

*UNIVERSIDADE VIRTUAL DO ESTADO DE SÃO PAULO*

MARCELO FRANCHINI

**Sistema de Irrigação Automatizado.**

**Apresentação do Projeto Integrador:**

< <https://youtu.be/7rK1f4N41Gs> >

Mairinque - SP

2019

# **UNIVERSIDADE VIRTUAL DO ESTADO DE SÃO PAULO**

## **Projeto de criação de um protótipo de sistema de irrigação automatizado**

Relatório Técnico - Científico apresentado na disciplina de Projeto Integrador 3 para o curso de Bacharelado em Engenharia de Computação da Fundação Universidade Virtual do Estado de São Paulo (UNIVESP).

Tutor: Alex Sandro Sena da Rocha.

Mairinque- SP

2019

FRANCHINI, Marcelo; **Projeto de criação de um protótipo de sistema de irrigação automatizado** . 00f. Relatório Técnico-Científico (Bacharelado em Engenharia de Computação— **Universidade Virtual do Estado de São Paulo**. Tutor: Alex Sandro Sena da Rocha. Polo Mairinque, 2019.

## **RESUMO**

A gestão da cadeia de suprimentos no contexto da indústria 4.0 vem modificando a maneira de produzir e comercializar produtos, partindo destes novos comportamentos este projeto visa desenvolver um sistema de irrigação automatizado pensando em utilizar em pequena escala a cadeia de suprimentos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Automação; Irrigação; Indústria 4.0;

FRANCHINI, Marcelo; **Project to create a prototype automated irrigation system.**  
00f Technical-Scientific Report (Bachelor of Computer Engineering - **Virtual University of São Paulo State**. Tutor: Alex Sandro Sena da Rocha. Polo Mairinque, 2019.

### **ABSTRACT**

Supply chain management in the context of industry 4.0 has been modifying the way we produce and market products. Based on these new behaviors, this project aims to develop an automated irrigation system with a view to using the supply chain on a small scale

**KEYWORDS:** Automation; Irrigation; Industry 4.0;

## Sumário

SUMÁRIO .....	5
1. INTRODUÇÃO .....	7
1.1. PROBLEMA E OBJETIVOS.....	7
1.2. JUSTIFICATIVA .....	7
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	7
3.1 ETAPAS DO DESIGN THINK.....	14
4. ANÁLISES E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS .....	25
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	25
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS: .....	26
ANEXOS .....	27
APÊNDICES.....	28

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<i>Figura 1 – Lista de Suprimentos .....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 2 – Gráfico de Demanda .....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 3 – Arduino Uno .....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 4 - Display LCD 16x2.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 5 - Módulo I2C.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 6 - Sensor de Umidade do Solo .....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 7 – Bomba D’água e Relé.....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 8 - Fonte de Alimentação.....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 9 – Momento de irrigação ativa. ....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 10 – Protótipo em funcionamento.....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 11 – Arduino IDE formatação do código de programação. ....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 12 - Software de Gravação do Firmware .....</i>	<i>24</i>

## **1. INTRODUÇÃO**

Podemos citar a robótica, a internet das coisas (IoT), big data, realidade aumentada e inteligência artificial como exemplos. Mais do que a automação dos serviços, estamos falando de uma economia inteligente, onde há um diálogo entre matéria-prima, indústria, comércio, serviços e consumidor.

Partindo deste novo modo de vida, relacionado diretamente à tecnologia, em uma menor escala, este projeto visa construir um protótipo que possa utilizar na prática o modelo tecnológico na gestão da cadeia de suprimentos na indústria 4.0.

Será desenvolvido um sistema inteligente de irrigador para plantas, equipamentos de diversos países serão utilizados, além do desenvolvimento do código em linguagem c para automatizar todo o processo.

Assim, aplicando em um exemplo prático os desafios de se consumir e produzir tecnologia no Brasil.

.

### **1.1. Problema e objetivos**

O objetivo central deste projeto é o desenvolvimento de um sistema de irrigação automatizado para uso doméstico que possa servir como um ensaio prático de produção atentando a gestão da cadeia de suprimentos 4.0.

Para tal, pesquisas bibliográficas foram realizadas indicando de qual maneira a gestão da cadeia de suprimentos no contexto da indústria 4.0 está implícita no modo de vida contemporâneo.

Softwares e ferramentas tecnológicas foram pesquisadas e utilizadas no auxílio do desenvolvimento do projeto.

### **1.2. Justificativa**

A proposta de desenvolvimento de um sistema de irrigação automatizado vem da ideia de adquirir suprimentos e produzir um produto que utiliza tecnologia para auxiliar em atividades humanas.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Que a tecnologia reforçou a expansão da comunicação e dos negócios, é inegável. Quem foi estudante nas décadas de 80 e 90 ouviu muito o termo. Globalização, que se tratava da integração internacional política e econômica que, na teoria, abriria aos países uma possibilidade de conexão entre si.

A influência dessa “tendência” acabou abrangendo a cultura, a troca de hábitos e de costumes, até chegar à globalização 4.0. Esse fenômeno não pode ser considerado novo, mas é uma evolução natural dessa integração de políticas, mercados e oportunidades em associação direta com a indústria 4.0.

No último Fórum Econômico Mundial, que aconteceu em Davos no começo deste ano, essa foi uma das questões mais discutidas. A onda de globalização que surge a partir do universo digital tem como foco o valor social e ambiental deste termo. Ele surge justamente a partir dos benefícios comerciais da chamada Quarta Revolução Industrial, ou industrialização 4.0.

As empresas precisam observar com mais atenção quais serão as formas de crescer e de se desenvolver, adotando novas posturas nos negócios, levando em conta as mudanças sociais e ambientais para agir de acordo com elas. As inovações tecnológicas têm papel fundamental nisso, trazendo benefícios aos consumidores e à sociedade em geral.

Quais foram as tecnologias que ajudaram a viabilizar a Quarta Revolução Industrial? A robótica, a internet das coisas (IoT), big data, realidade aumentada e inteligência artificial são alguns exemplos, mas, mais do que a automação de serviços, estamos falando de uma economia inteligente, onde há um diálogo entre matéria-prima, indústria, comércio, serviços e consumidor.

Desta forma, é preciso estar familiarizado com esses conceitos e entender como implantá-los em sua empresa para que ela não fique para trás. E não se engane, a globalização 4.0 ocorre em uma velocidade muito maior do que as revoluções industriais e políticas ocorridas num passado não muito distante.



Nela, a responsabilidade social e ambiental, além do respeito aos acordos comerciais, será muito valorizada no mercado mundial! Portanto, é preciso que as tecnologias colaborem com a melhoria da qualidade de vida dos consumidores, abrindo espaço para novas formas de alcançar a empregabilidade e aprofundar a sustentabilidade.

Estes fenômenos podem se agravar com a Quarta Revolução Industrial. A robótica e a inteligência artificial tendem a levar a humanidade à sociedade do não-trabalho, com a máquina substituindo o homem. Como será a divisão do bolo da riqueza gerado pela revolução digital é uma questão a ser enfrentada em escala planetária.

A sugestão neste momento, é que haja uma mudança efetiva na maneira de pensar, para que as novas tecnologias se adaptem às necessidades das pessoas e proporcionem diferentes formas de fazer negócios.

Portanto, a inovação deve ser a chave para o desenvolvimento de soluções que impactem a vida das pessoas e a sua relação com o meio ambiente, pois ambos são foco da globalização 4.0.

### **Gestão da cadeia de suprimentos no contexto da indústria 4.0**

A mecanização das atividades empresariais, especialmente dentro da indústria, já é uma marca presente há bastante tempo na realidade dos negócios. Nesse sentido, a cadeia de suprimentos tradicional, apesar de apresentar um alto grau da automação e sofisticação nos dias atuais, ainda não está totalmente alinhada com os padrões 4.0.

Essa mudança de panorama entre o tradicional e o inovador, no entanto, chega como um dos reflexos da transformação digital e da quarta revolução industrial. Nesse cenário, os dados passaram a compor as estratégias das empresas e a serem

vistos como ativos valiosos e que, inclusive, poderiam conduzir grande parte das atividades, entregando ainda mais valor ao consumidor final.

A cadeia de suprimentos 4.0 carrega em seu DNA uma forte inclinação com a ciência de dados, além de uma forte tendência de interoperabilidade entre os agentes que a compõem, apoiando-se em sistemas de gestão, softwares, machine learning, inteligência artificial, IoT e tantos outros conceitos inovadores.

Todas esses modernos conceitos e metodologias, hoje, viabilizam a composição de extensas cadeias de suprimentos, as quais são capazes de englobar agentes em diferentes localidades, com diferentes características e portes, tudo de maneira ajustada ao perfil de consumo dentro das lojas.

Assim, por exemplo, leituras realizadas dentro dos PDVs formam uma base de informação sólida, capaz de conduzir mais eficientemente todos os elos da cadeia de suprimentos, evitando erros em produção, fornecimento, logística, transporte e distribuição, os quais podem impactar negativamente o orçamento das empresas.

### **A importância da cadeia de suprimentos 4.0 para a indústria**

A indústria é, sem dúvida, uma das principais beneficiadas pelo conceito de cadeia de suprimentos 4.0. Isso porque, em razão do aprimoramento da sua capacidade de análise, da atuação em conjunto com varejistas e distribuidores e de um robusto apoio informativo, os processos de produção e fornecimento podem ser muito mais bem elaborados e executados.

A inteligência dos dados reforçada no cenário 4.0 pode, por exemplo, fornecer insights valiosos para o processo de produção. Dados de consumo dentro das lojas ajudam a entender a dinâmica da demanda, o que é crucial para que a indústria saiba o que produzir, em que quantidade, como distribuir melhor essa produção, focando sempre na disponibilidade dos itens — seja no estoque ou nas gôndolas —, no nível de sortimento e no equilíbrio de estoque de cada varejo.

Nesse sentido, existem diversas tendências tecnológicas que já são aplicadas nos processos da cadeia de suprimentos 4.0. Confira, a seguir, alguns exemplos.

### **Inteligência Artificial (IA)**

Hoje, não há dúvidas de que grande parte das decisões mais importantes de uma empresa são tomadas com base em dados e informações estratégicos coletadas por sistemas e softwares.

Dados de desempenho, nível de estoque, além de informações comerciais e gerenciais formam uma base robusta, porém complexa, para que gestores decidam sobre a melhor maneira de produzir, fornecer, distribuir e atender o consumidor.

No contexto da cadeia de suprimentos, por exemplo, em razão da participação cada vez mais ativa da Inteligência Artificial, o aproveitamento dos dados se tornou ainda mais estratégico. Soluções tecnológicas que utilizam IA são empregadas para coletar e processar um grande volume de dados de vendas (sell out), gerando insights úteis para a reposição de estoque — indicando a quantidade ideal a ser reposta ou distribuída —, ajustes no mix de produtos, sortimento e variedade.

É assim, por exemplo, que o varejo é capaz de preparar melhor seus estoques e lojas para suprir demandas sazonais, oferecendo sempre os produtos certos e em quantidade suficiente.

### **Cadeias focadas no cliente**

Quanto mais o tempo passa e mais forte se torna o ideal 4.0 dentro da “supply chain”, mais se tem certeza de que a tendência é que os processos nela envolvidos sejam cada vez mais focados no consumidor.

Para o futuro, espera-se conseguir um nível de alinhamento ainda maior com o consumidor final, evitando o desperdício de tempo e recursos com ações que pouco interferem na percepção do consumidor.

## **Cadeia de suprimentos autônoma**

Os avanços da tecnologia e a crescente utilização de novos recursos de automação também podem ser vistos como tendência para a supply chain. Nesse sentido, cada vez mais percebe-se a presença de processos autônomos dentro das cadeias, os quais reagem de forma calculada e antecipada, por meio de dados e leituras, às variações do mercado, por exemplo.

## **Os principais benefícios da era 4.0 na cadeia de suprimentos**

Quando o assunto é cadeia de suprimentos 4.0, não faltam benefícios a serem listados e que confirmam o potencial de otimização dentro das empresas. A seguir, listamos alguns dos principais deles.

### **Redução de custos**

Munidas de dados, sistemas e equipamentos mais voltados para a integração das atividades, um reflexo lógico da cadeia de suprimentos 4.0 é a redução de custos. Os dados coletados nos PDVs, por exemplo, passam a ser compartilhados entre todos os elos da cadeia, o que facilita o ajuste na produção, evitando desperdícios, excesso ou ruptura nos estoques e imobilização de capital com a fabricação e fornecimento de itens com baixo giro.

### **Otimização de espaço**

Quando todos os agentes da cadeia de suprimentos atuam de maneira cooperada uma marca da cenário 4.0 a tendência é que as etapas sejam executadas de maneira equilibrada, em respeito à demanda disparada pelo consumidor, no final da cadeia.

Nesse sentido, se os elos da cadeia têm condições e informações a respeito da demanda, fica mais fácil fabricar em quantidade ideal, focando nos produtos certos. Além disso, o processo de distribuição também é reforçado, de modo que cada varejo seja abastecido de acordo com o perfil de consumo, evitando o excesso de estoques e o desperdício de espaço nas gôndolas com produtos que não condizem com as necessidades do shopper.

## **Análise de dados aprofundada**

A análise de dados fica mais aprofundada com o uso da tecnologia, pois os algoritmos são capazes de realizar inúmeras combinações para entregar informações cada vez mais precisas e decisivas para as estratégias. Isso torna possível a melhora no mix de produtos, na definição de categorias e outros pontos importantes.

## **Satisfação e fidelização do cliente**

Quando varejo e indústria conseguem, a partir da tecnologia, reagir à demanda, certamente teremos consumidores satisfeitos, pois aumenta de forma considerável as chances de eles encontrarem o que precisam nas lojas. Isso sem contar o fato de que o sortimento também melhora com o acesso aos dados.

O trade marketing, por exemplo, permite à indústria utilizar dados coletados das interações do cliente dentro do varejo para que se possa definir qual é a melhor forma de apresentar um produto, quando realizar ações promocionais e fazer ajustes no próprio produto para estimular o seu consumo. Tudo isso reflete na experiência de compra do cliente, tornando-a mais rica e duradoura.

Por fim, como vimos, a cadeia de suprimentos 4.0 traz mudanças significativas no panorama de atuação das empresas. O forte apelo pelo uso dos dados reforça a qualidade das decisões, ajustando toda a cadeia às exatas necessidades e demandas disparadas pelo consumidor.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS EMPREGADOS**

A pesquisa é fundamentada nos métodos de Pesquisa Científica, Design Think, bibliografias, além das disciplinas cursadas: Introdução à Engenharia de Computação, Programação de Computadores, Fenômenos de Transporte, Instalações Elétricas e Física3.

#### **3.1 Etapas do Design Think**

##### **Imersão**

A convergência entre os mundos físico e digital talvez seja o principal objeto da indústria 4.0. Elementos humanos, culturais, de negócios e ativos, demanda um conjunto de tecnologias e metodologias ágeis, adaptabilidade e flexibilidade, segurança digital e integração completa do negócio.

Entendendo esse novo modo de vida o projeto busca contemplar a gestão de da cadeia de suprimentos na indústria 4.0, desenvolvendo um irrigador automatizado.

Primeiramente foi adotado uma pesquisa de demanda. Em seguida, foram adquiridos suprimentos de diversas partes do mundo através da internet, realizando uma pesquisa de custo e tempo de entrega

Através do conhecimento de eletrônica e de linguagens de programação é possível controlar e automatizar todo o processo físico conforme o uso desejado, desenvolvendo assim o produto, gerando valor.

##### **Ideação**

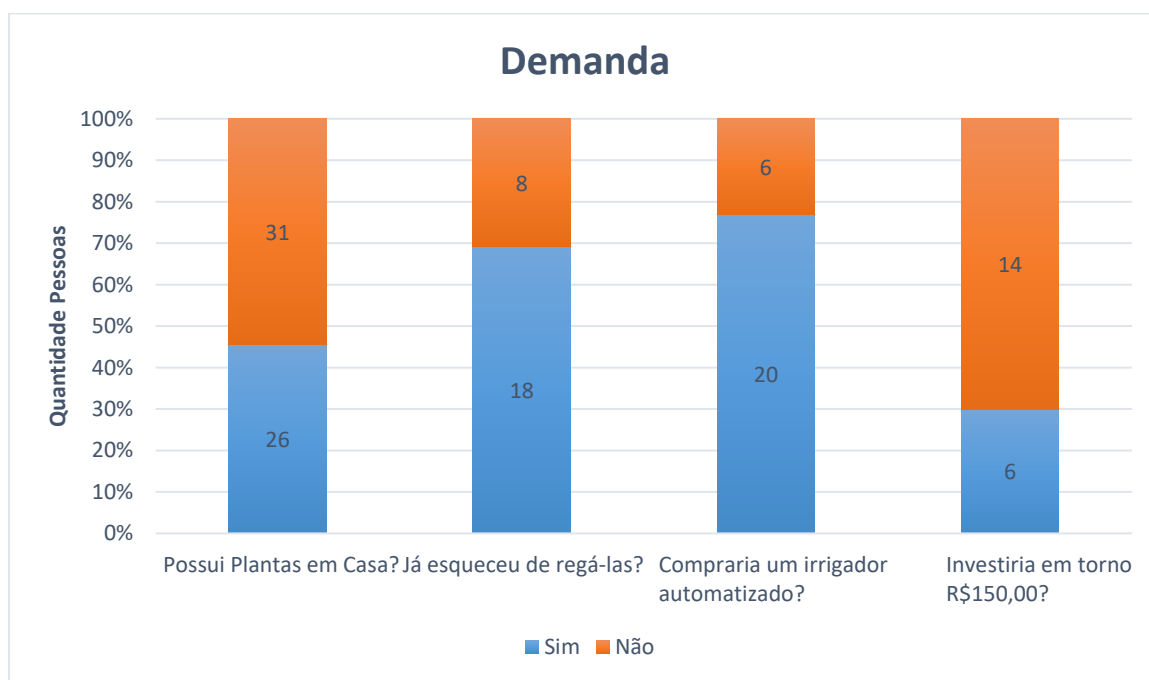
A implementação de um irrigador automatizado vem da ideia de se produzir novos serviços utilizando de tecnologias acessíveis. Para tal, exemplos de produtos que utilizam sensores e microcontroladores foram pesquisados.

Figura 1 – Lista de Suprimentos

Lista de Suprimentos - Irrigador				
Produto	Preço	Frete	Prazo de entrega	Fornecedor
Arduino Uno	R\$ 25,75	R\$ 8,90	3 dias úteis	caldeiraTECH
Display Lcd 16x2 Com Modulo I2c	R\$ 23,90	R\$ 5,90	2 dias úteis	DSP
Sensor De Umidade De Solo Higrometro	R\$ 13,45	R\$ 8,90	3 dias úteis	WILCA G. DE A. MARCOLONGO ELETRONICOS - ME
Micro Bomba De Água Submersível com Relé	R\$ 19,45	R\$ 8,90	3 dias úteis	WILCA G. DE A. MARCOLONGO ELETRONICOS - ME
Fonte 5V	R\$ 8,45	R\$ 5,90	3 dias úteis	WILCA G. DE A. MARCOLONGO ELETRONICOS - ME
Total	R\$ 129,50			

Autor – Marcelo Franchini

Figura 2 – Gráfico de Demanda



Autor – Marcelo Franchini

Foram entrevistadas 53 pessoas através do google formulários em redes sociais da univesp.:

- 26 pessoas possuem plantas em casa
- 18 das 26 já esqueceram de regá-las.
- 20 das 26 compraria um irrigador automatizado.
- 6 das 20 investiram em torno de R\$ 150,00.

A demanda existe, porém o preço seria o maior problema, pois o custo dos suprimentos foi de R\$ 129,50. Porém, em grande escala este preço cairia.

## Prototipagem

Com a ideia definida a próxima etapa foi o desenvolvimento do protótipo. Para tal, foi realizada uma pesquisa sobre quais equipamentos são imprescindíveis para o desenvolvimento do irrigador automatizado.

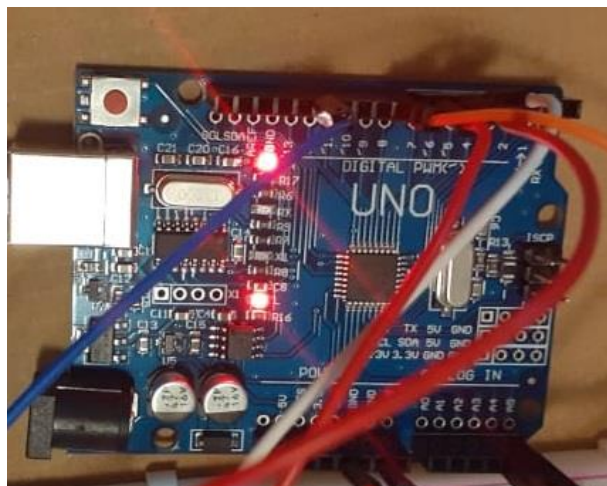
Com a finalização do irrigador será possível medir a umidade do solo e irrigar o vaso quando o mesmo estiver baixo.

Para o desenvolvimento do protótipo foram utilizados os seguintes Hardwares:

### **Microcontrolador Arduino UNO :**

Os Microcontroladores são circuitos integrados com vários recursos para entregar a solução mais completa possível. Possuem núcleo processador, memória de programação para armazenamento e interface para conexão com recursos periféricos de entrada e saída. Nele será armazenado o firmware para automatizar o circuito.

Figura 3 – Arduino Uno



Autor – Marcelo Franchini



### Display LCD 16x2 com Módulo I2C:

Display Lcd com 16 colunas por 2 linhas, backlight azul e escrita branca. O módulo I2C será integrado(soldado). Com esse display, a conexão entre o microcontrolador e o display será feita utilizando apenas os pinos SDA e SCL. As informações sobre a umidade do solo irão aparecer ne

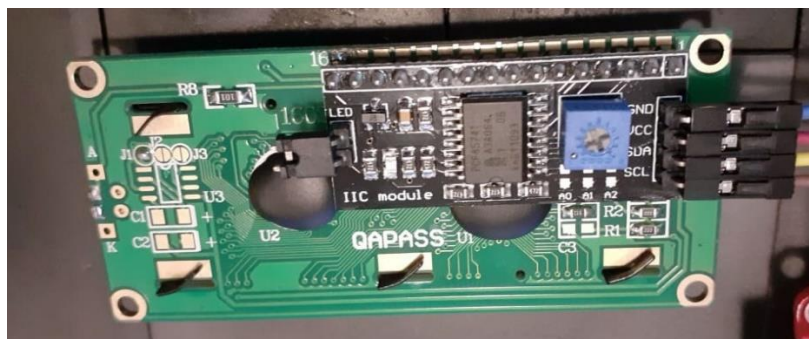
Figura 4 - Display LCD 16x2



Autor - Marcelo Franchini

Muitas vezes a quantidade de pinos disponíveis é limitada, pois após conectar display e sensores sobram poucos pinos para uso. Contudo com este módulo de interface I2C você poderá controlar o seu display lcd usando apenas 2 pinos. Porém, o protocolo de comunicação deverá ser adaptado com a biblioteca do módulo.

Figura 5 - Módulo I2C



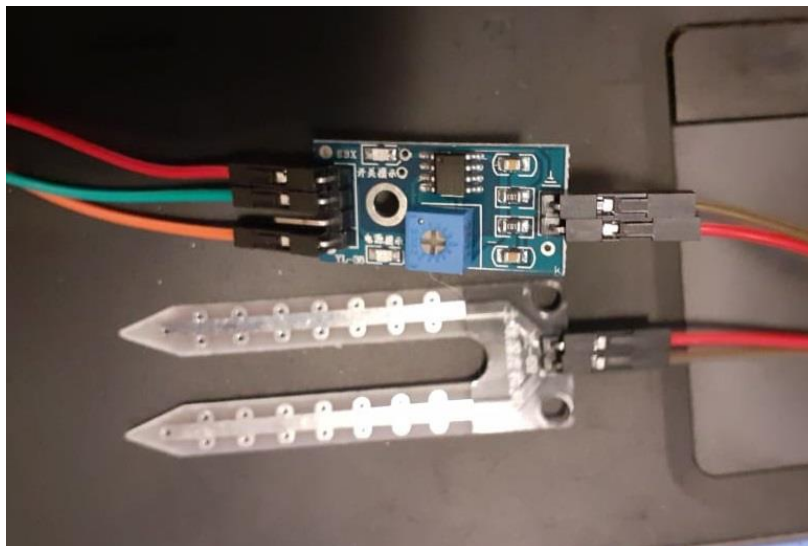
Autor - Marcelo Franchini

### **Sensor de Umidade do Solo:**

Este Sensor de Umidade do Solo Higrômetro foi feito para detectar as variações de umidade no solo. Ele funciona da seguinte forma: quando o solo está seco, a saída do sensor fica em estado alto e quando úmido, a saída do sensor fica em estado baixo.

O limite entre seco e úmido pode ser ajustado através do potenciômetro presente no sensor que regulará a saída digital D0. Contudo, para ter uma resolução melhor, é possível utilizar a saída analógica A0 e conectar a um conversor AD, como a presente no Pic 18F4550.

Figura 6 - Sensor de Umidade do Solo



Autor - Marcelo Franchini

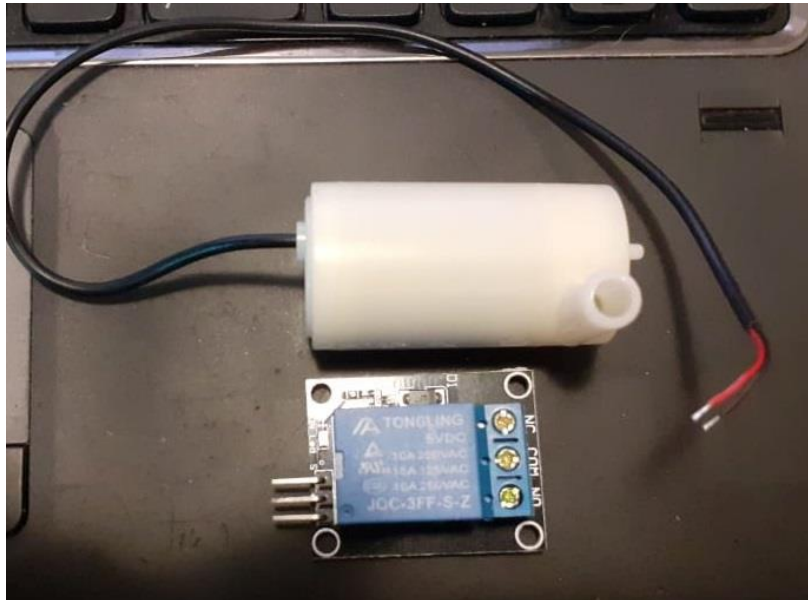
### **Minibomba d'água Submersa e Relé 5volts:**

A Minibomba de Água é capaz de impulsionar entre 80L a 120L por hora. Ela será utilizada submersa em um recipiente para bombear a água para o vaso quando estiver seco.

Para ativação da bomba será utilizado o Módulo Relé que permite uma integração com o Microcontrolador Pic. A partir das saídas digitais pode-se, através do relé, controlar a bomba do sistema. Este módulo tem um canal sendo assim

concebido para ser integrado para controlar até 1 relé liberando 5 volts, os quais são necessários para alimentar o funcionamento da bomba.

Figura 7 – Bomba D'água e Relé

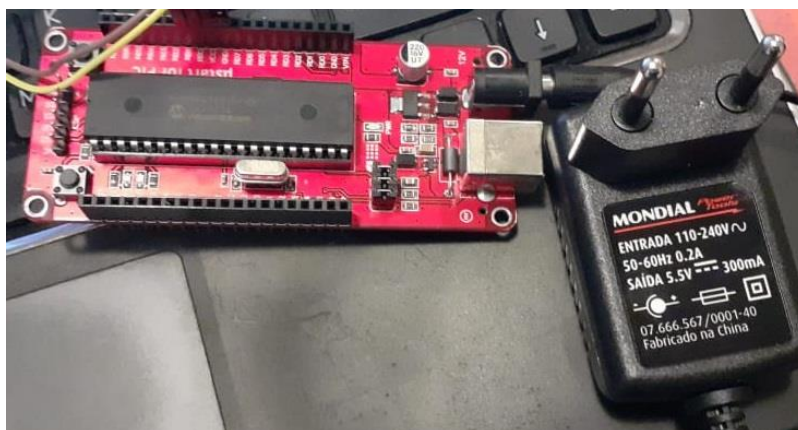


Autor – Marcelo Franchini

### Fonte de energia 5.5 volts:

Será utilizada uma fonte de alimentação padrão de corrente alternada de 5.5 volts. Mas também pode ser utilizado uma bateria 12 volts de corrente continua, uma vez que o Pic ira converter e liberar 5 volts.

Figura 8 - Fonte de Alimentação

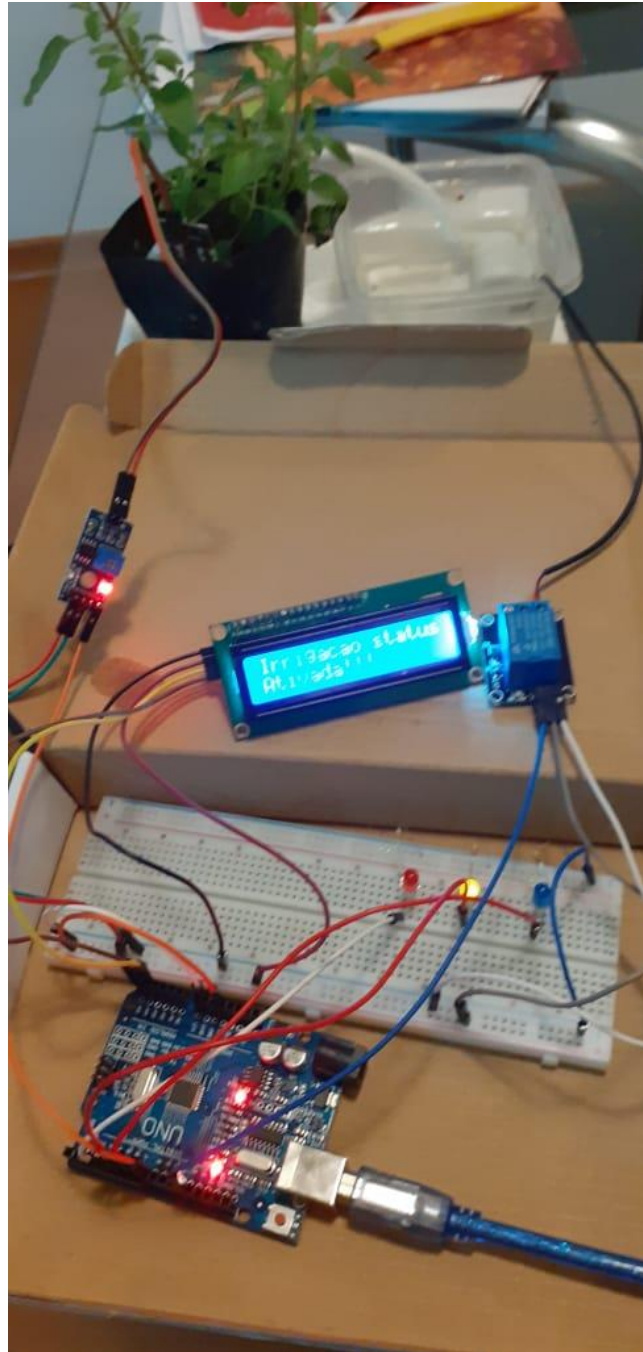


Autor – Marcelo Franchini

### Componentes Físicos do Irrigador:

Aqui constam todos os hardwares utilizados, já conectados conforme o datasheet dos componentes determina.

Figura 9 – Momento de irrigação ativa.



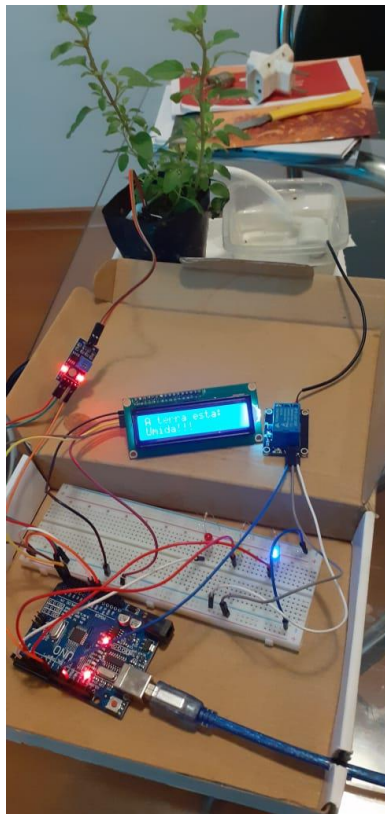
Autor – Marcelo Franchini

## Funcionamento e código

Após a estruturação física do irrigador vem a parte de programação que automatiza o processo. Foi utilizado o software Arduino IDE para escrever e compilar o código a ser gravado no Arduino Uno.

O irrigador reconhece quando o solo está seco, sinalizando com a luz vermelha e mostrando a mensagem de solo seco na lcd. Neste momento é ativada a bomba d'água, irrigando o solo, a mensagem é alterada para “irrigação ativa” e a luz amarela é acessa. Após o solo estar úmida a luz azul é acessa e a mensagem na lcd é de “solo úmido”

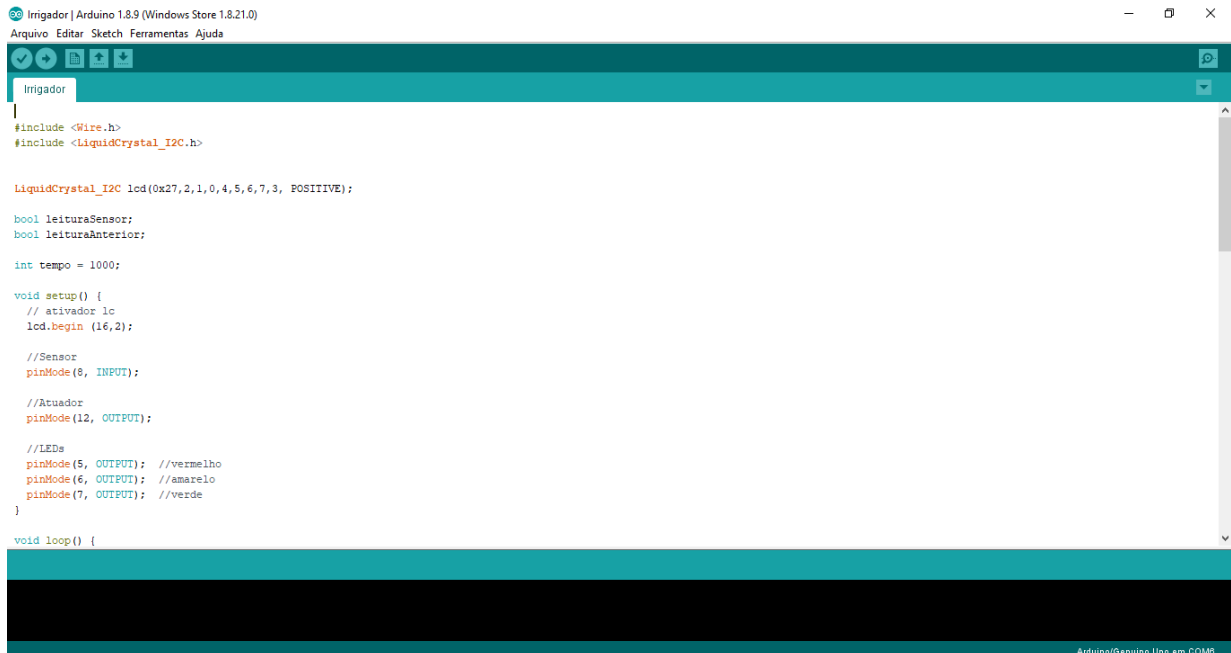
*Figura 10 – Protótipo em funcionamento*



Autor – Marcelo Franchini

Abaixo segue o código em linguagem c utilizado no projeto.

Figura 11 – Arduino IDE formatação do código de programação.



```
Irrigador | Arduino 1.8.9 (Windows Store 1.8.21.0)
Arquivo  Editar  Sketch  Ferramentas  Ajuda

#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,2,1,0,4,5,6,7,3, POSITIVE);

bool leituraSensor;
bool leituraAnterior;

int tempo = 1000;

void setup() {
  // ativador lc
  lcd.begin (16,2);

  //Sensor
  pinMode(8, INPUT);

  //Atuador
  pinMode(12, OUTPUT);

  //LEDs
  pinMode(5, OUTPUT); //vermelho
  pinMode(6, OUTPUT); //amarelo
  pinMode(7, OUTPUT); //verde
}

void loop() {
```

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

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
```

```
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,2,1,0,4,5,6,7,3, POSITIVE);
```

```
bool leituraSensor;
```

```
bool leituraAnterior;
```

```
int tempo = 1000;
```

```
void setup() {
```

```
  // ativador lc
```

```
  lcd.begin (16,2);
```

```
  //Sensor
```

```
  pinMode(8, INPUT);
```

```
  //Atuador
```

```
  pinMode(12, OUTPUT);
```



```

//LEDs
pinMode(5, OUTPUT); //vermelho
pinMode(6, OUTPUT); //amarelo
pinMode(7, OUTPUT); //verde
}

void loop() {

    leituraSensor = digitalRead(8);

    if (leituraSensor == HIGH) {
        //No estado seco
        digitalWrite(5, HIGH); //vermelho
        digitalWrite(7, LOW); //verde

        lcd.setBacklight(HIGH);
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("A terra esta:");
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print("Seco!!!");
        delay(tempo);
    } else {
        //No estado úmido
        digitalWrite(5, LOW); //vermelho
        digitalWrite(7, HIGH); //verde
        lcd.setBacklight(HIGH);
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("A terra esta:");
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print("Umida!!!");
        delay(tempo);
    }

    //Ao entrar no estado seco
    if (leituraSensor && !leituraAnterior) {
        delay(5000);
        digitalWrite(5, LOW); //vermelho
        digitalWrite(6, HIGH); //amarelo
        lcd.setBacklight(HIGH);
    }
}

```

```

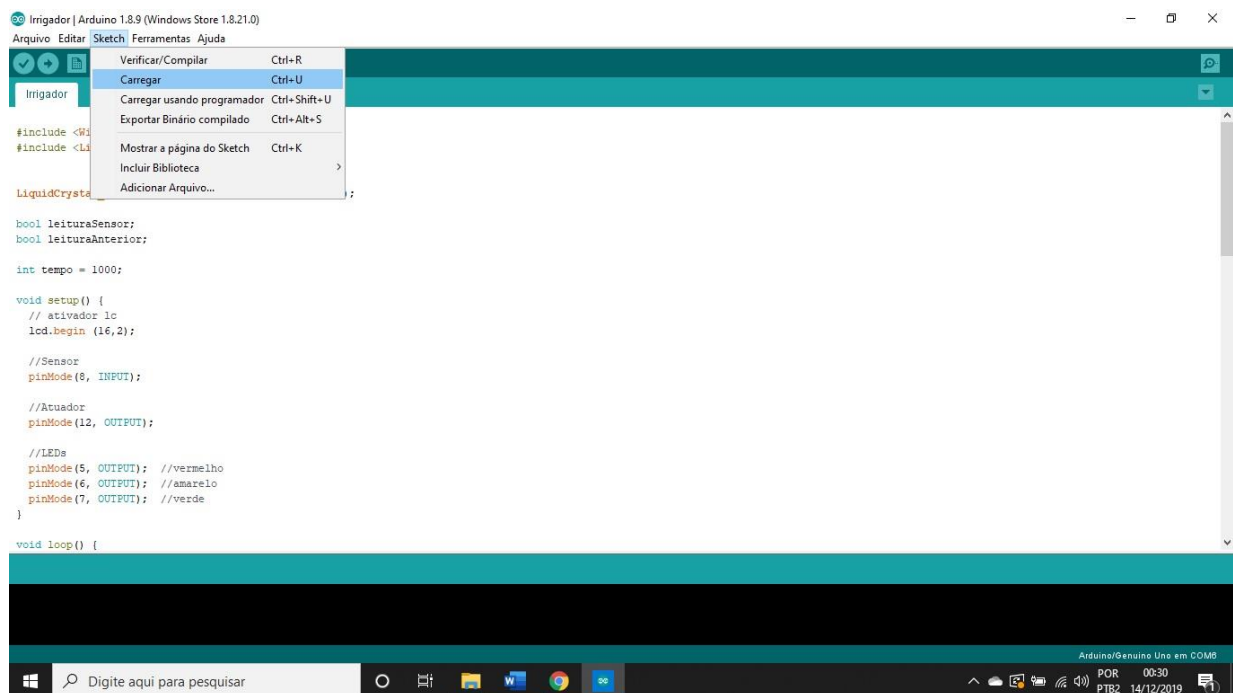
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Irrigacao status:");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Ativada!!!");
delay(tempo);
while (digitalRead(8)) {
    digitalWrite(12, HIGH); //rele / válvula / solenoide / bomba
    delay(500);
    digitalWrite(12, LOW); //rele / válvula / solenoide / bomba

    delay(10000);
}
digitalWrite(6, LOW); //amarelo
}
leituraAnterior = leituraSensor;
}

```

Após compilar o código e gerar o aqui HEX é preciso gravar no Microcontrolador, foi utilizado o gravador físico do Arduino já acoplado ao Microcontrolador e o software utilizado foi o Arduino IDE. Após gravados o Microcontrolador processa e automatiza os dados para irrigação automática.

Figura 12 - Software de Gravação do Firmware



Autor – Marcelo Franchin



#### **4. ANÁLISES E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS**

Após pesquisas foi possível adquirir todos os Hardwares que seriam necessários para a construção do protótipo. As conexões foram feitas e a partir disto o desafio atual é automatizar todo o processo através do firmware que está sendo desenvolvido em linguagem C. Teste foram realizado e o protótipo atendeu ao que foi proposto.

#### **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O desafio de propor o desenvolvimento de um irrigador automatizado vem sendo bastante enriquecedor, podendo realizar um ensaio de gestão da cadeia de suprimentos na indústria 4.0. Além da convivência com tecnologias de automação, as quais dialogam muito com o curso de engenharia da computação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ABNT – **Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 14724:** Informação e documentação. Trabalhos Acadêmicos - Apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.

Eletrogate – **Compra dos Hardwares e descrições** Disponível em:  
<https://www.eletrogate.com/> (comprar dos hardwares). Acesso em: 06/10/2019

Ind – **Industria 4.0** Disponível em: <https://www.industria40.ind.br/artigo/18400-o-que-e-a-globalizacao-40> Acesso em: 01/10/2019

Mega – **O que é a Globalização 4.0** Disponível em: <https://www.mega.com.br/blog/o-que-e-a-globalizacao-4-0-1232/> Acesso em: 01/10/2019

Microchip – **Datasheet Pic 18F4550** Disponível em:  
<https://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/39632c.pdf> Acesso em:  
06/10/2019

WR Kits Cursos – **Curso Microntroladores Pic** Disponível em:  
[https://www.youtube.com/watch?v=mFP3djjwVGk&list=PLZ8dBTv2\\_5HQ-LrS9r1dP30h8n9sh04gh](https://www.youtube.com/watch?v=mFP3djjwVGk&list=PLZ8dBTv2_5HQ-LrS9r1dP30h8n9sh04gh) Acesso em: 06/10/2019

SEVERINO, A. J.. **Metodologia do trabalho científico**. 22. ed. rev. e ampl. São Paulo: Cortez, 2002.

Sebrae – **Entenda o design thinking**, Disponível em:  
<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/entenda-o-designthinking,369d9cb730905410VgnVCM1000003b74010aRCRD> Acesso em:  
20/010/2019

System Citys – **Indústria 4.0** Disponível em:  
<https://www.citisystems.com.br/industria-4-0/> Acesso em: 01/12/2019

Veja – **Globalização 4.0** Disponível em:  
<https://veja.abril.com.br/blog/noblat/globalizacao-4-0/> Acesso em: 01/10/2019

## **ANEXOS**

(Materiais coletados por meio de pesquisas em diversas fontes)

Você pode anexar qualquer tipo de material ilustrativo, tais como tabelas, lista de abreviações, documentos ou parte de documentos, resultados de pesquisas, etc.

- Utilizar papel branco, A4.
- Fonte ARIAL, estilo normal, tamanho 12.
- Citações com mais de três linhas, fonte tamanho 10, espaçamento simples e recuo de 4cm da margem esquerda.
- Notas de rodapé, fonte tamanho 10.
- Todas as letras dos títulos dos capítulos devem ser escritas no canto esquerdo de cada página, em negrito e maiúsculas.
- O espaçamento entre linhas deve ser 1,5.
- O início de cada parágrafo deve ser recuado de 2cm da margem esquerda.
- As margens das páginas devem ser: superior e esquerda de 3cm; inferior e direita de 2cm.
- O número da página deve aparecer na borda superior direita, em algarismos arábicos, inclusive das Referências e Anexos, somente a partir da Introdução, embora todas sejam contadas a partir da folha de rosto. Não contar a capa para efeito de numeração.

## **APÊNDICES**

### **Apêndice A –**

2 – PAPEL PARA IMPRESSÃO → Papel branco, formato A4. → Relatório deverá ter linguagem clara, objetiva, ser baseado em fatos e não conter assuntos de natureza política ou pessoal, restringindo-se ao estilo essencialmente técnico. → A linguagem deve ser impessoal.

3 – FONTE, TAMANHO E COR → Times New Roman ou Arial; → Tamanho 12 para texto, 10 para citações de mais de três linhas e de 10 para notas de rodapé; → Cor preta

4 – MARGENS → Superior e esquerda – 3,0 cm; → Inferior e direita – 2,0 cm; → Parágrafo – 1,5 cm da margem esquerda; → Títulos ou subtítulos – alinhados à esquerda, iniciando sempre uma nova página; → Sumário, Introdução, Conclusão e Referências Bibliográficas (Centralizados).

5 – PAGINAÇÃO (números das páginas) → Superior e à direita começando da introdução em algarismos arábicos (1, 2, 3....)

6 – ESPAÇAMENTO → Todo texto deve ser digitado em espaço 1,5. → Excetuam-se: citações longas (com mais de três linhas) notas de rodapé, as Referências Bibliográficas (ou Bibliografia) e as legendas de ilustrações e tabelas, que são digitadas em espaços simples. → Os parágrafos devem ser separados por uma linha em branco. → Utilize espaçamento duplo entre títulos e texto.