figura 34teste com sensor de chuva*



*Figura 35-Teste com o sensor de temperatura*

Logo após os testes e verificar que os componentes estavam em perfeito funcionamento, houve a montagem final com todos eles integrados para que assim se pudesse realizar os testes finais de funcionamento do sistema como um todo, a ver nas figuras 36 e 37.



*Figura 36-Todos os componentes conectados a protoboard e ao arduino.*



*Figura 37-Componentes conectados.*

Não foi possível testar o módulo RTC, pelo fato de não ter sido obtido o mesmo. A seguir a imagem 40 demonstra como se dá a conexão do módulo ao arduino.

Figura 38:.

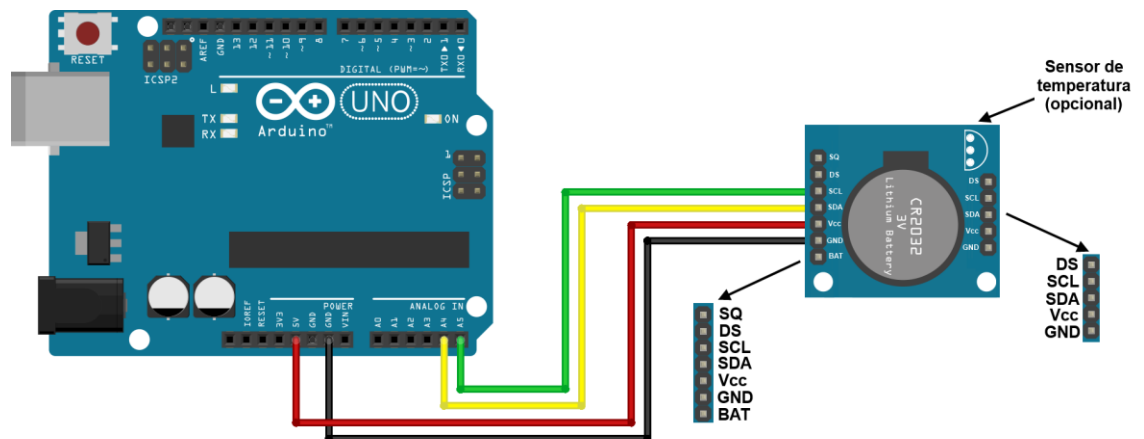


Figura 38-Conexão do módulo rtc no arduino, Fonte: filipeflop.com

## 5.7. SOFTWARE

A IDE do arduino é derivada do Wiring, ela é um compilador de Linguagem de Programação GCC, usa uma interface gráfica que é construída em Java baseado no projeto Processing, por esse motivo possui a capacidade de programar em C e C++ (Hostgato, 2017). Essas são as descrições da IDE (Ambiente de Desenvolvimento Integrado) de fácil usabilidade e de estendimento com bibliotecas que são facilmente encontradas na internet. A figura 39 é um exemplo de como é a interface da IDE do arduino.

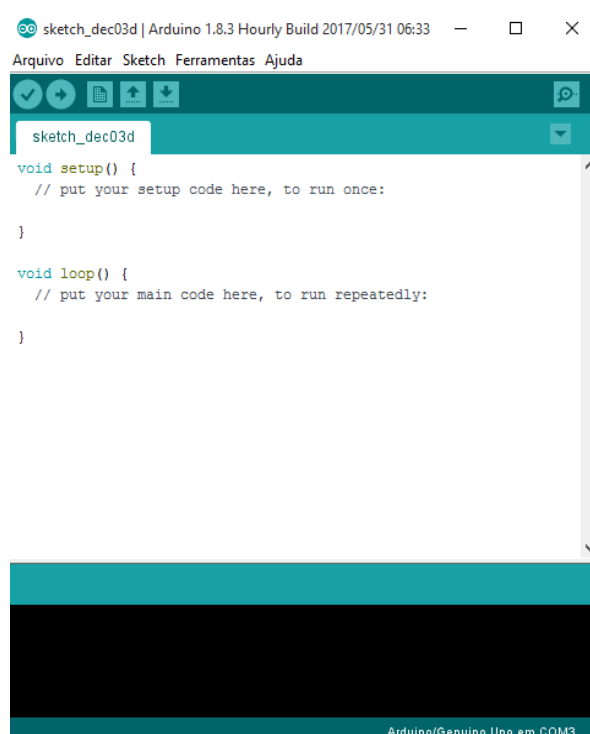


Figura 39-IDE do Arduino.

Logo após o skete como é chamado o programa no arduino, ser criado e compilado para verificação de erros usando a ide, o código é carregado para a placa onde é gravado dentro do chip controlador. O FIRMWARE é o software que roda na placa. A ide tem basicamente duas funções, a de permitir o desenvolvimento de um programa e o de enviá-lo para a placa para que possa ser executado, uma vez gravado na placa ele rodara sem mesmo com a presença de um computador contendo a ide para isso basta conectar o arduino a uma fonte externa.

### 5.8. GRAVANDO O PROGRAMA NA PLACA

Para se gravar o programa na placa é necessário inicialmente uma preparação externa, deve ser realizada uma conexão da placa no PC e a sua energização. O processo de gravação do programa na placa é uma junção dessa preparação com a IDE. Grande parte das placas contem entrada USB para gravação e também recebem os 5 Volts que se é preciso para o funcionamento vindos direto da porta USB. Dessa forma, se faz apenas necessário a conexão da placa no PC para continuar. Normalmente as placas acendem um LED quando tudo ocorreu bem. Note na figura N° abaixo que a placa esta energizada, podendo ser perceptível através do LED verde que está aceso (Reis,2015).

Demonstração na figura 40.



*Figura 40-conexão do arduino no pc.*

Logo após a compilação do programa se ocorrer tudo bem, o próximo passo é o de gravar o programa na placa. Para que isso aconteça basta clicar sobre o botão na barra de botões da IDE do arduino: o botão “Upload”, que é indicado por uma seta apontando para a esquerda.

Na barra inferior o programa avisa que a gravação foi feita com sucesso. A partir deste momento um led laranja contido na placa acende e começa a piscar.

## 5.9. PROGRAMAÇÃO DO SOFTWARE

### 5.9.1. Para este programa serão utilizadas as seguintes bibliotecas:

**LiquidCrystal\_I2C.h:** Está é uma biblioteca importante para que o display lcd funcione, mostrando na tela o que fora programado para exibir (site baú da eletrônica).

**Wire.h:** esta é uma biblioteca utilizada para permitir o acesso ao dispositivo I2C (Inter-Integrated Circuits), que serve para facilitar a comunicação entre circuitos diferentes. (Site caderno de Laboratório).

**DS1307.h:** está é a biblioteca utilizada para o rtc (Real Time Clock), que é o modulo responsável por montar o relógio necessário para o programa. (Adilson Thomsen)

## 5.10. IMPLEMENTAÇÃO DO PROTOTIPO

### Caso a opção de irrigação por sensor seja escolhida

**Passo 1:** o sensor de humidade conectado na placa arduino através da porta analógica A0, recebe as informações de umidade do solo junto com o sensor de temperatura que captura a temperatura do ambiente e envia as informações para a placa arduino com um intervalo de tempo de 1 segundo.

**Passo 2:** com as informações que foram coletadas pelos sensores e enviadas a placa arduino, o microcontrolador contido na placa realiza as funções estabelecidas na programação. Mostra em tempo real no display a porcentagem de umidade do solo e o gral em Celsius da temperatura ambiente, quando os dados coletados forem a baixo do padrão esperado como normal, será disparado um sinal para o rele que acionara a válvula solenoide molhando o solo.

**Passo 3:** quando o processo de irrigação iniciar o mesmo não parará enquanto o solo não obtenha a porcentagem de umidade considerada suficiente para a cultura que estiver sendo cultivada. E o display mostrara o processo de capitação da umidade do solo, durante a irrigação.

**Passo 4:** quando o mesmo atingir um nível de umidade satisfatório e pré-estabelecido a válvula será fechada e o processo de irrigação voltará ao passo 1.

### Caso a opção seja de irrigação por tempo

**Passo 1:** o sistema fará a comparação constante do tempo real com o tempo pré-estabelecido na programação.

**Passo 2:** com os dados coletados sobre o tempo, caso este seja igual ao estabelecido no programa com o sendo o ideal para realizar a irrigação. Será disparado um sinal para a abertura da válvula solenoide molhando o solo até que se atinja o tempo estipulado para o desligamento da válvula.

**Passo 3:** durante o processo de irrigação o display mostrará o estado de “irrigando”.

**Passo 4:** quando a irrigação alcançar o tempo estipulado, a válvula solenoide será desligada.

**Passo extra:** O sensor de chuva servirá apenas para indicar ao sistema que caso este esteja funcionando no mesmo momento em que a chuva estiver acontecendo, a mesma ira desligar a válvula.

A seguir a figura ... Mostrará o diagrama de atividades de todo o sistema proposto.

Figura 41: diagrama do sistema

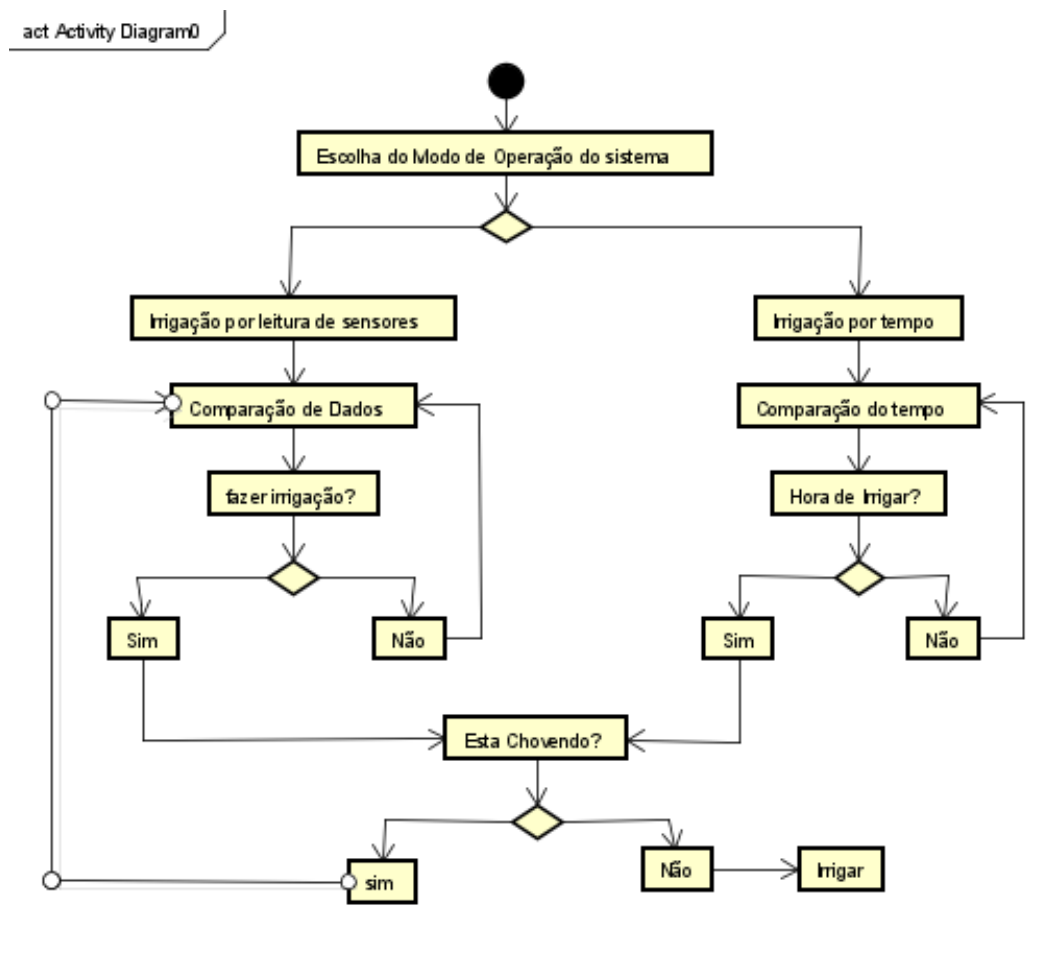


Figura 41-Diagrama de atividades do sistema

### 5.11. RESULTADOS ESPERADOS

Após concluir todas as etapas deste projeto, pretende-se iniciar a instalação de todos os componentes que constituem o sistema que foi projetado. Depois deste ato e de alimentar todo o circuito criado e a válvula, concluirá a montagem do protótipo. A figura 39 mostra a parte do projeto montado com quase todos os componentes interligados e alimentados.

Quando o sistema estiver funcionando, esperasse realizar a segunda fase que será a de testes, onde será possível visualizar se o microcontrolador lerá os valores confiáveis de todos os sensores utilizados, se este será capaz de medir o solo e dizer o seu nível de umidade, dizer o horário atual, acionando e desligando a válvula solenoide toda vez que uma condição for satisfeita. Após todos os testes esperasse que o arduino seja alimentado por uma fonte diferente do que a vinda pelo cabo USB do computador.

A válvula solenoide será alimentada por uma tomada 220V, no qual é a fonte adequada para este componente. Neste projeto, o sistema será acionado por tempo ou por leitura de umidade e permanecerá em funcionamento até as informações lidas serem satisfatórias para o sistema.

Serão definidos valores para a leitura dos sensores para que este saiba o momento exato para a ativação ou fechamento da válvula solenoide. Quando o valor lido atingir um patamar menor ou igual ao mínimo crítico, a válvula será ativada e permanecerá aberta, permitindo fluxo de água, até que o nível de umidade coletado pelo sensor chegue ao valor máximo definido. É necessário que o sensor de umidade esteja bem posicionado no solo e que o sensor de temperatura não esteja sofrendo influências de calor por qualquer outra fonte que não seja o ambiente. Caso contrário, poderá haver um mau funcionamento do sistema tornando a irrigação ineficiente.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho tem como objetivo a criação de um protótipo de um sistema de irrigação automatizado que fosse capaz de simular as funcionalidades de um sistema de irrigação real, com o objetivo de melhorar o processo, aproveitando melhor os recursos naturais, proporcionando um aumento na produção e conseqüentemente nos lucros com a venda dos produtos. Além de facilitar a jornada de trabalho do agricultor na plantação da cultura desejada. Além desses fatores, tem-se através de estudos e até mesmo na observação de alguns ambientes agrícolas os agricultores ainda realizam esse processo de forma manual, ocasionando muitos problemas, dentre eles gastos excessivos com energia elétrica, desperdício de água. E com a ajuda da tecnologia essas são coisas que pode ser melhorada e melhor aproveitada, partindo de um planejamento e projeção de um sistema que seja capaz de atender as necessidades de culturas variadas levando em consideração todos os aspectos relevantes dos ambientes. De forma que assim o rendimento seja crescente tanto economicamente quanto ecologicamente.

O sistema aqui apresentado foi planejado para o manejo de diferentes culturas e utilização de água, fazendo o uso de vários sensores para melhor atender as plantações. O sistema é constituído com duas formas de funcionamento, uma seria realizada por análise de dados coletados através de sensores e outra por tempo. Para que se tornasse possível a realização deste projeto foi feita a utilização de muitos conhecimentos que já foram abordados no curso de sistemas de informação, além de outros minicursos sobre o arduino especificamente, além de programação, eletrônica, entre outros. Todo esse conhecimento também foi de suma importância para a escolha dos componentes necessários, além de sua correta utilização, todas estas etapas são muito importantes para se alcançar o sucesso do projeto e superar seus desafios.

Todos os testes realizados com os equipamentos que foram possíveis de ser adquiridos até o presente deste projeto, se mostraram eficientes em suas funções, juntamente com a placa arduino. Infelizmente não se foi possível ter um protótipo final até então, pelo fato de dificuldades em se obter algumas peças necessárias para a conclusão do mesmo.

Mas, considerando tudo o que se foi possível alcançar até aqui, é possível concluir que o resultado esperado tem grandes chances de serem alcançados, e conseqüentemente concretizar os objetivos aqui pospostos. Também é perceptível que o sistema é simples comparado a outros presentes no mercado, mas com grandes chances de evolução e crescimento e melhoramento do sistema como um todo, ainda assim é capaz de concorrer com outros sistemas para automação agrícola de custo elevado existentes no mercado.

Com todas as descrições aqui presentes, esperasse poder cooperar com outros pesquisadores do assunto, que se interessem em fazer melhorias ou criar novos sistemas.

## **6.1 TRABALHOS FUTUROS**

O projeto apresenta algumas características que se jugaram essenciais para a realização do projeto e eficiência do mesmo, almejando alcançar o objetivo principal de contribuir com a natureza e facilitar a vida do homem do campo. Mas para todo sempre se é passível de melhorias, com todo o estudo que houve para a construção deste, surgiram muitas outras ideias, como por exemplo:

- Criar um aplicativo, possibilitando que o produtor tenha informações precisas e em tempo real do seu negócio;
  - Construção de um banco de dados capaz de armazenar os valores lidos pelos sensores, de forma a proporcionar uma análise posterior desses dados;
  - Fazer uso de comunicação sem fio para os sensores;
  - Criação de um recipiente adequado para a disposição do sistema;
  - Fazer o uso de vários sensores e válvulas para que haja a possibilidade de manejo de diferentes culturas de forma simultânea.
-

## REFERÊNCIAS

<https://www.cnabrazil.org.br/cna/panorama-do->

[agro#:~:text=Em%202019%2C%20a%20soma%20de,R%24%20494%2C8%20bilh%C3%B5es. Panorama do Agro](#)

Ferreira, Valber Mendes. Irrigação e Drenagem. Colégio Agrícola de Floriano, órgão vinculado a Universidade Federal do Piauí (UFPI). Piauí, 2011.

Frizzone, José Antônio. Os métodos de irrigação. Curso de Graduação em Engenharia Agrônômica – ESALQ/USP. Piracicaba – SP, 2017.

REIS, JÉSSICA SARTO DOS. SISTEMA DE CONTROLE APLICADO À AUTOMAÇÃO DE IRRIGAÇÃO AGRÍCOLA. Pg. 19. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Automação Industrial, da Coordenação do curso de Tecnologia em Automação Industrial - COAUT, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015.

MADALOSSO, EMANOELI. SISTEMA AUTOMATIZADO PARA IRRIGAÇÃO DE ESTUFAS. Pág. 11. Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso Superior de Engenharia de Computação do Departamento Acadêmico de Informática –DAINF – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, 2014.

MEDEIROS, PEDRO HENRIQUE SILVA. SISTEMA DE IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADO PARA PLANTAS CASEIRAS. Monografia apresentada ao curso Engenharia de Computação do Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas, da Universidade Federal de Ouro Preto, como requisito parcial para aprovação na Disciplina “Trabalho de Conclusão de Curso II”. Pág. 20. João Monlevade, 2018.

Eduardo. Sensor de umidade do solo: para que serve e como funciona. Disponível em: <<https://www.irrigat.com.br/sensor-de-umidade-do-solo-para-que-serve-e-como-funciona/>>. Acesso em: 12 de dezembro de 2019.

Oliveira, Andréa. Quais os métodos de irrigação mais comuns? Disponível em: <<https://www.cptsoftwares.com.br/quais-os-metodos-de-irrigacao-mais-comuns/>>. Acesso em: 12 de dezembro de 2019.

Pena, Rodolfo F. Alves. Agricultura no Brasil atual. Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/agricultura-no-brasil-atual.htm>>.

Acesso em: 10 de setembro de 2019.

Irrigação. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/ usos-da-água/irrigacao>>. Acesso em: 18 de setembro de 2019.

AGRICUTURA IRRIGADA. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/projetos-e-programas/agricultura-irrigada>. Acesso em: 18 de novembro de 2019.

Quase metade da água usada na agricultura é desperdiçada. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/noticias-antigas/quase-metade-da-a-gua-usada-na-agricultura-a-c.2019-03-15.2354987174>> em 18 de outubro de 2020.

Irrigação in Artigos de apoio Infopédia. Disponível em: <[https://www.infopedia.pt/apoio/artigos/\\$irrigacao](https://www.infopedia.pt/apoio/artigos/$irrigacao)>. Acesso em 18 de setembro de 2019.

Senar. Irrigação: gestão de sistemas por superfície. Coleção Senar, 2019.

Santos, Vitor. Os benefícios da irrigação automatizada para jardins. Disponível em: <<https://www.irrigacao.net/irrigacao-paisagismo/os-beneficios-da-irrigacao-automatizada-para-jardins/>>. Acesso em: 12 de dezembro de 2019.

Machado, Melicio. Vantagens da irrigação automatizada para áreas residenciais. Disponível em: <<https://blog.laredo.com.br/irrigacao-automatizada/>>. Acesso em: 12 de dezembro de 2019.

Teixeira, Silvana. Irrigação por superfície: entenda como ela funciona. Disponível em: <<https://www.cpt.com.br/dicas-cursos-cpt/irrigacao-por-superficie-entenda-como-ela-funciona>>. Acessado em 20 de novembro de 2019.

Stone, Luís Fernando. Irrigação por sulcos. Disponível em: <[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/feijao/arvore/CONTAG01\\_34\\_1311200215102.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/feijao/arvore/CONTAG01_34_1311200215102.html)>. Acesso em 12 de dezembro de 2019.

Soares, j. m. Sistema de irrigação por inundação. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/133402/sistema-de-irrigacao-por-inundacao>>. Acesso em: 20 de novembro de 2019.

Testezlef, Roberto. Irrigação Localizada. Disponível em: <[https://www.agro.ufg.br/up/68/o/10\\_aula\\_localiza.pdf](https://www.agro.ufg.br/up/68/o/10_aula_localiza.pdf)>. Acesso em: 20 de novembro de 2019.

Irrigação: Alternativas Atuais. Embrapa. Brasília, 1982.

História do arduino. Disponível em: <<https://honimec.webnode.com/historia-do-arduino/>>. Acesso em: 20 de novembro de 2019.

Multilogica-shop. Arduino guia iniciante. Open Source Hardware [www.multilogica-shop.com](http://www.multilogica-shop.com). Versão 1.0

Cristal Oscilador 16MHz. Disponível em: < <https://www.filipeflop.com/produto/cristal-oscilador-16mhz/>>. Acesso em: 12 de dezembro de 2019.

Arduino: Por dentro de alguns detalhes. Disponível em: <[ronteiratec.com/blog/arduino-por-dentro-de-alguns-detalhes/](http://ronteiratec.com/blog/arduino-por-dentro-de-alguns-detalhes/)>. Acesso em: 12 de dezembro de 2019.

Arduino: Introdução. Disponível em: <https://blognewage.blogspot.com/2014/02/arduino-introducao.html>. Acesso em: 13 de dezembro de 2019.

PROGRAMADOR ICSP - In Circuit Serial Programmer. Disponível em: <<http://www.hpspin.com.br/site1/circuitos/icsp/>>. Acesso em 13 de dezembro de 2019.

Oliveira, Cláudio Luís Vieira; Zanetti, Humberto Augusto Piovesana; Nabarro, Cristina Becker Matos; Gonçalves, Júlio Alberto Vansan. Aprenda Arduino Uma abordagem prática. Duque de Caixas: Katzen Editora, 2018.

Costa, Fabio. História do Arduino – como surgiu esta incrível plataforma de prototipagem eletrônica. Disponível em: <<https://eletronicapratica.com/historia-do-arduino/>> Acesso em: 13 de dezembro de 2019.

O que é Shield para Arduino. Disponível em: <<http://blog.novaeletronica.com.br/o-que-e-shield-para-arduino/>>. Acesso em: 13 de dezembro de 2019.

McRoberts, Michael. Arduino básico. São Paulo: Novatec Editora, 2011.

BARBOSA, JOSÉ WILIAN. SISTEMA DE IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADO UTILIZANDO PLATAFORMA ARDUINO. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, como requisito do Curso Bacharelado em Ciência da Computação. Assis, 2013.

Cardoso, Gabriel Greco de Guimarães; Sá, Marcelo Jhonata Sirqueira de; Silva, João Eduardo Pereira da;

Camargo, Nathielle. PLATAFORMA ARDUINO NA AUTOMAÇÃO DA IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO NO CULTIVO DA CANA-DE-AÇÚCAR. XXV CONIRD – Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem 08 a 13 de novembro de 2015, UFS - São Cristóvão/SE.

Gomes, Alan Sovano; Simarro, Américo Sousa; Brito, Leonardo Miranda de; Serra, Jhonathan Alexandre F M. SISTEMA AUTORREGULÁVEL PARA IRRIGAÇÃO DE PLANTACÕES DE PEQUENO PORTE (SAIP<sup>3</sup>). COBENGE 2016 XLIV CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA 27 a 30 de setembro de 2016 UFRN / ABENGE.

Pereira, Caroline da Costa; Meireles, Guilherme Carneiro de Souza, Santos, Rafaela Batista. SISTEMA DE IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADO UTILIZANDO ARDUINO UNO. INSTITUTO FEDERAL DA BAHIA - CAMPUS SIMÕES FILHO. Avenida Universitária, s/n, Pitanguinhas. Simões Filho – BA

Melo, Rodrigo Teixeira de. Sousa, José Vigno Moura. Saraiva, Aratã Andrade. Filho, Antonio de Macedo. Sistema automático de irrigação de baixo custo. Anais Eletrônico, IX Encontro Unificado de Computação, ENUCOMP 2016, (ISBN 978-85-8320-173-1), Teresina-PI, v. 01, n. 01, 2016.

Matias, Verônica de Paula; Matias, Gustavo Oliveira; Lacerda, Paloma Silva; Rocha, Paula de Paula; Nazaré, Tiago Bittencourt. Projeto de irrigação automática através da plataforma arduino. XI EEPA- XI ENCONTRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÕES AGROINDUSTRIAL.

Ramos, Camila de Paula; Galdino, Caroline Thaina; Oda, Edison Francisco Furusato; Corsi, Flávia Monique; Tomé, Jean Gustavo; Luz, Maria Júlia Marques; Rodrigues, Wesley Nalbert. SUMATO V-GARDEN - IRRIGAÇÃO INTELIGENTE DE HORTA EM PINHAIS – PR.

IFPR – Campus Pinhais

Souza, Fabio. Arduino UNO. Disponível em: <<https://www.embarcados.com.br/arduino-uno/>>. Acesso em: 13 de novembro de 2019.

Oliveira, Euler. Como usar com Arduino – Sensor de Temperatura TMP36. Disponível em: <<https://blogmasterwalkershop.com.br/arduino/como-usar-com-arduino-sensor-de-temperatura-tmp36/>>. Acesso em: 27 de novembro de 2019.

Módulo I2C - Primeiros Passos. Disponível em: <<https://www.robocore.net/tutorials/primeiros-passos-com-modulo-i2c/>>. Acesso em: 27 de novembro de 2019.

Ide arduino. Disponível em: <<https://www.hostgator.com.br/blog/o-que-e-arduino/><Sinésio Bittencourt,2017>. Acesso em: 03 de dezembro de 2019.

Souza, Fabio. Arduino UNO. Disponível em: <<https://www.embarcados.com.br/arduino-uno/>>. Acesso em 13 de dezembro de 2019.

Como utilizar a protoboard. Disponível em: <<https://www.robocore.net/tutoriais/como-utilizar-uma-protoboard/>>. Acesso em: 13 de dezembro de 2019.

Sensor de Umidade do Solo Higrômetro. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/produto/sensor-de-umidade-do-solo-higrometro/>>. Acesso em: 13 de dezembro de 2019.

Oliveira, Euler. Como usar com Arduino – Sensor de Temperatura TMP36. Disponível em: <<https://blogmasterwalkershop.com.br/arduino/como-usar-com-arduino-sensor-de-temperatura-tmp36/>>. Acesso em 13 de dezembro de 2019.

Oliveira, Euler. Como usar com Arduino – Sensor de Temperatura TMP36. Disponível em: <<https://blogmasterwalkershop.com.br/arduino/como-usar-com-arduino-sensor-detector-de-chuva/>>. Acesso em 13 de dezembro de 2019.

Silveira, Cristiano Bertulucci. Como Funciona a Válvula Solenóide e Quais São os Tipos Existentes? Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/valvula-solenoid/>>. Acesso em 13 de dezembro de 2019.

## ANEXOS

Para o funcionamento dos sensores e periféricos são utilizados os seguintes códigos:

Sensor de umidade do solo

Figura 42: Código Base para o funcionamento do sensor de umidade

```
//LEITURA DO SENSOR DE UMIDADE
lcd.setCursor(0, 0);
umidade = analogRead(A1);
umidade = map(umidade, 1023, 0, 0, 200);
lcd.print("Umidade em:");
lcd.print(umidade);
lcd.print(" %");
delay(1000);
lcd.clear();
```

Fonte: autora

O comando `lcd.setCursor` é responsável por posicionar o cursor na linha e coluna indicada no comando (0,0). A variável `umidade` é a responsável por armazenar as informações vindas do sensor de umidade que estará instalado no solo, o sensor fará a comunicação pela porta analógica A1 do arduino, e através das informações contidas na mesma o microcontrolador processará as informações e executará o que fora programado para fazer.

### 3.1.1.1 Sensores de chuva

Figura 43: Código base para o funcionamento do sensor de chuva

```
//LEITURA DO SENSOR DE CHUVA
if(digitalRead(pinChuva) == LOW){ //SE A LEITURA DO PINO FOR IGUAL A LOW, FAZ
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("ESTA CHOVENDO"); //ACENDE O LED
  delay(1000);
}else{ //SENÃO, FAZ
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("SEM CHUVA"); //APAGA O LED
  delay(1000);
  lcd.clear();
```

Fonte: autora

Para o sensor de chuva faz-se necessário utilizar os comandos de comparação `if` e `else`, pois o funcionamento do mesmo se dá de duas formas, ou estará chovendo ou não estará chovendo. A variável `pinChuva` é a responsável por receber os valores coletados através do

sensor, com as informações contidas em pinChuva o arduino processara as informações é executora o que fora programado.

### Sensores de Temperatura

Figura 44: Código base para o funcionamento do sensor de temperatura

```
//LEITURA DO SENSOR DE TEMPERATURA
temperatura = (analogRead(pinTemp) * 0.0048828125 * 100); //VARIÁVEL RECEBE A TEMPERATURA MEDIDA
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Temperatura = "); //IMPRIME O TEXTO NA SERIAL
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print(temperatura); //IMPRIME NA SERIAL A TEMPERATURA MEDIDA
lcd.println(" C"); //IMPRIME O TEXTO NA SERIAL
delay(1000); //INTERVALO DE 1 SEGUNDO (2000 MILISSEGUNDOS)
lcd.clear();
```

Fonte: autora

Para este será utilizado a variável pinTemp como sendo a responsável por ler as informações vindas do sensor, já a variável Temperatura receberá e armazenará os valores contidos em pinTemp. Através da variavam Temperatura o microcontrolador fara as operações necessárias.

### Programação por Tempo

Figura 45: código base para a implementação do relógio

```
void setup()
{
  //Aciona o relógio
  rtc.halt(false);

  //As linhas abaixo setam a data e hora do modulo
  //e podem ser comentada apos a primeira utilizacao
  rtc.setDOW(FRIDAY); //Define o dia da semana
  rtc.setTime(20, 37, 0); //Define o horario
  rtc.setDate(6, 6, 2014); //Define o dia, mes e ano

  //Definicoes do pino SQW/Out
  rtc.setSQWRate(SQW_RATE_1);
  rtc.enableSQW(true);

  Serial.begin(9600);
}
```

Fonte: filipeflop.como

O código acima serve como base para a programação do modulo rtc. O código está em uma versão mais completa mostrando também data e dia da semana. Mas somente a opção de hora será utilizado para o código principal.

