

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFACVEST  
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO  
ROBSON MARTINAZZO

**SIIDA**  
**SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR INUNDAÇÃO E DRENAGEM**  
**AUTOMATIZADO**

LAGES  
2016

ROBSON MARTINAZZO

**SIIDA**  
**SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR INUNDAÇÃO E DRENAGEM**  
**AUTOMATIZADO**

Projeto apresentado à Banca Examinadora do  
Trabalho de Conclusão de Curso II de Ciência da  
Computação para análise e aprovação.

LAGES  
2016

ROBSON MARTINAZZO

**SIIDA**  
**SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR INUNDAÇÃO E DRENAGEM**  
**AUTOMATIZADO**

Trabalho de Conclusão de Curso II de Ciência da Computação apresentado ao Centro Universitário UNIFACVEST como parte dos requisitos para obtenção do título de bacharel em Ciência da Computação.

Prof. João Francisco Frank Gil

Lages, SC \_\_\_/\_\_\_/2016. Nota \_\_\_\_\_

---

Coordenador do curso de graduação

LAGES  
2016

## RESUMO

Este trabalho evidencia um estudo e pesquisa sobre a irrigação por inundação e drenagem automatizado, as vantagens, práticas e a aplicação desse tipo de irrigação dentro de uma estufa. Neste projeto foi aplicado a pesquisa buscando entender e solucionar problemas em uma homogeneidade na irrigação e também a automação de processos, mas como principal intuito a economia de água potável.

Após o não consentimento para montar meu projeto em uma cultura, optou-se por apresentar uma maquete demonstrando como seria o sistema, mas o projeto não é uma maquete e sim um meio de economizar água potável na irrigação de culturas, uma das maiores formas de gasto de água no mundo.

A união de bombas e válvulas ligadas ao arduino, juntamente com sensores para obter parâmetros, automatizam de maneira homogênea e econômica a irrigação. Obtém-se resultados muito satisfatórios pois, utilizando esse método de irrigação consegue-se diminuir cerca de 50% do gasto de água potável e cerca de 75% do adubo utilizado naquela cultura.

**Palavras Chave:** *Irrigação por Inundação, Água, Tecnologias.*

## ABSTRACT

*The following work shows a study and research on automated flood irrigation and drainage, advantages and practical application of this type of irrigation within an oven. In this project will be applied to research seeking to understand and solve problems in a homogeneous irrigation and also the automation of processes, but as main purpose the economy of drinking water. In addition to making an analysis of the techniques and processes used today, thus having theoretical basis for developing new processes automatizados. Para achieve such goals were conducted literature searches in books, academic articles and research online. Crucial sector for the world food supply, irrigation is the input that more misses drinking water. The United Nations (ONU) in 2014 revealed that approximately 70% of all the water available in the world - it is no longer much - is used for irrigation. The new technologies mentioned in the work help to create a way to reduce water consumption in irrigation, through reuse and collection of rainwater. Based on bibliographic data can be analyzed and develop technology to really reduce this expenditure relevant to this non-renewable natural resource, the most precious human life.*

**Keywords:** *Flood irrigation, water, technologies.*

## RESUMEN

*El siguiente trabajo muestra un estudio y la investigación sobre riego automatizado inundaciones y drenaje, ventajas y aplicación práctica de este tipo de riego dentro de un horno. En este proyecto se aplicará a la investigación que buscan comprender y resolver problemas en un riego homogénea y también la automatización de procesos, sino como propósito principal la economía del agua potable. Además de hacer un análisis de las técnicas y procesos utilizados en la actualidad, por lo tanto tener bases teóricas para el desarrollo de nuevos procesos automatizados. Para lograr búsquedas bibliográficas se llevaron a cabo dichos objetivos en libros, artículos académicos y de investigación en línea. sector crucial para el suministro mundial de alimentos, el riego es la entrada que más se pierde el agua potable. Las Naciones Unidas (ONU) en 2014 reveló que aproximadamente el 70% de toda el agua disponible en el mundo - ya no es mucho - se utiliza para el riego. Las nuevas tecnologías mencionadas en la ayuda en el trabajo para crear una forma de reducir el consumo de agua en el riego, a través de la reutilización y la recogida de aguas pluviales. Sobre la base de los datos bibliográficos se pueden analizar y desarrollar tecnología para reducir este gasto realmente relevante a este recurso natural no renovable, la vida humana más precioso.*

**Palabras clave:** *riego de inundación, agua, tecnología.*

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1: O uso da água no mundo	12
Figura 2: Água do Planeta	13
Figura 3: Janela Arduino IDE	20
Figura 4: Começo da prototipagem	31
Figura 5: Válvula Solenoide de 12v	32
Figura 6: Válvula Solenoide de Baixa Pressão 3/4	32
Figura 7: Arduino UNO	33
Figura 8: Shield Ethernet W5100	33
Figura 9: Sensor de Umidade e Temperatura Dht22	34
Figura 10: Módulo Relé com 4 canais	34
Figura 11: Sensor de umidade do Solo	35
Figura 12: Diagrama de Caso de Uso	36
Figura 13: Diagrama de Atividades	37
Figura 14: Diagrama de Sequencia	38

## **LISTA DE SIGLAS**

ANA – Agência Nacional de Águas

CAV – Centro de AgroVeterinárias

CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos

CNA – Confederação da Agricultura e Pecuária

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDE – Ambiente de Desenvolvimento Integrado

ONU – Organização das Nações Unidas

UDESC – Universidade do Estado de Santa Catarina

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Relação dos vinte primeiros países com maiores áreas irrigadas no mundo. _____	22
Quadro 2: Cronograma do TCC II _____	40

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

A esta universidade, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a janela que hoje vislumbro um horizonte superior, eivado pela acendrada confiança no mérito e ética aqui presentes.

Ao meu orientador João Francisco Frank Gil, pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções e incentivos.

Aos meus pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

Há minha namorada, pelo amor, incentivo e apoio que me deram forças para seguir no meu objetivo sem desistência.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
1.1	JUSTIFICATIVA.....	16
1.2	IMPORTÂNCIA.....	17
1.3	OBJETIVOS DO PROJETO .....	17
	1.3.1 <i>Objetivos Gerais</i> .....	17
	1.3.2 <i>Objetivos Específico</i> .....	17
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRAFICA .....</b>	<b>17</b>
2.1	ÁGUA .....	18
	2.1.1 A Água em Nosso Planeta.....	18
	2.1.2 Água para Irrigação .....	20
	2.1.3 Principais tipos de Irrigação .....	22
	2.1.1.1 Irrigação por Aspersão.....	23
	2.1.1.2 Irrigação Localizada .....	23
	2.1.1.3 Irrigação por Subirrigação.....	24
	2.1.1.4 Irrigação por Superfície.....	24
2.2	FERRAMENTAS A SEREM USADAS .....	25
	2.2.1 Plataforma.....	25
	2.2.2 Sistemas Embarcados .....	25
	2.2.3 Ferramentas de desenvolvimento.....	26
	2.2.3.1 A plataforma Arduino IDE.....	26
	2.2.3.2 Linguagem de desenvolvimento C++.....	27
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>27</b>
3.1	DOCUMENTAÇÃO.....	28
3.2	NATUREZA DA PESQUISA .....	28
3.3	TIPO DA PESQUISA .....	29
3.4	TÉCNICAS DE PESQUISA .....	29
3.5	COLETA DE DADOS .....	30
<b>4</b>	<b>PRÉ-PROJETO.....</b>	<b>31</b>
4.1	HARDWARE .....	31
4.2	FERRAMENTAS A SEREM USADOS NO PROJETO .....	31
4.3	POSSÍVEIS COMPONENTES .....	32
4.4	DIAGRAMA DE CASO DE USO.....	37
4.5	DIAGRAMA DE ATIVIDADES.....	38
4.6	DIAGRAMA SEQUENCIAL .....	40
<b>5</b>	<b>TRABALHOS CORRELATOS .....</b>	<b>41</b>
<b>6</b>	<b>CRONOGRAMA.....</b>	<b>42</b>
<b>7</b>	<b>POSSÍVEIS RESULTADOS .....</b>	<b>43</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>44</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A deterioração do meio ambiente e dos recursos naturais é iminente com essa enorme evolução tecnológica que surgiu nesse século. A irrigação em plantações é um ponto a ser analisado, devido ao grande gasto de água potável utilizado para essa prática.

Em 1950, a população mundial era de 2,5 bilhões de habitantes, no ano de 2000 houve um salto para 6,1 bilhões e projeções indicam um crescimento para 2050 de 8,9 bilhões de habitantes. Onde encontrar alimento e água para esse grande salto na população mundial? (ALMEIDA; ANDREOLI; IHLENFELD, 2002).

Ao longo dos anos a falta d'água vem sendo cada vez mais um tema alarmante para toda a população. Tendo por base o Brasil quantas vezes vemos nos telejornais enchentes, e no ano que se passou (2015), a falta d'água na Cantareira foi um caso que assustou à muitos, fonte até de manchetes internacionais.

Segundo dados da Organização das Nações Unidas (ONU - 2012), apontam que a produção agrícola, especialmente quando envolve o sistema de irrigação, é o setor que mais consome água no mundo. O organismo internacional ainda mostra que só a irrigação gasta algo em torno de 70% de toda a água disponível no planeta. No Brasil, este índice chegaria a 72%, e quase nada é reaproveitado.

Atualmente a demanda de alimentos, por conta do alto crescimento populacional, vem tendo um acréscimo ano após ano, e com isso o gasto com irrigação também teve seu aumento. Por embasamento no conhecimento que a água é um recurso natural não renovável e temos que adotar medidas, o hábito de preservar e economiza-la o máximo possível.

Por meio deste estudo contata-se que é possível ter uma redução no gasto de água potável na irrigação de culturas, na verdade até ter um aumento na produtividade e reduzir gastos.

### *1.1 Justificativa*

Este estudo justifica-se pelo fato de estarmos entrando em uma crise hídrica muito séria, e pensou se em tomar medidas drásticas à curto prazo para esta situação não tomar um rumo irreversível. O intuito desse projeto é fazer um reaproveitamento da água, captação de água da

chuva, vinda das calhas da própria estufa e também utilizar o sistema de irrigação por inundação e drenagem onde economiza-se tanto a água quanto o adubo do solo onde está a cultura.

### ***1.2 Importância***

Com esse projeto será possível atingir um nível de qualidade na irrigação de culturas, uma homogeneidade assim como diminuir custos, tanto na mão de obra, quanto em equipamentos hidráulicos para obter o mesmo resultado.

Sendo um curso de tecnologia, sentiu – se a necessidade de desenvolver algo inovador, algo diferente, algo de um cientista da computação, atribuindo um valor ecologicamente correto, útil e agradável onde há uma preocupação como o meio ambiente em que vivemos.

### ***1.3 Objetivos do Projeto***

#### ***1.3.1 Objetivos Gerais***

Este projeto tem por objetivo fazer o controle de irrigação por inundação e drenagem, utilizando-se por meio de parâmetros obtidos por meio de sensores alocados na plantação.

Seu intuito é de fazer uma diminuição drástica no gasto de água potável para irrigação de culturas. Será possível fazer um reaproveitamento da água já utilizada para a irrigação e também a captura da água da chuva, por meio das calhas da própria estufa.

#### ***1.3.2 Objetivos Específico***

Conforme os objetivos gerais, foram traçados os seguintes objetivos específicos:

- a) Realizar tarefas programadas em um sistema embarcado, para um objetivo específico.
- b) Garantir maior homogeneidade na irrigação.
- c) Controlar a temperatura da estufa.
- d) Geração de relatórios de temperatura e humidade do local, assim como quantas vezes foram necessárias o acionamento do dispositivo.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA**

## 2.1 Água

### 2.1.1 A Água em Nosso Planeta

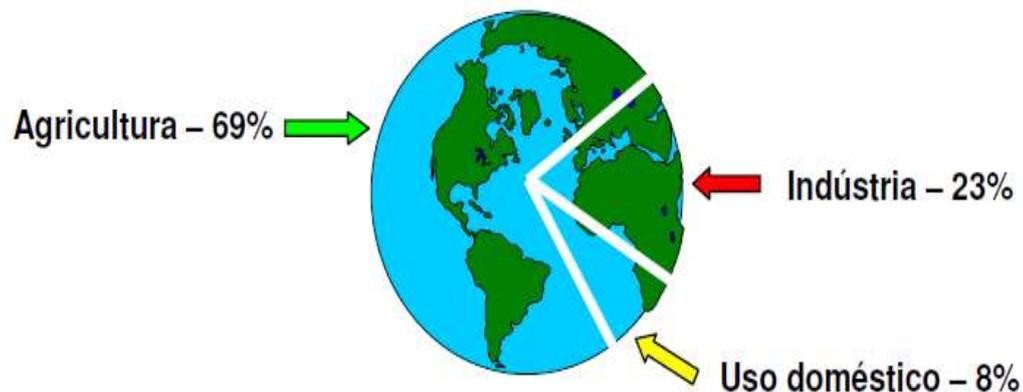
A água é a substância simples mais abundante no planeta Terra e pode ser encontrada tanto no estado líquido, gasoso ou sólido, na atmosfera, sobre ou sob a superfície terrestre, nos oceanos, mares, rios e lagos. Também o constituinte inorgânico mais presente na matéria viva: cerca de 60% do peso do homem é constituído de água e em certos animais aquáticos esta porcentagem alcança 98% (SPERLING, 1996, p. 12).

Mas a água também está presente em rios, represas, em bolsões de água no subterrâneo e nos seres vivos. Como essa água possui um menor número de sais comparada com a água do mar, ela é chamada de água doce. A água doce representa cerca de 2,6 % do total do planeta.

O Relatório da Organização das Nações Unidas (ONU) faz um alerta mundial: em 28 anos, a falta de água atingirá dois terços da população mundial.

A utilização da água em países que estão em desenvolvimento é de aproximadamente 82 % na agricultura, 10 % na indústria e 8 % no uso doméstico. Já em países desenvolvidos sua utilização é de aproximadamente 30 % na agricultura, 55 % na indústria e 11 % nas residências. Com esses dados temos em média 69 % na agricultura, 23 % na indústria e 8 % no uso domiciliar (figura 1).

Figura 1 – Uso da água no mundo.

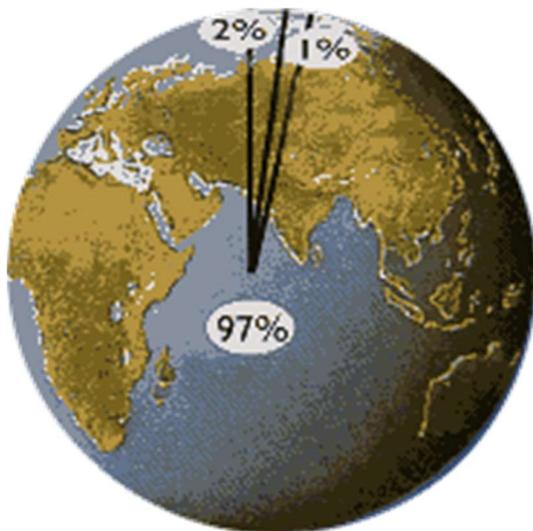


Fonte: WWF (1998).

De acordo com informações divulgadas pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) “o total de água globalmente retirada de rios, aquíferos e outras fontes aumentou nove vezes, enquanto o uso de água por pessoa dobrou e a população cresceu três

vezes. Em 1950, as reservas mundiais representavam 16,8 mil metros cúbicos por pessoa, atualmente essa reserva reduziu-se para 7,3 mil metros cúbicos por pessoa e espera-se que venha a se reduzir para 4,8 mil metros cúbicos por pessoa nos próximos 25 anos”. (ELSEVIER, 2010).

Figura 2: Água do Planeta.



**Oceanos e mares - 97%**

**Geleiras inacessíveis - 2%**

**Rios, lagos e fontes subterrâneas - 1%**

Fonte: <http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Agua/>

Conforme análises feitas nos últimos relatórios da ONU, o consumo mundial de água tem crescido duas vezes mais em relação ao aumento populacional. E a tendência é que este gasto suba em até 50% até 2025 nos países em desenvolvimento; e em 18% nas nações desenvolvidas. Previsões realizadas pelo órgão estimam aproximadamente 2 milhões de pessoas vão viver em regiões com absoluta escassez de água daqui a 11 anos.

“Há um consenso internacional de que a água e o saneamento são essenciais para a realização dos objetivos de desenvolvimento sustentável. Eles estão intrinsecamente ligados às alterações climáticas, agricultura, segurança alimentar, saúde, energia, igualdade, gênero e educação”, disse Michel Jarraud, Presidente da UN-Water e Secretário Geral da Organização Meteorológica Mundial.

Em abril de 2014, a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA) assinou um termo de cooperação técnica com a Agência Nacional de Águas (ANA), com o objetivo de promover a conservação de solos e o uso racional da água na zona rural. De acordo com a Agência, a irrigação é a maior usuária de água no Brasil, com uma área irrigável de aproximadamente 30 milhões de hectares.

Representando a ANA no Acordo, o diretor-presidente Vicente Andreu destacou a importância da parceria entre as instituições para a expansão da agricultura no País. “Ao fazermos essa assinatura, temos uma grande possibilidade da abertura de outras frentes de cooperação visando ao aproveitamento adequado dos recursos hídricos brasileiros para que a agricultura possa ser cada vez mais pujante”, afirma o dirigente.

### ***2.1.2 Água para Irrigação***

Há uma diferença entre a água utilizada para a irrigação da água utilizada para o uso doméstico. A utilização da água para a irrigação não tem um padrão de qualidade a ser seguido, isso porque para o cultivo de culturas em especial dependem de muitos outros fatores além dos nutrientes obtidos na irrigação.

Segundo Richter (2009, pg. 29), as propriedades do solo, o clima, o tipo de cultura, o método de irrigação, as condições legais de drenagem e os métodos de orientação da cultura a serem utilizados são igualmente significativos. Esses últimos fatores são tão importantes quanto as condições locais específicas sob as quais são utilizadas e não podem ser ignoradas.

Seu tipo de cultura ou solo não irão reagir diretamente a irrigação feita, mas a solução de solo resultante é a mesma. A irrigação aplicada a um determinado campo, estará sujeita a ter variações, a evaporar e também a uma conseqüentemente concentração.

Ao ser absorvida a água pelo solo, ela pode:

- I. Ser utilizadas e aplicada pelas plantas;
- II. Retornar à superfície por meio capilar e sofrer a evaporação;
- III. Pode ser estocada no solo;
- IV. Absorver-se abaixo do solo;

A água que permanece no solo é chamada de solução do solo ou unidade do solo. São poucas plantas que necessitam de uma grande quantidade de sais, assim a quantidade de sais na água é aumentada gradativamente a cada irrigação efetuada, a não ser que esses sais possam ser removidos.

De acordo com Richter (2015, pg. 30), o aumento da salinidade do solo, existe dois fatores importantes:

- a) Uma certa quantidade de água de irrigação aplicada se infiltrará através do solo e deste modo a maioria dos sais são removidos do solo por este processo. Esta água infiltrada atinge e eleva o nível do lençol de água, no devido tempo.

Se esta ação não for controlada, o nível da água subterrânea pode eventualmente atingir a superfície. A parte superior da água subterrânea em si própria ficará sujeita a evapotranspiração, pela capilaridade e sais adicionados serão acrescidos à zona do solo.

- b) A irrigação é usualmente praticada em áreas em que a água é deficiente. Quando a água é escassa, ela é utilizada repetidamente, a água que é drenada através do solo pode reaparecer na superfície de terra baixa e se tornar novamente disponível para irrigação, ou pode ser interceptada por um poço e utilizada novamente. Uma situação similar pode ocorrer várias vezes em terras mais baixas ainda. Cada vez que a água é utilizada a evapotranspiração concentra mais sais em água remanescente. Tais ciclos contínuos de utilização e reutilização degradam a água e contribuem com sais para o solo.

De acordo com BOS & NUGTEREM (1990) o movimento da água em um sistema de irrigação a partir da fonte de suprimento até a planta pode ser dividido em três operações independentes: condução, distribuição e aplicação da água na lavoura. As eficiências do uso da água em cada umas dessas operações podem ser definidas como:

**a) Eficiência de Condução (*Ec*)**

É a eficiência do deslocamento de água pelos canais e condutores a partir dos reservatórios, diversão de rios, estações de bombeamento até atingir o sistema de distribuição na lavoura.

**b) Eficiência de Distribuição (*Ed*)**

É a eficiência da distribuição da água pelas redes de canais e distribuidores para as diferentes parcelas individuais.

**c) Eficiência de aplicação na lavoura (*Ea*)**

É a relação entre a quantidade de água fornecida na entrada da lavoura e a quantidade de água necessária e disponível para atender a evapotranspiração da cultura durante o ciclo. A avaliação da eficiência de aplicação necessita o monitoramento do volume de água liberado para cada parcela.

#### d) Eficiência de unidade terciária (*Eu*)

É a eficiência combinada do sistema de distribuição de água e o processo de aplicação em outras palavras é a eficiência com a qual a água é distribuída e consumida dentro da unidade terciária.

**Quadro 1.** Relação dos vinte primeiros países com maiores áreas irrigadas no mundo.

País	Área (1000 ha)	País	Área (1000 ha)	País	Área (1000 ha)
China	52.800	Uzbequistão	4.281	Itália	2.698
Estados Unidos	21.400	Turquia	4.200	Japão	2.679
Irã	7.562	Bangladesh	3.844	<b>Brasil (17º)</b>	<b>2.656</b>
México	6.500	Espanha	3.640	Ucrânia	2.454
Indonésia	4.815	Iraque	3.525	Austrália	2.400
Tailândia	4.749	Egito	3.300	Afeganistão	2.386
Federação Russa	4.663	Romênia	2.880	Mundo	271.432

Fonte: FAO (2000), dados referentes ao ano de 1998.

Constatamos no quadro 1, uma relação dos vinte primeiros países com maiores áreas irrigadas no mundo. Como podemos ver o Brasil está na 17º posição, mas nem por isso há motivos para gastos desnecessários do nosso bem maior, à água.

Veremos no item a seguir alguns dos principais tipos de irrigação de culturas.

#### 2.1.3 Principais tipos de Irrigação

O método de irrigação é a maneira em que a água é aplicada em plantações. Basicamente, são quatro principais métodos: Aspersão, localizada, subirrigação e a de superfície. Em cada método pode ser subdividido em dois ou mais sistemas a serem empregados.

### **2.1.1.1 Irrigação por Aspersão**

O método de irrigação por Aspersão é aplicado por meio de jatos de água lançados no ar, e caem sobre a cultura em forma de chuva.

Principais vantagens:

- a. Se adapta facilmente a diversas culturas e topologia do solo;
- b. Pode ser totalmente automatizada;
- c. Alguns sistemas poder ser transportados à outras áreas;

Principais limitações:

- a. Custos na instalação e operação mais elevados que por superfície;
- b. Pode sofrer influência por vento e umidade relativa;
- c. Se utilizado água salina para a irrigação, reduz vida útil do equipamento;
- d. Favorece o aparecimento de doenças em algumas culturas e interferir no tratamento;

Segundo o Censo Agropecuário do IBGE (2006), a agricultura irrigada está implantada em apenas 6,3% dos estabelecimentos agrícolas brasileiros, sendo que 18% utilizam o pivô central e 35% outros métodos de aspersão. Por outro lado, os Estados Unidos apresentam 37% das áreas agrícolas irrigadas, sendo 50% por meio da aspersão, realizada principalmente por pivô central, segundo o Serviço Geológico dos Estados Unidos (U. S. GEOLOGICAL SURVEY'S, 2011).

### **2.1.1.2 Irrigação Localizada**

O método de irrigação localizada utiliza-se por meio de uma irrigação localizada, sendo empregando emissores localizados na cultura (gotejamento). A proporção da área molhada varia de 20 a 80% da área total, o que pode resultar em economia de água. O teor de umidade do solo pode ser mantido alto através de irrigações frequentes e em pequenas quantidades, beneficiando culturas que respondem a essa condição. O custo inicial é relativamente alto, sendo recomendado para culturas de elevado valor econômico e maior espaçamento entre fileiras de plantas (ANDRADE & BRITO, 2006).

Os principais sistemas de irrigação localizada são: gotejamento, micro aspersão e subsuperficiais. Atualmente estão sendo testados sistemas de gotejamento tipo ultra baixo volume, nos quais de 16 a 32 ciclos de irrigação são aplicados ao dia.

Este sistema aplica água em apenas parte da área, reduzindo, assim, a superfície do solo que fica molhada, exposta às perdas por evaporação. Com isso, a eficiência de aplicação é bem maior e o consumo de água menor. A irrigação localizada é usada, em geral, sob a forma de sistema fixo, ou seja, o sistema é constituído de tantas linhas laterais quantas forem necessárias para suprir toda a área, isto é, não há movimentação das linhas laterais. Porém, somente determinado número de linhas laterais deve funcionar por vez, a fim de minimizar a capacidade do cabeçal de controle (BERNARDO, 2002).

### **2.1.1.3 Irrigação por Subirrigação**

O método de subirrigação trata-se de deixar o lençol freático a uma profundidade capaz de permitir um fluxo de água adequado as raízes da cultura.

Essa tecnologia apresenta vantagens em comparação com outros sistemas de irrigação: aumento da produção por unidade de área (ROUPHAEL et al., 2006), maior uniformidade de produção (BIERNBAUM, 1990), redução no período de crescimento (PENNISI et al., 2005), eliminação da perda de água e nutrientes por lixiviação no solo (DUMROESE et al., 2006), possibilidade de aplicação de pesticidas e estimuladores de crescimento vegetal, redução da quantidade de água aplicada (JAMES & VAN IERSEL, 2001), redução dos custos de mão-de-obra e possibilidade de automação de todas as etapas. Por outro lado, pode apresentar alguns inconvenientes para o produtor, como: alta concentração de sais nas camadas superiores do substrato (ROUPHAEL et al., 2006), alto custo para implantação e manutenção (DUMROESE et al., 2006) e aumento do risco de disseminação de patógenos.

### **2.1.1.4 Irrigação por Superfície**

A irrigação por superfície é o método mais antigo e o mais utilizado em todo o mundo. De acordo com Cuenca (1989), a história da irrigação começa com a aplicação de água ao solo utilizando-se a sua superfície para o escoamento por gravidade. Conforme Walker e Skogerboe (1987), a civilização da antiga mesopotâmia prosperou entre os vales dos rios tigris e eufrates, há mais de 6000 anos, utilizando, embora de forma rudimentar, o método de irrigação por superfície.

De acordo com Walker (1989), dentre os componentes de um sistema de irrigação por superfície, destacam-se as fontes hídricas, as estruturas de condução, de medição, de controle e

de derivação da água, as parcelas irrigadas e as estruturas de drenagem do excesso de água.

## **2.2 FERRAMENTAS A SEREM USADAS**

### **2.2.1 Plataforma**

A Motorola possui uma das melhores definições para plataforma:

*“Plataforma é um conjunto de ativos que podem ser usados para alavancar o reuso e o rápido desenvolvimento de novos produtos.*

*No mínimo, ela define o ambiente operacional, a arquitetura em alto nível de todos os produtos desenvolvidos com base nesta plataforma, e um conjunto de políticas de desenvolvimento para aperfeiçoar a plataforma e o desenvolvimento de produtos”.*

O projeto será desenvolvido para um sistema embarcado, no qual foi escrito em Linguagem de programação C++, no Arduino IDE. O sistema será executado pelo Arduino UNO.

### **2.2.2 Sistemas Embarcados**

Houve muito interesse em tecnologia da informação na última década, mas pouca pesquisa tem sido concentrada em reengenharia de produtos físicos, responsável por incorporar sensores simples em microprocessadores embarcados complexos e sistemas de software (tecnologia embarcada da informação) em produtos. Porém, com a competitividade em muitos setores, tem havido um crescente foco em tecnologia embarcada da informação (KONANA, 2007).

Sistemas embarcados estão relacionados ao uso de hardware (eletrônica) e software (instruções) incorporados em um dispositivo com um objetivo pré-definido. A diferença entre um sistema embarcado e um computador de propósito geral está justamente na objetividade. Computadores, notebooks e afins são máquinas multi objetivo, ou seja, foram criadas e dimensionadas para atuar num domínio de funções muito grande. Já os sistemas embarcados ou SEs possuem dimensionamento de recursos direcionado a um domínio de objetivos bem menor, ou mesmo singular.

### 2.2.3 Ferramentas de desenvolvimento

O desenvolvimento de software é uma das áreas que mais recursos livres possui, frameworks multiplataforma, IDE's livres de alta qualidade, bancos de dados, entre outros.

Para o desenvolvimento do sistema será usada a plataforma Arduino IDE. Veremos a seguir um breve apanhado sobre a plataforma Arduino IDE.

#### 2.2.3.1 A plataforma Arduino IDE

O site da plataforma Arduino o define como:

“O Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica *open-source* que se baseia em hardware e software flexíveis e fáceis de usar. É destinado a artistas, designers, hobbistas e qualquer pessoa interessada em criar objetos ou ambientes interativos.

O Arduino é uma plataforma de prototipagem de hardware eletrônica, que foi criada em 2005 na cidade de Ivrea, na Itália, com intuito de ensinar Design de Interação, uma disciplina que adota como principal metodologia a prototipação. Desde sua criação o Arduino já vendeu mais de 150.000 placas oficiais e estima-se que o número de placa- clones (não oficiais) vendidas, seja por volta de 500 mil em todo mundo (MCROBERTS, 2011).

O Arduino é formado por dois componentes principais: *Hardware* e *Software*. O *hardware* é composto por uma placa de prototipagem na qual são construídos os projetos. O *software* é uma IDE, que é executado em um computador onde é feita a programação, conhecida como *sketch*, na qual será feita *upload* para a placa de prototipagem Arduino, através de uma comunicação serial. O *sketch* feito pelo projetista dirá à placa o que deve ser executado durante o seu funcionamento (EMBARCADOS, 2013).

Figura 3: Janela Arduino IDE



Fonte: Adaptado de Arduino IDE.

### 2.2.3.2 Linguagem de desenvolvimento C++

A linguagem C++ foi desenvolvida inicialmente por Bjarne Stroustrup na AT&T, de 1979 a 1983, à partir da linguagem C, tendo como ideia principal a de agregar o conceito de classes e a orientação à objetos. Razão porque inicialmente chamava-se de “C com classes”. Bjarne procurou tanto quanto possível manter a descendência com o C, de modo que programas em C pudessem ser compilados por um compilador C++ com um mínimo de alterações no código.

A linguagem C é uma linguagem de propósito geral, o que quer dizer que se adapta a praticamente qualquer tipo de projeto, altamente portátil e extremamente rápida em tempo de execução. A linguagem C++ é uma evolução da linguagem C que incorpora orientação a objetos. Linguagens como Java e C# foram influenciadas pela linguagem C.

Segundo SNAITH o C++ poderá ser utilizado para escrever qualquer aplicação em qualquer tipo de computador contanto que você tenha o compilador correto para essa máquina.

A programação baseada em objetos é legal, assim como é altamente eficiente e uma vez aprendida, fácil de usar. Contrária à crença popular, a maioria dos programadores não escreve novos programas de computador. Grande parte do tempo é gasta atualizando antigas versões de programas para satisfazerem as exigências dos novos usuários

## 3 METODOLOGIA

Neste item veremos a metodologia aplicada no desenvolvimento da pesquisa.

### ***3.1 Documentação***

Se for uma pesquisa encomendada, é imperiosa a apresentação do projeto de acordo com as diretrizes pré-definidas para a sua avaliação, onde serão considerados como elementos fundamentais a:

(...)clareza, a organização, em termos de lógica e fácil compreensão, total atendimento das especificações da solicitação de proposta, incluindo orçamento e programação, estilo de redação apropriado e submissão dentro do prazo da solicitação de proposta (COOPER e SCHINDLER, 2003:101).

Em pesquisa bibliográfica, a documentação é a coleção de textos com objetivo de explicar, ou para a demonstrar o problema escolhido pelo pesquisador. Este projeto de início foi feito uma pesquisa prévia, na busca de materiais que pudessem contribuir para a resolução do problema em questão, de forma criteriosa e seletiva (RUIZ 2002).

### ***3.2 Natureza da pesquisa***

O presente trabalho apresenta suas informações por meio de pesquisa de caráter exploratório e qualitativa.

Uma pesquisa exploratória consiste em familiarizar-se com um determinado assunto, o qual ainda não se tenha muito conhecimento e seja pouco explorado. Ao término de uma pesquisa exploratória, deve-se estar a par do assunto estudado, e apto a construir hipóteses. Por ser de modo exploratório o resultado da pesquisa depende muito da intuição do explorador (GIL 2008).

A pesquisa qualitativa está mais relacionada no levantamento de dados sobre as motivações de um grupo, em compreender e interpretar determinados comportamentos, a opinião e as expectativas dos indivíduos de uma população. É exploratória, portanto não tem o intuito de obter números como resultados, que possam nos indicar o caminho para tomada de decisão correta sobre uma questão-problema.

### ***3.3 Tipo da pesquisa***

A pesquisa aqui se define como bibliográfica e qualitativa, por ser utilizada na busca de justificar os objetivos e inovações descritos no projeto.

A pesquisa bibliográfica abrange toda bibliografia pública disponível que tenha relação ao tema estudado, estando contida em diversos meios, desde publicações, boletins, revistas, livros, jornais, monografias, pesquisas, teses, até meios de comunicações orais como, rádio, filmes, televisão, gravações, entre outras mídias. Seu objetivo é que o pesquisador tenha um contato direto com todo material que tenha sobre um determinado assunto (MARCONI; LAKATOS 2007).

A pesquisa qualitativa não se preocupa com representatividade numérica, mas, sim, com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização, etc. Os pesquisadores que adotam a abordagem qualitativa opõem-se ao pressuposto que defende um modelo único de pesquisa para todas as ciências, já que as ciências sociais têm sua especificidade, o que pressupõe uma metodologia própria. (GOLDENBERG, 1997, p. 34).

### ***3.4 Técnicas de pesquisa***

Para realização de uma pesquisa é necessário fazer uma mistura entre os dados, as evidências, as informações e o conhecimento teórico adquirido sobre um determinado assunto, deve-se construir uma porção do saber. O conhecimento acumulado não é só resultado das atividades investigativa do pesquisador, mas é também uma continuação do que já foi elaborado e sistematizado por quem já trabalhou o assunto anteriormente (LUDKE, ANDRÉ 1986).

A característica essencial do método científico é a investigação organizada, o controle rigoroso das observações e a utilização de conhecimentos teóricos.

LAKATOS e MARCONI (1991) apresentam-nos ainda as seguintes técnicas, que compõem a observação direta extensiva:

- a) Questionário: uma série de perguntas que devem ser respondidas por escrito, sem a presença do pesquisador.
- b) Formulário: é um roteiro de perguntas enunciadas pelo entrevistador e preenchidas por ele com as respostas do pesquisado.
- c) Medidas de opinião e de atitudes: é um instrumento de padronização que visa a assegurar a equivalência de diferentes opiniões e atitudes, com a finalidade de compará-las.

d) Testes: são instrumentos utilizados com a finalidade de obter dados que permitam medir o rendimento, a frequência, a capacidade ou o comportamento de indivíduos, de forma quantitativa.

e) Sociometria: é uma técnica quantitativa que procura explicar as relações pessoais entre indivíduos de um grupo.

f) Análise de conteúdo: técnica que permite a descrição sistemática, objetiva e quantitativa do conteúdo da comunicação.

g) História da vida: tenta obter dados relativos à experiência pessoal de alguém que tenha significado importante para o conhecimento do objeto de estudo.

h) Pesquisa de mercado: visa obtenção de informações sobre o mercado, para ajudar o processo decisivo nas empresas.

### ***3.5 Coleta de dados***

Os estudos de caso, em que qualificam em múltiplas formas de execução, seguem esta sequência genérica. Definido o problema e feita opção pela formatação de caso, delimita-se o caso ou o conjunto de unidades tratadas como caso. Em seguida, coletam informações por meio de pesquisas qualitativas (análises documentais, observações participantes, entrevistas, histórias de vida, entre outras) e separa-se elementos para serem objeto de tratamento qualitativo. Com base nos achados emergentes destes recortes, organizam-se as considerações finais da pesquisa e redige-se um relato de pesquisa.

O estudo de caso que, segundo Lüdke e André (1986, p. 17), vai estudar um único caso. O estudo de caso deve ser aplicado quando o pesquisador tiver o interesse em pesquisar uma situação singular, particular. As autoras ainda nos elucidam que “o caso é sempre bem delimitado, devendo ter seus contornos claramente definidos no desenvolver do estudo”.

Para a coleta das informações sobre a viabilidade, e tópicos importantes a serem abordados nesse projeto, foi aplicado na pesquisa a técnica de pesquisa exploratória, na qual em sentido amplo, na obtenção de informações de caráter teórico em fontes bibliográficas preferencialmente originais, como livros, revistas, jornais e documentos específicos, com o propósito de compará-los, identificando semelhanças e diferenças conforme o tema escolhido.

## 4 PROJETO

### 4.1 *Hardware*

Para o desenvolvimento deste projeto, será utilizado do sistema embarcado Arduino, sendo dividido em três etapas: compra do material, montagem maquete e programação do microcontrolador.

Na primeira etapa será feito a compra do material. Materiais a serem adquiridos para o desenvolvimento desse projeto:

- a. Kit Arduino UNO;
- b. Bomba de água de aquário;
- c. Sensor de Umidade e Temperatura;
- d. Caixas plásticas, para serem utilizadas como caixas d'água.
- e. Mangueiras, toda a parte de hidráulica;
- f. Válvula solenóide para baixa pressão;

Na segunda etapa será feita toda a parte de montagem, onde isso engloba toda a montagem do Arduino e seus periféricos, a montagem da própria maquete, que fica em torno da montagem da base, as caixas d'água e a parte da estufa em miniatura.

E por último fica a parte de programação no Microcontrolador, que será feita na linguagem de programação C++, utilizando-se da plataforma de programação Arduino IDE.

### 4.2 *Ferramentas utilizadas no projeto*

Para o desenvolvimento do projeto foi utilizado a plataforma de desenvolvimento Arduino IDE, descrito no item 2.2.3.2 deste trabalho. O *Software* foi salvo no microcontrolador Arduino UNO.

Após concluído o primeiro software de testes, partiu-se então para a prototipagem para testar os sensores antes de fixa-los na maquete. Esta parte é muito importante, pois com testes assim evita-se fazer um retrabalho, caso algum dos sensores, bombas ou válvulas estejam com algum tipo de defeito.

A figura 4 apresenta o primeiro teste feito com o sensor de umidade do solo, ainda fora da maquete, em prototipagem com a protoboard. Primeiro teste ocorreu tudo dentro do previsto.

Figura 4: Começo da prototipagem



Fonte Própria

Segundo teste foi feito com a válvula solenoide de 12v como mostrado na figura 5 no capítulo 4.3 deste projeto.

Utilizando esta válvula obteve-se um resultado negativo, como se trata de uma maquete de apresentação, não tinha pressão de água no encanamento, assim a válvula não tinha seu desempenho perfeito, ocasionando um longa espera para o escoamento do reservatório principal.

Como o resultado era insatisfatório optou-se por fazer a troca da válvula solenóide. A troca foi feita por outra válvula solenoide mas para baixa pressão, descrito na figura 6 no capítulo 4.3 deste projeto. Com a instalação da nova válvula, obteve-se o resultado previamente esperado, com o escoamento perfeito e rápido.

### ***4.3 Componentes***

A seguir veremos a apresentação dos principais componentes utilizados nesse projeto. Para um melhor entendimento de como foi feito a ligação dos componentes, o diagrama de interligação por fios do projeto está disponível no apêndice A.

Figura 5: Válvula Solenoide de 12v



Fonte: Autor Próprio

A figura 5 demonstra a válvula solenoide de 12v utilizada para testes, mas sem sucesso, na qual fora substituída pela solenoide de baixa pressão, representada na figura 6.

Figura 6: Válvula Solenoide de Baixa Pressão 3/4



Fonte: Autor Próprio

Na figura 7 está representado o arduino Uno, o principal componente do projeto, o responsável por controlar toda a irrigação, bombas, válvulas e sensores.

Figura 7: Arduino UNO

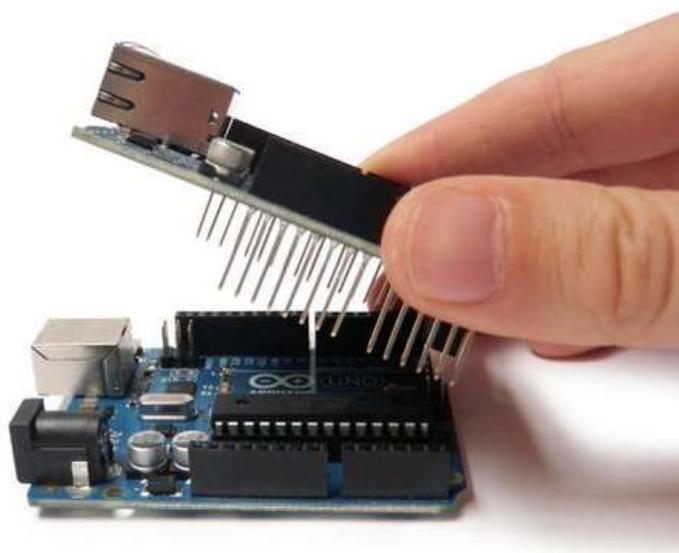


Fonte: <https://www.arduino.cc/en/Guide/MacOSX>

Será responsável por toda a parte de processamento de comandos a serem desenvolvidos por periféricos conectados ao microcontrolador. Ele receberá os dados dos sensores e com isso executará comandos pré-definidos em programação.

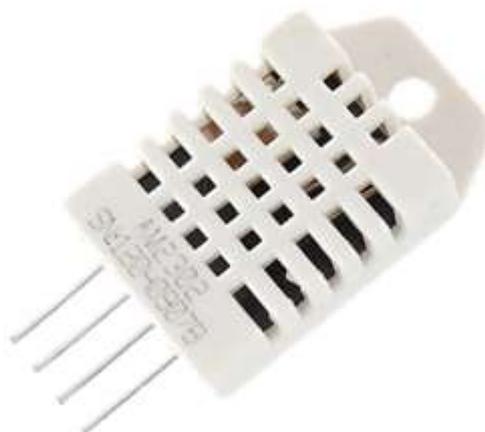
Já na figura 8 usamos o Shield Ethernet que vai encaixado em cima do arduino Uno, como vemos na figura. Ele será responsável pela busca na rede e saída da página web para conferencia de temperatura por exemplo.

Figura 8: Shield Ethernet W5100



Fonte: <http://www.instructables.com/id/Arduino-Ethernet-Shield-Tutorial/>

Figura 9: Sensor de Umidade e Temperatura Dht22



Fonte: <http://www.embarcados.com.br/estacao-meteorologica-com-arduino/>

Esse sensor representado na figura 9 é o responsável por capturar informações de temperatura e a umidade do ambiente. Ele será implantado dentro da estufa para controlar a temperatura do local.

A figura 10 a seguir representa o módulo relé, responsável por armar e desarmar a bomba d'água e também a válvula para o escoamento do reservatório.

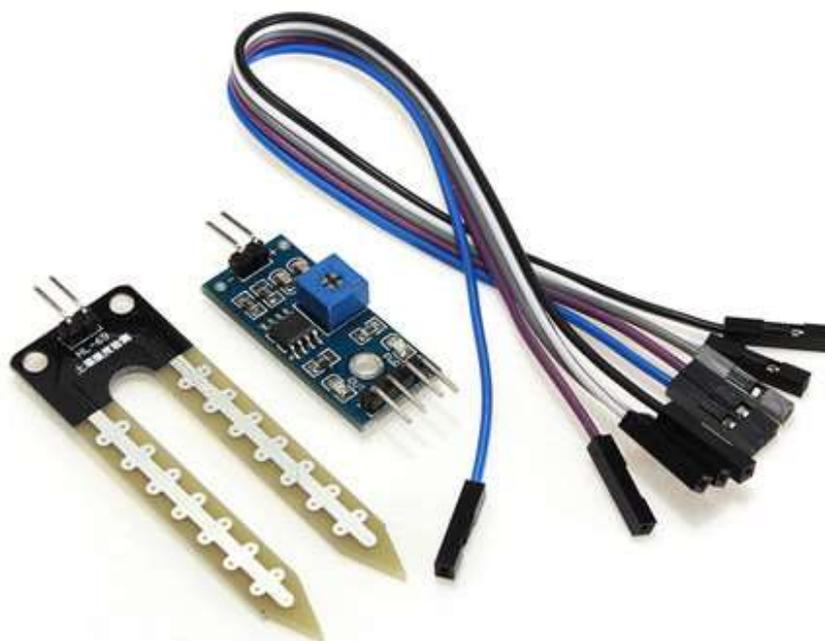
Figura 10: Módulo Relé com 4 canais



Fonte: <http://www.filipeflop.com/pd-c0ce5-modulo-rele-5v-4-canais.html>

E por fim o sensor de umidade do solo, responsável por acionar ou desligar a bomba d'água e a válvula solenoide. Por parâmetro de teste, como se trata de uma demonstração na maquete, foi adotado o parâmetro de 50% de umidade, assim se estiver abaixo de 50% de umidade do solo é ligado a bomba de água para encher o reservatório, e se estiver a cima ele desliga a bomba d'água e aciona a válvula solenoide para o escoamento do reservatório onde ficam as plantas. O sensor esta representado na figura 11 deste projeto.

Figura 11: Sensor de umidade do Solo



Fonte: <http://www.filipeflop.com/pd-aa99a-sensor-de-umidade-do-solo-higrometro.html>

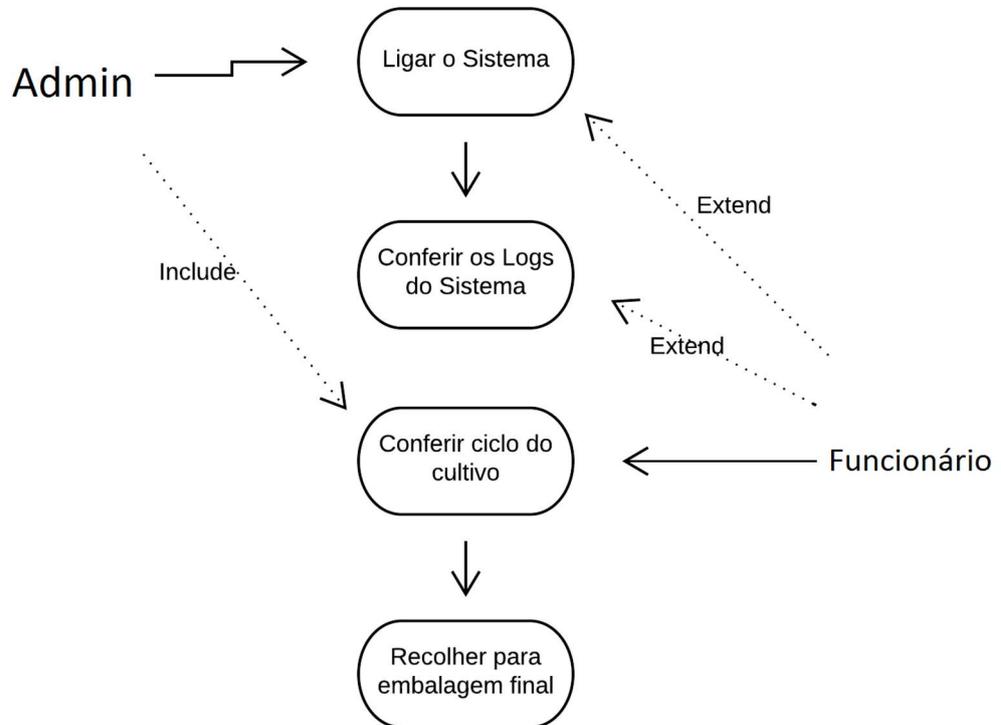
#### ***4.4 Diagrama de caso de uso***

É usado para identificar os limites do sistema e descrever os serviços que serão disponibilizados para cada um dos diversos usuários do *software*. Se o levantamento de requisitos for bem trabalhado e que se consiga identificar bem o que o sistema exige, o resultado final será muito bom, e o sistema será muito útil pois estará de acordo com as necessidades do utilizador (NUNES; O'NEILL, 2016).

A figura a seguir nos mostra o diagrama de caso de uso que descreve como será algumas funções do projeto.

Figura 12: Diagrama de Caso de Uso

## Diagrama de Caso de Uso



Fonte: Autor Próprio

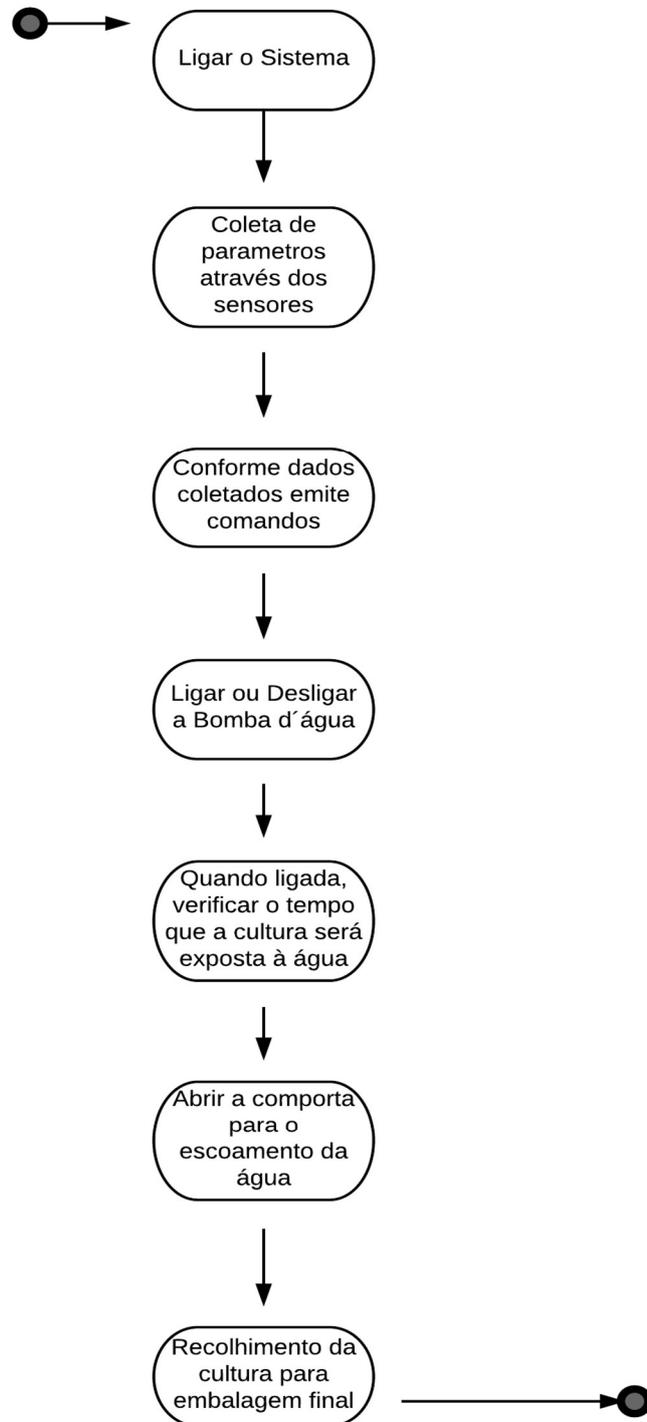
### 4.5 Diagrama de Atividades

O diagrama de atividades é constituído com elementos de modelação simples, mas, no entanto, é eficaz para descrever fluxos de trabalho e detalhar operações em uma classe, incluindo processos paralelos. Um diagrama de atividades, também pode ser usado para descrever um fluxo mais amplo, que envolve diversos *use cases* (NUNES; O'NEILL, 2016).

A figura a seguir nos mostra o diagrama de atividades que descreve como será o ciclo de irrigação para desenvolvimento da cultura até a retirada para embalagem final do produto.

Figura 13: Diagrama de Atividades

## Diagrama de Atividades

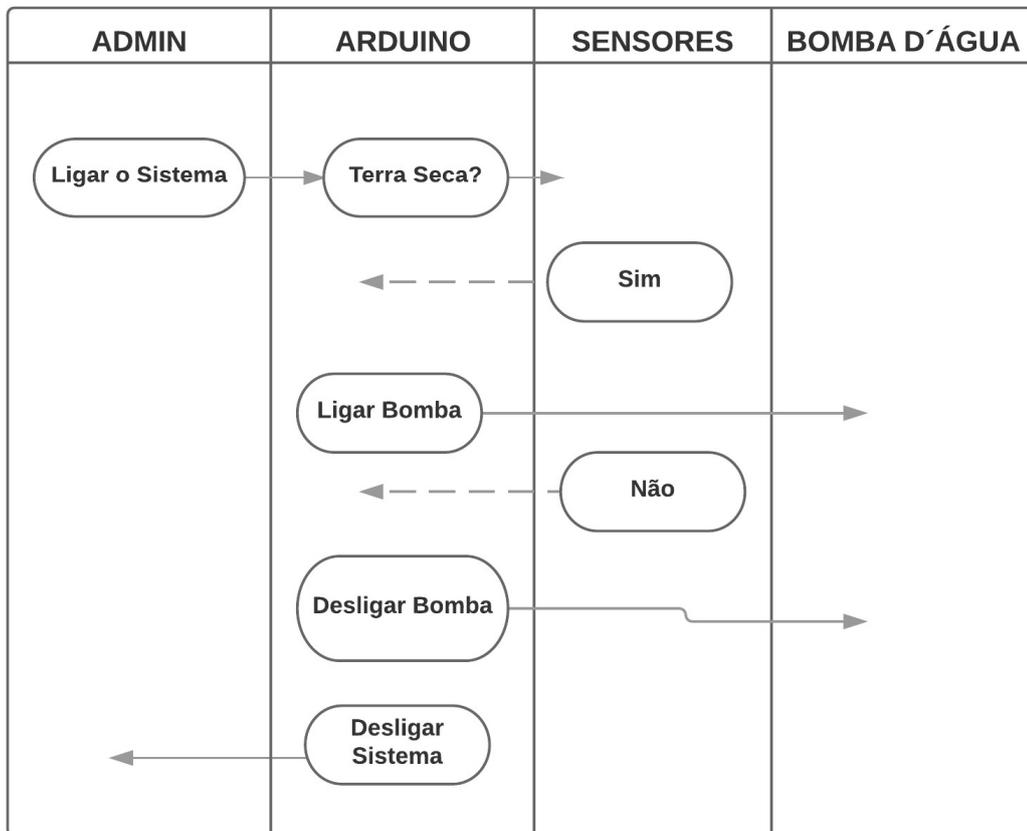


#### 4.6 Diagrama Sequencial

O diagrama sequencial consiste em um diagrama que tem o objetivo de mostrar como as mensagens entre os objetos são trocadas no decorrer do *tempo* para a realização de uma operação.

Figura 14: Diagrama de Sequencia

### Diagrama de Sequencia



Fonte: Autor Próprio

Podemos conferir fotos da montagem do sistema, a ligação dos fios, a maquete por completa no apêndice B, apêndice C e no apêndice D. Lembrando que pelo CAV/UEDESC não liberou um protótipo. Foi feita uma maquete de demonstração do sistema, não sendo este o foco do trabalho.

## 5 TRABALHOS CORRELATOS

Constatado o que seria a estufa automatizada implantada na cidade de Holambra – SP, interior do estado de São Paulo considerada a capital das flores aqui no Brasil.

O agricultor Jan de Wit holandês radicado no Brasil, adotou uma alternativa eficaz para driblar o cenário de escassez de água em São Paulo e a dificuldade de se obter mão de obra no município em que vive, Holambra, distante cerca de 140 quilômetros da capital.

Ele implantou na cultura de lírios que desenvolve em sua propriedade, o piso de cultivo, um sistema de inundação e drenagem que proporciona a economia de 50% a 75% de água e de 30% a 50% de adubo.

O agricultor Wit tem uma estufa grande, pois faz o comércio de flores, então tudo em seu projeto é em larga escala. O transporte das plantas é feito por uma máquina empilhadeira, com garfos adaptados próprios para o encaixe dos vasos de flores.

O maior diferencial deste projeto para o de Wit é que o dele é ele quem o controla, através de um computador com software remoto ele faz o acionamento e desligamento do sistema de irrigação, e este projeto é totalmente automatizado, os sensores dirão se precisa ou não fazer o acionamento do projeto.

## 6 CRONOGRAMA

Para a realização do projeto proposto neste trabalho segue o seguinte cronograma.

Atividades Realizadas	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outrubro	Novembro	Dezembro
Idealização do projeto e levantamento de requisitos	■									
Pesquisa	■	■	■							
Estudo de técnicas		■	■							
Especificação do protótipo			■	■						
Pré-apresentação TCC				■						
Entrega Final TCC				■						
Entrega TCC a banca avaliadora					■					
Montagem da maquete de madeira						■				
Teste de Prototipagem							■	■		
Montagem dos sensores, válvula e bomba d'água								■	■	
Desenvolvimento do software							■	■	■	
Desenvolvimento da parte escrita do TCC							■	■	■	
Entrega Final do TCC II									■	
Apresentação do TCC para a banca avaliadora										■

Quadro 2: Cronograma do TCC II

## 7 RESULTADOS

Obteve-se resultados satisfatórios com este projeto, tendo noção de que é possível reduzir o gasto de água potável na irrigação e ainda fazer uma automatização de processos assim como economia de adubo utilizado pela cultura.

Foi conversado com professores do Cav / UDESC Campus de Lages – SC para a implementação desse projeto em uma estufa localizado no campus. Ficaram de me dar a resposta, insistimos em fazer uma parceria, mas sem sucesso.

Então optou-se por fazer uma maquete de demonstração em pequena escala de como seria esse projeto.

Com a construção desta maquete em pequena escala, obteve-se ideia de como estamos cada vez mais precisando de espaço e sem tempo para cuidar de suas plantas em casa por exemplo, uma versão compacta deste tipo de irrigação seria perfeita para quem mora em um apartamento, tanto na sacada quanto no terraço de um prédio, obtendo assim um melhor controle de irrigação e temperatura, substituindo o trabalho manual de irrigação.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, W.C. de. **A saúde da Terra: problemas e perspectivas**. Curitiba: Nova Didática, 2002.
- ANDRADE, Camilo L.T. & BRITO, Ricardo A.L. “**Métodos de irrigação e Quimigação**”. Disponível no portal da Embrapa em: <  
[http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2006/circular/Circ\\_86.pdf](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2006/circular/Circ_86.pdf)>. Acesso em: 25 de maio de 2016.
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 6. ed. Viçosa, MG: UFV, 2002. 665 p.
- BIERNBAUM, J.A. **Get ready for subirrigation**. *Greenhouse Grower*, v.8, p.130-133. 1990.
- Carla Aranha, Revista Globo Rural, **Em Holambra, produtor aposta na tecnologia para irrigar vasos**. Disponível em: < <http://revistagloborural.globo.com/Tecnologia-no-Campo/noticia/2015/09/em-holambra-produtor-aposta-na-tecnologia-para-irrigar-vasos.html> >. Acesso em: 20 de Março de 2016.
- CASAVELLA, Eduardo. **Breve História da Linguagem C**. Disponível em: <http://linguagemc.com.br/breve-historia-da-linguagem-c/> Acesso em: 12 de junho de 2016.
- Cassiano Ribeiro, **Sistema de irrigação faz uso racional de água na produção de flores**. Disponível em: <<http://revistagloborural.globo.com/Tecnologia-no-Campo/noticia/2015/12/sistema-de-irrigacao-faz-uso-racional-de-agua-na-producao-de-flores.html>>. Acesso em: 20 de Março de 2016.
- COOPER, Donald R. e SCHINDLER, Pamela S. **Métodos de Pesquisa em Administração**, 7ª Edição, Porto Alegre, Bookman, 2003
- CUENCA, H. R. **Irrigation system design: an engineering approach**. New Jersey: PrenticeHall, 1989. 552p.
- Da Redação, Canal Rural, **Tecnologia europeia permite economizar até 70% de água na produção agrícola**. Disponível em: <http://www.muzambinho.com.br/noticia/4/7086>. Acesso em 22/03/2016.
- DUMROESE, R.K.; PINTO, J.R.; JACOBS, D.F.; DAVIS, A.S.; HORIUCHI, B. **Subirrigation reduces water use, nitrogen loss, and moss growth in a container nursery**. *Native Plants Journal*, v.7, p.253-261. 2006.
- GOLDENBERG, M. **A arte de pesquisar**. Rio de Janeiro: Record, 1997.
- Filipeflop** Disponível em: <http://www.filipeflop.com>

Imagem **Atmega328p** Disponível em: <http://www.instructables.com/id/Burning-the-Bootloader-on-ATMega328-using-Arduino/> Acesso em: 12 de Junho de 2016.

JAMES, E. & VAN IERSEL, M.W. **Ebb and flow production of petunias and begonias as affected by fertilizers with different phosphorus content.** *HortScience*, v.36, p.282-285. 2001.

JOHANN, Marcelo de Oliveira, **Curso de Introdução à Programação em C++.** Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul. 2004. Disponível em:

<http://www.inf.ufrgs.br/~johann/cpp2004/> Acessado em: 02 de Junho de 2016.

KONANA, P.; RAY G.. **Physical product reengineering with embedded information technology.** Artigo Técnico, Revista Communications of the ACM, vol. 50, nº 10. Outubro, 2007.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E.D.A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas.** São Paulo: EPU, 1986.

MARCONI, M.A; LAKATOS, E. M. **Metodologia científica.**2.ed. São Paulo: Atlas, 1991.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

MCROBERTS, M.2011 **Arduino básico.** 1º ed. São Paulo: Novatec.

MURER, Ricardo, **Introdução às plataformas de software.** Disponível em: <<https://webinsider.com.br/2012/06/16/introducao-as-plataformas-de-software/>> Acessado em: 03 de junho de 2016.

NEMALI, K.S. & VAN IERSEL, M.W. **An automated system for controlling drought stress and irrigation in potted plants.** *Scientia Horticulturae*, v.110, p.292-297. 2006.

NUNES, mauro; O'NEILL; Henrique. **Fundamental de Uml.**2ed.Sao Paulo: edi.FCA,2016.

PENNISI, S.V.; VAN IERSEL, M.W.; BURNETT, S.E. **Photosynthetic irradiance and nutrition effects on growth of English ivy in subirrigation systems.** *HortScience*, v.40, p.1740-1745. 2005.

Por equipe SNA/RJ, **Sociedade Nacional de Agricultura, Tecnologia permite economizar até 75% de água no cultivo.** Disponível em: <<http://sna.agr.br/tecnologia-permite-economizar-ate-75-de-agua/>>. Acesso em: 20 de Março de 2016.

Revista Plasticultura, **Inovação e manejo em sistema de cultivo sem solo com irrigação por inundação.** Disponível em: <<http://revistaplasticultura.com.br/inovacao-e-manejo-em>>

sistema-de-cultivo-sem-solo-com-irrigacao-por-inundacao/>. Acesso em: 20 de Março de 2016.

ROUPHAEL, Y.; CARDARELLI, M.; REA, E.; BATTISTELLI, A.; COLLA, G., **Comparison of the subirrigation and drip-irrigation systems for greenhouse zucchini squash production using saline and nonsaline nutrient solutions**. *Agricultural Water Management*, v.82, p.99-117. 2006.

RUIZ, J. Á. **Metodologia científica: guia para eficiência nos estudos**. 5 ed. SP: Atlas, 2002.

Só Biologia, **A água no planeta**. Disponível em:

<http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Agua/>. Acesso em: 08/05/16

SOUZA, Fábio, **Arduino, primeiros passos**, 2013. Disponível em:

<http://www.embarcados.com.br/arduino-primeiros-passos/> Acessado em: 12/06/2016.

VON SPERLING, M. "**Princípios Básicos do Tratamento de Esgotos**", DESA-UFMG, Belo Horizonte, 1996.

U. S. GEOLOGICAL SURVEY'S. **Irrigation water use**. Disponível em:

<<http://ga.water.usgs.gov/edu/wuir.html>>. Acesso em: 17 maio 2010.

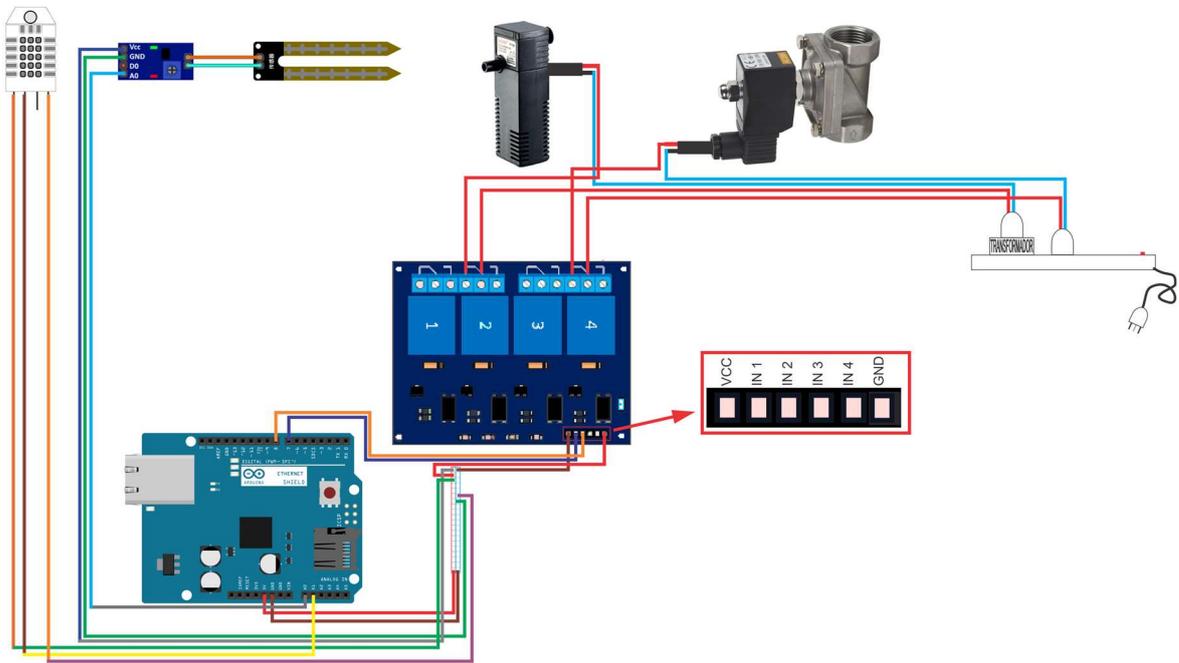
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, **Manejo da Irrigação**. Disponível em:

<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%20157/it157-Manejo2000.pdf>. Acesso em: 22/03/2016

VON SPERLING, M. Princípios básicos do tratamento de esgotos - **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. Belo Horizonte, UFMG. v.2. 1996.

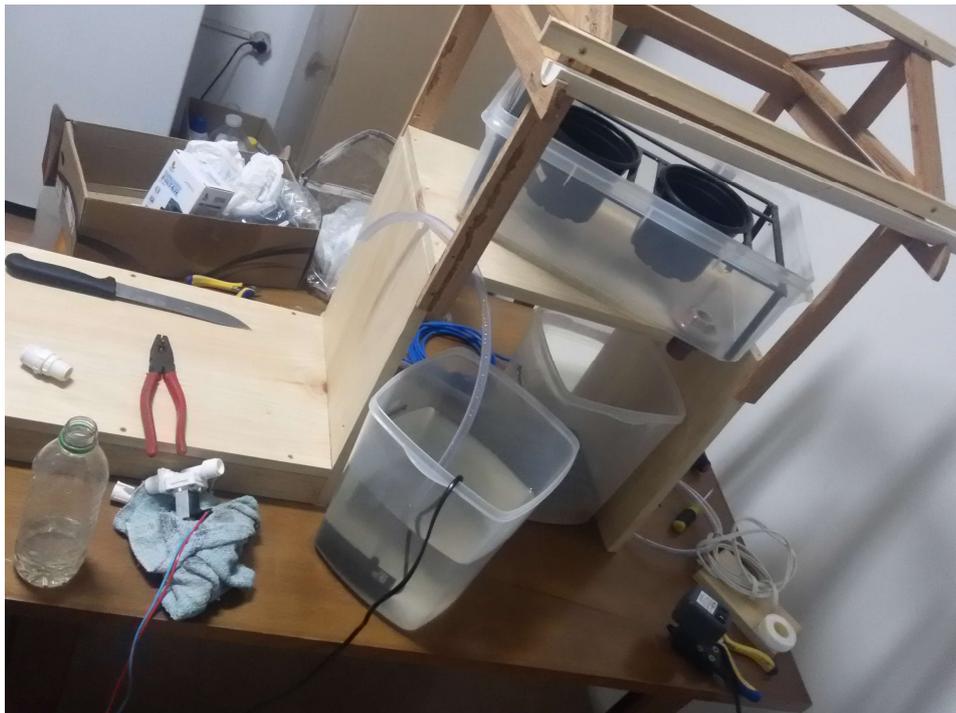
WALKER, W. R., SKOGERBOE, G. V. **Surface irrigation: theory and practice**. New Jersey: Prentice-Hall, 1987. 386p.

## APENDICE A – Diagrama de interligação por fios



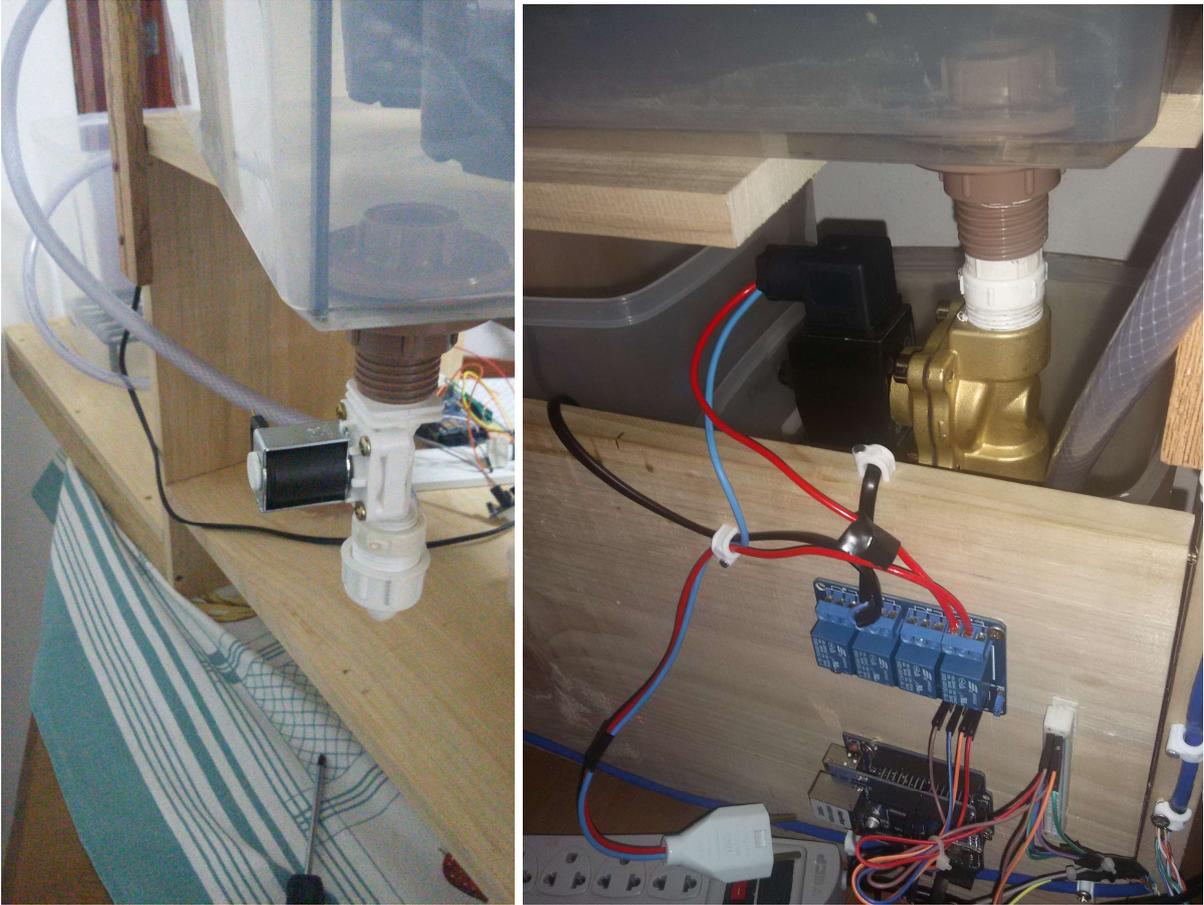
Fonte: Autor Próprio

## APENDICE B – Começo dos Testes



Fonte: Autor Próprio

### APENDICE C – A troca de uma válvula pela outra



Fonte: Autor Próprio

### APENDICE D – Diagrama de interligação por fios



Fonte: Autor Próprio

## APENDICE E – Pedacos do Código Fonte

### //Bibliotecas

```
#include <dht.h>
```

```
#include <SPI.h>
```

```
#include <Wire.h>
```

```
#include <Ethernet.h>
```

```
#include <stdio.h>
```

### //Definição de IP para o Arduino

```
byte mac[] = { 0x90, 0xA2, 0xDA, 0x00, 0x4E, 0x10 };
```

```
byte ip[] = { 192, 168, 0, 100 };
```

```
byte mydns[] = { 192, 168, 0, 1 };
```

```
byte gateway[] = { 192, 168, 0, 1 };
```

```
byte subnet[] = { 255,255,255,0 };
```

### //Página WEB

```
int chk = DHT.read22(DHT22_PIN);
```

```
    myClient.print("<font color=#FF0000><b>");
```

```
    myClient.print("<CENTER><h1>SIIDA - Sistema de Irrigacao e Drenagem  
Automatizado</h1></CENTER>");
```

```
    myClient.print("</b></font>");
```

```
    myClient.print("<b>");
```

```
    myClient.print("&nbsp;<h2>Clima</h2>");
```

```
    myClient.print("</b>");
```

```
    myClient.println("<br />");
```

```
myClient.print("<font color= #0000FF>");
```

```
myClient.print("&nbsp; &nbsp; Humidade : ");
```

```

myClient.print(DHT.humidity,0);
myClient.print("%");
myClient.print("</font>");
myClient.print("<font color=#FF0000>");
myClient.print("&nbsp; &nbsp; Temperatura : ");
myClient.print(DHT.temperature, 0);
myClient.write(" ");
myClient.print("*C");
myClient.print("</font>");

```

#### **//IFs de controle de Bomba e Válvula**

```

umidade = analogRead(A0);
  Serial.println(umidade);
  if (umidade < 500){
digitalWrite(7,LOW);}
else{
  digitalWrite(7,HIGH);
}
delay(1000);
{
  umidade = analogRead(A0);
  Serial.println(umidade);
  if (umidade > 500){
digitalWrite(8,LOW);
else{
  digitalWrite(8,HIGH);
}
}

```

```
    delay(1000);  
}
```

Fonte: Autor Próprio