



**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA  
SOUZA**

**Etec SYLVIO DE MATTOS CARVALHO  
CURSO DE TÉCNICO EM MECATRÔNICA**

**ALLAN JUNIOR DA SILVA**

**ANDERSON DE OLIVEIRA SEIXAS**

**BRUNO HENRIQUE DA SILVA ARROIO**

**DAVID MUNHOZ**

**ÉRICA REGINA CUCCO**

**IGOR FABIANO LOURENÇO**

**SISTEMA DE IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADO**

**Matão, SP  
2023**

**ALLAN JUNIOR DA SILVA**  
**ANDERSON DE OLIVEIRA SEIXAS**  
**BRUNO HENRIQUE DA SILVA ARROIO**  
**DAVID MUNHOZ**  
**ÉRICA REGINA CUCCO**  
**IGOR FABIANO LOURENÇO**

**SISTEMA DE IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADO**

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado ao Curso Técnico em Mecatrônica da Escola Técnica Estadual Sylvio de Mattos Carvalho, orientado pelo Prof. Eng. Geison Soares como parte dos requisitos para a obtenção do título de Técnico em Mecatrônica

**Matão, SP**  
**2023**

## RESUMO

Nosso projeto consiste em um sistema de irrigação automatizado é um conjunto de dispositivos e tecnologia que controlam o fornecimento de água e nutrientes necessários para o cultivo de hortaliças. Em nosso projeto temos em foco o cultivo de alface. O processo de irrigação automatizado, é formado através de um protótipo, feito a base com metalon, uma caixa organizadora e os reservatórios onde vamos pôr a água e os nutrientes, utilizando CLP, bomba d'água, válvula solenoide. Um dos métodos mais eficazes é a irrigação por gotejamento. O funcionamento do projeto ocorre através de uma programação em linguagem ladder. Sendo assim, conseguimos irrigar as alfaces com a água e nutrientes necessários, com as quantias e os horários corretos, assim tendo uma produção eficaz. Esse sistema facilitará muito a vida do produtor. O sistema de irrigação automatizado melhora a produtividade e qualidade da plantação, responsável por evitar gastos de energia e água em excesso, pois controlam a quantidade lançada sobre as plantas. A questão do horário de irrigação, quantidade necessária e dias escolhidos ficam mais fáceis, pois, mesmo que não tenha ninguém no local, os irrigadores são acionados e funcionam de acordo com o programado. Seus sensores também identificam a umidade do solo, a temperatura e a incidência solar, podendo decidir o melhor momento para irrigar. O sistema de irrigação automatizado é a melhor solução para irrigação, suas vantagens são o menor gasto com mão-de-obra, adaptação em qualquer topografia e uniformidade na irrigação. Ao suprir a necessidade hídrica de jardins e plantações faz-se essencial um sistema de irrigação automatizado de qualidade, através de um projeto elaborado por profissionais responsáveis, conforme as necessidades do ambiente e do solo, a topografia, a necessidade hídrica, condições climáticas, cultura plantada, os profissionais irão identificar o melhor local, modelo e posição para instalação dos irrigadores.

**Palavras-chaves:** Nutrientes, Irrigação, Programação, Automatizado, Água.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>5</b>
<b>2. METODOLOGIA.....</b>	<b>7</b>
2.1. Preparo dos Canteiros.....	9
2.2. Correção do Solo .....	9
2.3. Controle de Pragas e Doenças.....	10
2.4. Irrigação.....	10
2.5. Condições Climáticas.....	10
2.6. A Importância dos Fertilizantes.....	11
<b>3. DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>12</b>
3.1. Lista de Materiais.....	12
3.1.1. Processo de Irrigação.....	13
3.1.2. Processo da Estrutura em Metalon.....	14
3.1.3. Solda MIG.....	14
3.1.4. Estrutura e Caixa em PVC.....	15
3.1.5. Bomba D'água.....	15
3.1.6. Válvula Solenoide.....	16
3.1.7. Bicos Pulverizadores .....	16
3.1.8. Pulverizador.....	18
3.2. Desenvolvimento Mecânico e Estruturas do Projeto.....	18
3.3. Desenvolvimento Elétrico do Projeto.....	20
3.4. Desenvolvimento Programação do Projeto.....	20
3.4.1. Programação Linguagem Ladder do Projeto.....	20
3.4.2. CLP .....	21
3.4.3. IHM .....	22
<b>4. RESULTADOS ALCANÇADOS.....</b>	<b>27</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS (CONCLUSÃO).....</b>	<b>28</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>29</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A escassez de água e a necessidade de a planta aumentar e eficiência na agricultura têm impulsionado a busca por sistemas de irrigação mais inteligentes. Nesse contexto, a automação desempenha um papel fundamental ao permitir o controle preciso e em tempo real da irrigação, evitando o desperdício e maximizando a produção. A irrigação é uma técnica que objetiva o fornecimento de água e nutrientes para plantas na quantidade ideal de forma que estas possam se desenvolver de forma adequada. Um dos métodos mais eficazes é a irrigação por gotejamento. Sua eficiência é dada por utilizar a técnica de irrigação localizada, onde a aplicação da água é realizada com alta frequência e direcionada apenas para a zona da raiz da planta. A produtividade é maior quando são utilizadas técnicas de irrigação localizada. Isso se deve ao fato de esse tipo de sistema apresentar maior homogeneidade na aplicação da água, proporcionando melhores condições para o desenvolvimento das plantas.

A **justificativa** do projeto em questão é o sistema de irrigação automatizado melhora a produtividade e qualidade da plantação, responsável por evitar gastos de energia e água em excesso, pois controlam a quantidade lançada sobre as plantas.

Isso mostra que diferentes plantas apresentam diferentes tipos de necessidade quanto à irrigação. Essa necessidade também pode variar de acordo com a condição climática e com a estação do ano. Isso significa que um sistema automatizado para irrigação deve atentar-se a variados tem como um dos fatores como o tipo de planta, tipo de solo e a temperatura do ambiente. A demanda altamente crescente de água doce requer o uso de tecnologia de automação e seus instrumentos para gerar eficiência na utilização dos recursos hídricos o aperfeiçoamento da estratégia de controle do sistema de irrigação pode resultar em economia de água e conservação de energia. há uma profunda repercussão sobre as diferentes tecnologias de sistemas de automação para irrigação, pois possibilita irrigações sem a necessidade de acompanhamento, além de resultar em melhorias na qualidade do processo de cultivo. Sistemas de irrigação também podem ser aplicados em residências, na irrigação de hortaliças, plantas ornamentais e jardins visando minimizar a necessidade de intervenção humana.

Combinando as ideias apresentadas pela técnica de irrigação localizada com um sistema automatizado que utilize informações como a umidade do solo e a

temperatura do ambiente, é possível desenvolver um sistema automatizado de irrigação que seja viável financeiramente e ecologicamente eficiente para uso em residências, tornando mais simples a manutenção de tais plantas.

Conforme aos **Objetivos Gerais** tem como finalidade de construir um sistema de irrigação automatizado, e este projeto tem como **Objetivos Específicos** a ser realizado para identificar as principais necessidades e obrigações do sistema de irrigação automatizado. Analisando as condições do solo, quantidade de água, chuva, incidência solar, as culturas ali plantadas, assim as técnicas empregadas, a quantidade de irrigação e o tempo podem ser diferentes.

Sistemas de irrigação automatizados necessitam de calibração para evitar desperdício e melhorar a eficiência de sua utilização. A água é um recurso essencial para a vida e ao desenvolvimento socioeconômico, conseqüentemente seu uso consciente minimiza uma possível crise hídrica. Portanto, ações urgentes devem ser implementadas no sentido de melhorar a eficiência de sua utilização. É extremamente necessário identificar o manejo correto da cultura como sendo uma importante ação em prol do seu melhor desenvolvimento e nesse sentido a irrigação assume um importante papel no aumento da produção, que independentemente das variações climáticas durante o ano, pode tornar a atividade agrícola/pecuária mais competitiva. Porém, em se tratando de irrigação, seu maior problema está relacionado justamente à aplicação da água, pois quando não há aplicações deficitárias, afetando diretamente a produção, há aplicações excessivas acarretando lixiviação de nutrientes e conseqüentemente desenvolvendo doenças à cultura. Por esse motivo, vem crescendo cada vez mais o número de produtores rurais que passaram a utilizar a irrigação de precisão como estratégia para alcançar uma relação eficiente entre o volume de água utilizado e a produtividade da cultura, garantindo um aumento significativo tanto na produtividade, quanto na sua rentabilidade.

## 2. METODOLOGIA

No Brasil, a proposta de utilizar sistema de controle automático no manejo de irrigação ainda é bastante inicial e a maioria dos existentes e comercializados, além de importados, é sistema dedicado, ou seja, cada entrada de referência corresponde a uma condição fixa de operação, pois a bomba e as válvulas são acionadas em datas e períodos pré-programados.

Os sensores são instrumentos que realizam medições das variáveis que se deseja saber, por exemplo: sensor de temperatura, de radiação solar, de umidade relativa do ar, de velocidade do vento, dentre outros. São responsáveis por coletar as medidas necessárias para se determinar o valor da lâmina de irrigação a ser aplicada na cultura. Mas, será que essas medidas são realmente confiáveis? É justamente nesse momento que devemos evidenciar a importância de um processo de calibração de todos os sensores, sem a qual os processos decisórios de aplicação da lâmina de irrigação serão induzidos ao erro, nesse caso específico, aplicando uma lâmina de água maior ou menor do que a necessária. Para exemplificar, este sistema de irrigação, por falta de calibração de seus sensores, aplicar uma lâmina de 1mm a mais em um hectare, teremos uma aplicação desnecessária de dez mil litros de água na cultura/solo. Portanto, dada a importância dos valores medidos pelos sensores para a aplicação da lâmina de irrigação, é fundamental entender que a calibração dos instrumentos exerce um papel fundamental tanto na confiabilidade das medidas realizadas, quanto para assegurar uma gestão ambiental mais eficiente. No caso específico do projeto de pesquisa, foram calibrados dois sensores: o de temperatura atmosférica e o de precipitação. Tais sensores compõem um controlador automático de irrigação cujas principais funções são medir a temperatura e as precipitações ocorridas durante 24 horas por dia, calcular a evapotranspiração da cultura, calcular o valor da lâmina de irrigação e calcular o tempo de irrigação (período em que a bomba e as válvulas permanecerão acionadas).

O procedimento de calibração desses sensores foi realizado no Laboratório de Instrumentação Meteorológica (LIM) do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), situado no município de Cachoeira Paulista (SP). Tal procedimento busca atender o padrão de rastreabilidade ao NVLAP – National Voluntary Laboratory Accreditation Program, dos

EUA e um sistema de rastreabilidade à Rede Brasileira de Calibração (RBC), do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro).

Basicamente, o processo de calibração é caracterizado pela relação existente entre os valores medidos e as incertezas de medição. O intuito de analisarmos as incertezas (possíveis erros de medição) é para garantirmos a confiabilidade dos dados a serem utilizados pelo controlador automático de irrigação e conseqüentemente possibilitar que as decisões sejam mais acertadas quanto ao momento e à quantidade de irrigação.

De acordo com a metodologia utilizada na calibração do sensor de temperatura foi baseada na comparação direta entre os valores medidos pelo sensor do controlador automático de irrigação e um sensor com um valor padrão de referência, por meio de uma câmara climática do fabricante Cincinnati Sub Zero, modelo ZPH-16-1.5HAC.

Através da automação que é considerada como sendo uma das ferramentas mais eficientes na redução dos custos de produção e especialmente nas atividades agrícolas e agropecuárias. Atualmente vem se tornando cada vez mais utilizada como ação estratégica na busca da rentabilidade da atividade, mostrando a importância da tecnologia na tomada de decisão no processo de gestão. E sabendo da importância que os procedimentos de calibração possuem dentro de um sistema de irrigação de precisão, ao levar em consideração tal procedimento o produtor rural certamente alcançará maior competitividade e produtividade por área, viabilizando, com isso, uma prática mais eficiente para o manejo do ecossistema.

Para além das culturas tradicionais que se fazem presente na grande maioria das propriedades voltadas ao agronegócio, o cultivo de hortaliças também pode ser uma prática capaz de trazer boa rentabilidade, especialmente para os produtores rurais com área menor para a plantação. O cultivo desses vegetais deve buscar o mais elevado padrão de qualidade, uma vez que o produto será transportado e ficará nas prateleiras até ser adquirido pelo consumidor final. O tamanho, o aspecto e a viscosidade são fatores que precisam ser levados em consideração, afinal influenciam diretamente na qualidade final. Cultivar hortaliças parece ser uma tarefa mais simples, em comparação com grandes culturas, como a soja ou a cana de açúcar. No entanto, assim como qualquer outro tipo de cultura, elas precisam de práticas de manejo adequadas para garantir o resultado esperado.



## 2.1. Preparo dos Canteiros

A grande maioria das hortaliças precisam ser semeadas em canteiro fechado ou até mesmo em bandejas antes de passarem para um local definitivo. O canteiro de semeadura ou sementeira é feito e adubado da mesma forma que o canteiro de cultivo. O solo deve estar bem destorroado para permitir que as sementes nasçam com facilidade e possam se desenvolver de maneira saudável.

Os canteiros devem ter pelo menos meio palmo de altura (cerca de 11 cm), 1,20 m de largura na base e 1 m de largura na crista. Garantir a altura ideal é fundamental para proteger as hortaliças da umidade e, assim, evitar doenças que possam acometer as plantas.

## 2.2. Correção do Solo

O transplântio da sementeira para o local definitivo é feito quando as mudas tiverem de quatro a seis folhas, o que ocorre cerca de 20 a 30 dias após a semeadura. Contudo, antes de passar as hortaliças para o solo definitivo, é preciso prepará-lo para permitir o correto desenvolvimento das plantas.

O solo ideal para o cultivo de hortaliças deve leve, fofo, poroso, bem drenado, arejado e rico em matéria orgânica. No caso dessa última característica, é preciso utilizar fertilizantes diferenciados e com alta tecnologia, que irão garantir excelente qualidade e produtividade. Alguns sinais de que o solo precisa de correção podem ser observados na própria planta. Conheça os principais sinais de deficiência nutritiva:

**Cálcio:** folhas novas sem crescimento e retorcidas.

**Nitrogênio:** folhas superiores com cor verde claro e folhas inferiores amareladas.

**Carbono:** manchas brancas nas folhas e crescimento atrofiado.

**Fósforo:** folhas mais escuras que o normal e perda de folhas.

**Ferro:** folhas novas em tons amarelados e brancos, com veios verdes.

**Potássio:** bordas e pontas amarelas, especialmente em folhas mais novas.

**Manganês:** pontos amarelos e buracos nas folhas entre os veios.

**Magnésio:** folhas mais baixas ficando amareladas de fora para dentro.

### **2.3. Controle de Pragas e Doenças**

O cultivo de hortaliças está muito sujeito ao ataque de pragas e doenças. A produção de culturas satisfatórias requer medidas rigorosas de controle para evitar que esses males atinjam a plantação. O rendimento das culturas pode ser reduzido por ataque de doenças ou insetos, e quando as plantas são atacadas em um estágio inicial de crescimento, toda a colheita pode ser perdida.

É preciso procurar por produtos no mercado, recomendados de acordo com a hortaliça que você está cultivando. Geralmente, esses produtos são bem menos agressivos do que os utilizados em larga escala no cultivo de culturas mais tradicionais.

### **2.4. Irrigação**

De maneira geral, o ideal é regar os canteiros uma vez por dia, bem cedo ou à tarde, deixando-os bem úmidos, mas sem encharcar o solo. Os dois tipos de irrigação terrestre geralmente adequados para vegetais são irrigação de superfície e irrigação por aspersão. Um local nivelado é necessário para a irrigação da superfície, na qual a água é transportada diretamente sobre o campo em valas abertas a uma velocidade lenta e não erosiva. Onde a água é escassa, podem ser usados dutos, eliminando as perdas causadas por infiltração e evaporação. A distribuição da água é realizada por várias estruturas de controle, e o método de sulco de irrigação de superfície é frequentemente empregado, porque a maioria das hortaliças é cultivada em fileiras.

### **2.5. Condições Climáticas**

Existem hortaliças que são mais adequadas para climas secos, outras para regiões mais chuvosas. Por isso, é essencial conhecer muito bem as condições climáticas da sua região e as hortaliças que mais se adequam ao local em que você se encontra. A maioria das hortaliças prefere climas amenos. Geralmente, climas muito frios retardam ou comprometem seu crescimento, mas com os cuidados adequados é possível obter resultados satisfatórios durante as estações mais frias,

como outono e inverno. Conheça as principais hortaliças que podem ser cultivadas durante essas épocas: Alface, Rúcula, Agrião, Couve, Salsa.

Por outro lado, outras hortaliças são típicas de climas quentes. No entanto, é necessário tomar cuidado, pois temperaturas excessivamente elevadas podem comprometer o cultivo da planta. De maneira geral, as hortaliças que melhor se desenvolvem no verão e primavera são: Berinjela, Quiabo, Batata-doce, Pepino, Coentro, Abobrinha, Abóbora.

## **2.6. A Importância dos Fertilizantes**

Embora a maioria das verduras e dos legumes aceitem bem vários tipos de solo, a fertilidade é fator essencial para o vigor das plantas. Como já citamos anteriormente, o uso de fertilizantes de qualidade e com alta tecnologia contribuem para que as hortaliças possam absorver os nutrientes essenciais ao seu desenvolvimento, resultando em plantas saudáveis, com mais sabor, qualidade e maior durabilidade.

A TMF desenvolver fertilizantes de múltipla ação, capazes de corrigir, construir e manter a fertilidade do solo em todo seu perfil, além de nutrir plantas para alcançar altas produtividades. Todos esses benefícios em um único grânulo, fornecendo nutrientes específicos e essenciais para seu solo e para a sua produção. A ação dos nossos fertilizantes para o cultivo de hortaliças é extremamente vantajosa, oferecendo um excelente custo-benefício que irá trazer maior produtividade, qualidade e rentabilidade à produção.

Em um país do tamanho do Brasil, com condições ambientais (solo e clima), culturais e sociais tão diversas, não tem embasamento técnico/científico/econômico a adoção de um único sistema de produção. Um sistema de produção só deveria ser definido com base em um diagnóstico preciso das condições de solo (mapeamento da fertilidade dos solos da propriedade através de análise de solo), das condições climáticas (índice pluviométrico e distribuição de chuvas, temperatura, radiação solar), das pastagens (área, relevo, tamanho, grau de degradação, problemas de manejo, pragas e invasoras, espécie forrageira, capacidade de suporte, taxa de lotação), dos animais (raça, cruzamento, programa de melhoramento genético, programa sanitário), da equipe da propriedade (nível instrucional, capacidade de liderança, nível salarial, condições de trabalho e de moradia), do negócio (mercado, preços).

### 3. DESENVOLVIMENTO

A Tabela mostra os itens e seus respectivos valores utilizados para a montagem do protótipo do Sistema de Irrigação Automatizado de 2023. Onde foi efetuado uma cotação e compras dos itens do protótipo.

#### 3.1. Lista de Materiais

Tabela 1 – Lista de Materiais utilizados no protótipo 2023

Item	Descrição	Qtde	Investimento	Valor Real
1	Válvula solenoide	2	Reutilizada	R\$ 242,00
2	CLP	1	Usamos da escola	R\$ 1799,00
3	Disjuntor	1	Reutilizada	R\$ 100,00
4	Fios	7mt	Reutilizada	R\$ 45,00
5	Bomba D'agua	1	Reutilizada	R\$ 100,00
6	Led	1	Reutilizada	R\$ 15,00
7	Sensor de Nível	2	Reutilizada	R\$ 60,00
8	Caixa Organizadora	1	R\$ 23,00	R\$ 23,00
9	Cano PVC	1mt	R\$ 27,00	R\$ 27,00
10	Mangueira de irrigação	2mt	R\$ 20,00	R\$ 20,00
11	Bicos	10	R\$ 20,00	R\$ 20,00
12	Reservatório	3	R\$ 6,00	R\$ 6,00
13	Metalon	12mt	R\$ 140,00	R\$ 140,00
14	Tampão cano PVC	6	R\$ 132,00	R\$ 132,00
15	Borne conector	19	Reutilizada	R\$ 100,00
16	Sombrite	2mt	Reutilizada	R\$ 5,00
17	Abraçadeira de nylon	20	R\$ 14,00	R\$ 14,00
18	Tinta spray	4	R\$ 88,00	R\$ 88,00
19	Solda (mão de obra)	1	R\$ 150,00	R\$ 150,00
20	Adaptador flange 20mm	3	R\$ 27,00	R\$ 27,00
21	Conexões cano PVC	14	R\$40,00	R\$40,00
22	Parafusos, porcas e arruelas	15	R\$37,50	R\$37,50
23	Fonte de Alimentação	1	R\$150,00	R\$150,00
24	Botão de emergência	1	Reutilizada	R\$ 21,00
25	Chave geral	1	Reutilizada	R\$ 12,00
		<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 874,50</b>	<b>R\$ 3.373,50</b>

Fonte: Arquivo Pessoal - Lista de compras do projeto 2023.

### 3.1.1. Processo de Irrigação

A história da irrigação se confunde, na maioria das vezes, com a história da agricultura e da prosperidade econômica de inúmeros povos. Muitas das antigas civilizações se originaram em regiões áridas, onde a produção só era possível com o concurso da irrigação.

O Brasil, dotado de grandes áreas agricultáveis localizadas em regiões úmidas, não baseou, no passado, a sua agricultura na irrigação.

Um fato de extrema importância para o mundo da irrigação foi a invenção do primeiro aspersor de impacto. Na época, a invenção foi comparada à lâmpada de Thomas Edison e ao telefone de Alexandre Gram Bell. Orton Englehart foi um cultivador de citrus residente no sul da Califórnia que inventou o primeiro aspersor de impacto em 1933 e revolucionou a história da produção de alimentos e iniciou uma nova era na irrigação mundial.

Paralelamente ao desenvolvimento dos sistemas e equipamentos de irrigação de Agricultura, tivemos também o nascimento e a evolução da Irrigação para atender áreas paisagísticas.

Em 1926, foi desenvolvido o primeiro aspersor que girava por meio de engrenagens para ser utilizado em irrigação de jardins.

No final dos anos 50, finalmente, houve a invenção dos dois produtos mais revolucionários e mais populares para a irrigação de áreas paisagísticas. A invenção dos aspersores plásticos escamoteáveis sprays e rotores.

No Brasil, o mercado de Irrigação para Paisagismo iniciou-se no ano de 1990, exatamente quando o governo liberou as importações para nosso país e nasceram as primeiras empresas de Irrigação para Jardins e Gramados esportivos.

A escassez de água no mundo é agravada em virtude da desigualdade social e da falta de manejo e usos sustentáveis dos recursos naturais. De acordo com os números apresentados pela ONU – Organização das Nações Unidas – fica claro que controlar o uso da água significa deter poder.

As diferenças registradas entre os países desenvolvidos e os em desenvolvimento chocam e evidenciam que a crise mundial dos recursos hídricos está diretamente ligada às desigualdades sociais.

### 3.1.2. Processo da Estrutura em Metalon

Conhecido pela resistência, o metalon é um tipo de aço carbono, com ou sem costura, muito utilizado no ramo da construção civil.

Esse material é bastante requisitado no setor, também, pela sua grande versatilidade, visto que ele está presente nos mais diversos objetos utilizados no nosso cotidiano.

O metalon pode ser fabricado nos formatos quadrangular e retangular. Isso permite que ele seja usado tanto em estruturas leves quanto em pesadas.

Facilidade de limpeza e conservação: o metalon pode ser higienizado apenas água e algum produto de limpeza neutro, sem grandes dificuldades. Excelente custo-benefício: o tubo de aço metalon é uma das alternativas mais econômicas do mercado, com muitas vantagens para o consumidor.

### 3.1.3. Solda MIG

Já a primeira máquina de solda portátil foi inventada em 1911, sendo que em 1916, foi desenvolvida a primeira versão do processo de soldagem MIG (Metal Inert Gas). Durante os anos de 1930, a soldagem foi um dos fatores que contribuiu para o estabelecimento da indústria naval de estaleiros. O processo de soldagem MIG MAG pode ser definido como um processo de soldagem por fusão, que utiliza o calor de um arco elétrico formado entre um eletrodo metálico consumível e a poça. Tanto o arco quanto a poça de fusão são protegidos contra a contaminação pela atmosfera por um gás ou uma mistura de gases.



Figura 1: Processo de Soldagem  
FONTE: Arquivo Pessoal (2023).

### 3.1.4. Estrutura e Caixa em PVC

A história do PVC iniciou em 1835, quando o químico e inventor alemão Justus von Liebig descobriu o monômero cloreto de vinila (VC). Desta época até a produção comercial do produto, foram anos: no Brasil, por exemplo, ela começou em 1954.

O PVC surgiu acidentalmente, sintetizado em 1872 pelo químico Eugen Baumann quando ele esqueceu um recipiente de cloreto de vinila exposto ao sol, fazendo surgir nele um pedaço sólido de poli cloreto de vinila, ou PVC. O PVC contém, em peso, 57% de cloro, obtido através da eletrólise do sal marinho (um recurso natural inesgotável) e 43% de eteno, derivado do petróleo. A eletrólise é a reação química resultante da passagem de uma corrente elétrica por água salgada (salmoura).

### 3.1.5. Bomba D'água

A bomba d'água é um equipamento muito importante, pois transfere a água de um lugar para o outro. Para usar um exemplo do dia a dia, ela é responsável pelo abastecimento das caixas d'água, tanto de casas como em apartamentos. Mas, para cada tipo de uso, existe um tipo de bombas d'água diferente. A bomba d'água para irrigação de turbina são muito utilizadas na irrigação porque são eficientes e capazes de gerar alta pressão de água. Vazão e a pressão que o sistema de irrigação que você utiliza precisa para desempenhar bem. MCA (metros de coluna d'água), de acordo com a necessidade do seu aspersor. Metragem da altura de sucção e da altura de recalque. Perda de carga ao longo do comprimento da linha de tubulação.



Figura 2: Bomba D'água do Projeto  
FONTE: Google.com (2023).

### 3.1.6. Válvula Solenoide

A válvula de solenoide é controlada pela corrente elétrica, que passa por uma bobina. Quando a bobina é energizada, um campo magnético é criado, fazendo com que um êmbolo dentro da bobina se mova. Dependendo do desenho da válvula, o êmbolo irá abrir a válvula solenoide ou fechar a válvula. A sua função é, basicamente, abrir ou fechar o fluxo de um determinado equipamento ou de uma tubulação de maneira elétrica. A válvula é composta por dois componentes básicos que são o corpo, onde passa o fluido; e a bobina, responsável pelo acionamento elétrico da parte mecânica da válvula. Dessa forma, uma válvula solenoide é, basicamente, um registro elétrico.



Figura 3: Válvula Solenoide do Projeto  
FONTE: Google.com (2023).

### 3.1.7. Bicos Pulverizadores

Existem 8 parâmetros fundamentais para realizar e avaliar uma pulverização agrícola da maneira correta:

**Dose:** concentração do ingrediente ativo para obter o controle da população alvo. Pode ser calculado em gramas/hectare ou litros/hectare. O valor ideal é calculado por engenheiro agrônomo ou florestal;

**Volume de aplicação:** Mede a quantidade de calda aplicada por unidade de área, afetado por alvo, bico, condições climáticas, tipo de planta e produto;



**Cobertura:** Quantidade de gotas depositadas sobre o alvo na pulverização, determinada pelo produto, tamanho da gota e outros fatores, como arquitetura da planta, densidade de folhas e mais;

**Tamanho de gotas:** Normalmente medido em micrômetros (mícron) para o diâmetro da gota pulverizada. Define-se esse parâmetro em função do modo de ação do produto (sistêmico ou contato), condições climáticas e situação do alvo (plantação fechada ou aberta). Além disso, o tamanho da gota afeta a escolha do bico;

**Pressão:** Usado para identificar a vazão e o tamanho da gota, pode ser lida no manômetro do pulverizador;

**Vento, temperatura e umidade relativa:** Pulverizações com gotas pequenas não podem ocorrer com ventos superiores a 10 km/h, e as atividades não são recomendadas em temperaturas abaixo de 30°C com umidade relativa acima de 55%. Caso essas condições não sejam atingidas, mudam-se outros parâmetros para facilitar a atividade;

**Deriva:** Movimento do produto através do ar para fora do alvo durante a pulverização. É, em resumo, o desperdício de produto que não chega ao alvo. Pode ser influenciada pelo vento, temperatura, umidade e tamanho das gotas;

**Tipo de bico:** Também conhecidos por pontas de pulverização. Variável importante, pois, afeta outros fatores.



Figura 4: Bicos Pulverizadores do Projeto  
FONTE: Google.com (2023).

### **3.1.8. Pulverizador**

Pulverizadores devem ser escolhidos com base em dois fatores: tipo de cultura e área pulverizada. E as culturas anuais costumam ser atendidas por pulverizadores agrícolas em barra acoplados a tratores. Enquanto as culturas perenes utilizam pulverizadores atomizadores. Além disso, o cálculo de área total determina a quantidade de máquinas necessárias (mais comum para atomizadores, com capacidade sem grande variação) e a capacidade máxima em litros de cada uma delas (pulverizadores de barra podem ir de 400 a 4500 litros em média). Através do spray tipo cone oco com jatos e ângulos variáveis, modelos com distribuição uniforme na formação do cone, grande eficiência ao desgaste, baixo índice de entupimentos. Regulagem e calibração ajudam a corrigir problemas de dispersão e aplicação corretas, podem ser feitas em diferentes partes do pulverizador, incluindo o bico. A calibração ajuda a verificar a confiabilidade do processo e deve ser feita sempre que o consumo ficar acima de 15% da média.

### **3.2. Desenvolvimento Mecânico e Estruturas do Projeto**

Conforme os cortes e acertos de toda estrutura metálica podemos obter informação da área mecânica do protótipo que envolve a construção da base do reservatório, e de todo o sistema de irrigação, onde o suporte e a base foi toda feita de metalon, onde foi utilizado solda MIG, na solda foi utilizado o arame de diâmetro 0.6. A parte Mecânica nesse projeto foi bem pouco usado. Foi usado mais outros fatores. Os sistemas dos reservatórios foram feitos de cano PVC de 150mm (milímetro), junto com o tampão do reservatório de 150mm (milímetro).



Figura 5: Metalon antes da Soldagem  
FONTE: Arquivo Pessoal (2023).

Sistema de irrigação aplicado foi produzido através de uma mangueira pneumática de irrigação de 8mm (milímetro), colocado junto com a mangueira os bicos nebulizadores de irrigação para gotejamento. Através das montagens de todos os conjuntos de material em metalon de 12m (metro), cortado em partes exatamente para fazer a base do protótipo onde vai a caixa organizadora, o metalon foi soldado com solda MIG, foi utilizado o arame de diâmetro 0.6, após a base pronta já soldada, foi montada as tampas do reservatório já com a válvula solenoide, depois foi colocado as tampas no reservatório com a base. E por último foi fixado o painel elétrico na base do protótipo. Este controle operacional mecânico é através da montagem efetuado pelo grupo do projeto com utilizações de ferramentas capazes de fixar o painel elétrico no suporte soldado, para a ligação do protótipo.



Figura 6: Finalização da Base  
FONTE: Arquivo Pessoal (2023).

### **3.3. Desenvolvimento Elétrico do Projeto**

Conforme a realização e a escolha dos materiais elétricos e a reutilização das válvulas solenoides, disjuntor, fios, foi iniciado a montar o painel elétrico e as ligações elétricas. O painel elétrico foi montado, iniciando pela fonte de alimentação, com botão geral, emergência e uma lâmpada de ligação.

Através da ligação dos dispositivos no painel elétrico o funcionamento do protótipo começa pela fonte de alimentação, que transforma o 127v (volt) para 24v (volt). O painel e o CLP serão alimentados com os 24v (volt). E o CLP será responsável por receber informações e enviar aos comandos dos sistemas.

O painel elétrico de distribuição recebe a energia elétrica através de um cabo de alimentação que passa pelo disjuntor geral. Logo após esta etapa, com uso de barramentos e mini disjuntores, a potência é separada para alimentar todos os pontos de consumo de uma indústria, comércio, residência e protótipos de projetos como estamos fazendo.

### **3.4. Desenvolvimento Programação do Projeto**

#### **3.4.1 Programação Linguagem Ladder do Projeto**

Nosso projeto de sistema de irrigação automatizado, foi usado o CLP, utilizando linguagem tipo ladder para a programação. A linguagem Ladder, diagrama Ladder ou diagrama de Escada é um auxílio gráfico para programação de Controladores Lógicos Programáveis (CLP), no qual as funções lógicas são representadas através de contatos e bobinas, de modo análogo a um esquema elétrico com os contatos dos transdutores e atuadores.

A linguagem de programação Ladder é uma ferramenta gráfica usada para desenvolver programas ou softwares para CLP (Controladores Lógico Programáveis), também conhecidos como PLC. É responsável pela lógica de controle, indicando para o controlador qual ação deve ser realizada a partir dos valores de entrada. Desta forma, ele atualiza suas saídas ou atuadores para que interajam ou alterem diferentes processos industriais.

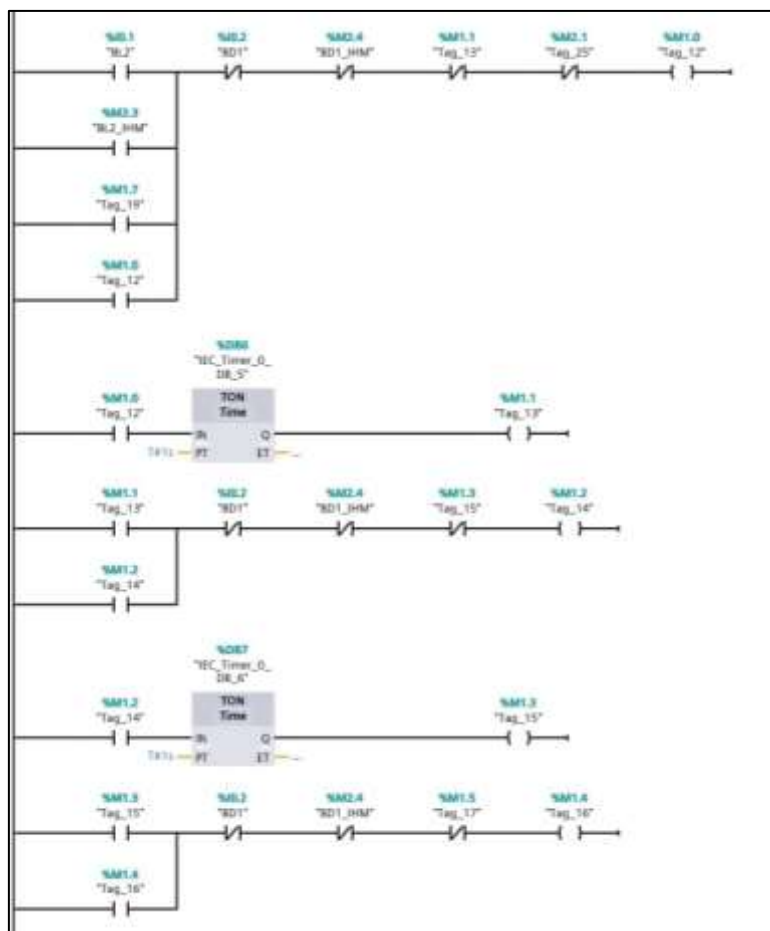


Figura 7: Linguagem Programação Ladder do Projeto  
 FONTE: Arquivo Pessoal (2023).

### 3.4.2 CLP

Abreviação de Controlador Lógico Programável, o CLP é um dispositivo eletrônico com hardware e software que permite comandar aplicações industriais. Ou seja, é um produto similar a um computador onde se é possível inserir um comando para realizar atividades industriais específicas. Ele também pode ser conhecido como PLC, sigla em inglês para Programmable Logic Controller (CLP).

O CLP pode ser considerado um dispositivo multifuncional, já que cada unidade pode abrigar um programa diferente, com funcionamentos, comandos e atividades variadas, necessários para o acionamento e monitoramento dos processos de uma empresa. Dentre os seus componentes estão o processador, a memória, a fonte de alimentação, os módulos de entrada e de saída e os dispositivos de programação.

Softwares específicos desenvolvidos pelos usuários permitem que o CLP possa ser utilizado em aplicações para automação, controle e monitoramento de processos

e máquinas de diferentes tipos e complexidades. Ele também é mais resistente que um computador tradicional e suporta condições extremas, como alteração de temperaturas e ambientes agressivos.

O CLP (um equipamento eletrônico utilizado para programação que tem como principal finalidade o controle e monitoramento de máquinas e processos.



Figura 8: CLP siemens utilizado no Projeto  
FONTE: Arquivo Pessoal (2023).

### 3.4.3 IHM

A interface homem-máquina (IHM) interface entre a máquina processadora e o operador. Em suma, é o painel do operador. É a principal ferramenta que os operadores e supervisores de linha utilizam para coordenar e controlar os processos industriais e de fabricação e as máquinas. Um equipamento com uma tela (que pode ser “touch screen” ou não), cujo objetivo é facilitar a comunicação e interação entre o homem e os sistemas ou dispositivos atuantes na produção inteligente, nas plantas de produção.



Figura 9: IHM Utilizado no Projeto  
FONTE: Arquivo Pessoal (2023).

Através das montagem e ligações das tampas dos reservatórios, com a válvula solenoide já instaladas.



Figura 10: Tampa do Reservatório com a Válvula Solenoide  
FONTE: Arquivo Pessoal (2023).

Reutilizada válvula solenoide, disjuntor, fios, foi iniciado a montar o painel elétrico e as ligações elétricas.



Figura 11: Reutilização dos Materiais e Painel Elétrico  
FONTE: Arquivo Pessoal (2023).

O painel elétrico foi montado, iniciando pela fonte de alimentação, com botão geral, emergência e uma lâmpada de ligação.



Figura 12: Primeira Montagem dos Botões do Painel  
FONTE: Arquivo Pessoal (2023).

Chave geral, botão de emergência e lâmpada foram instaladas no painel elétrico.





Figura 13: Botões e Lâmpada Instalados  
FONTE: Arquivo Pessoal (2023).

Nesse projeto de sistema de irrigação automatizado, foi usado o CLP, utilizando linguagem tipo ladder para a programação.

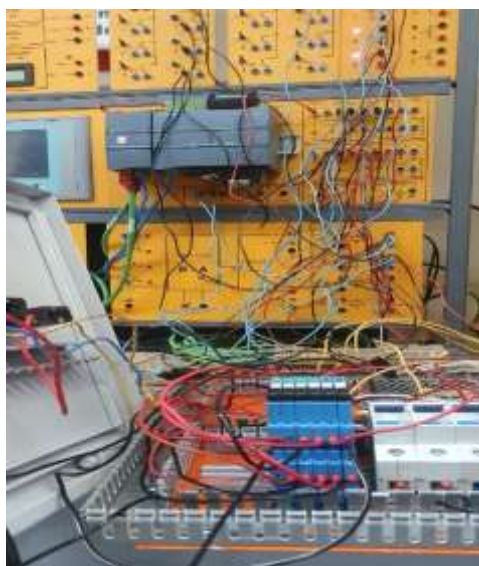


Figura 14: Ligação CLP ao Painel Elétrico  
FONTE: Arquivo Pessoal (2023).

O painel elétrico de distribuição recebe a energia elétrica através de um cabo de alimentação que passa pelo disjuntor geral. Logo após esta etapa, com uso de barramentos e mini disjuntores, a potência é separada para alimentar todos os pontos

de consumo de uma indústria, comércio, residência e protótipos de projetos como estamos fazendo.

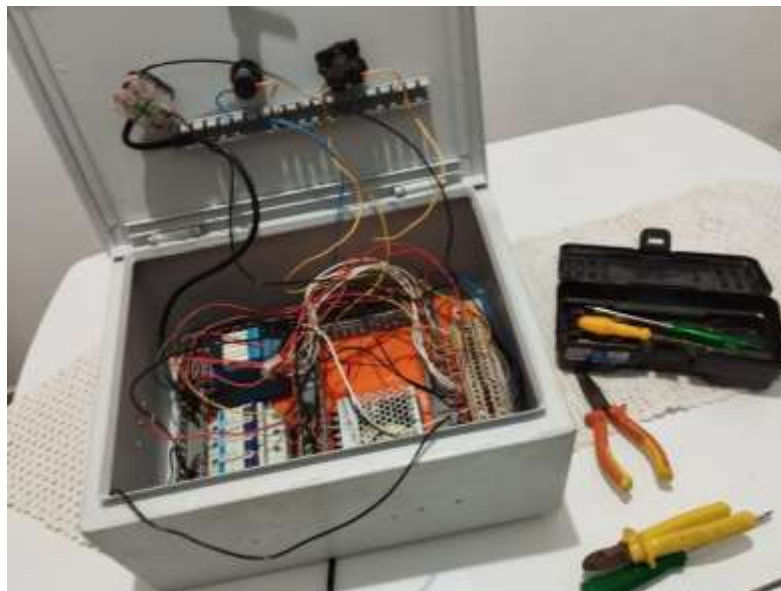


Figura 15: Painel Elétrico  
FONTE: Arquivo Pessoal (2023).

Junto ao CLP, foi utilizado o IHM na qual vai ser usado para dar start nesse protótipo, para controlar o processo da irrigação.



Figura 16: IHM Siemens Utilizado no Projeto  
FONTE: Arquivo Pessoal (2023).

#### 4. RESULTADOS ALCANÇADOS

Foram alcançados os objetivos esperados, tendo resultados positivos, em relação ao que foi proposto no início do projeto. O sistema de irrigação Automatizado executou como o esperado a pulverização. Em conjunto, as válvulas solenoide, a bomba, os sensores de nível e a programação funcionaram como deveriam. Onde foi construído através de partes, mecânicas, elétrica e de programação, e com o conjunto pronto, alcançados os objetivos gerais e específicos através do ótimo planejamento. Encontrado algumas dificuldades ao longo do processo de dosagem de água e nutrientes dos reservatórios, onde o controle e aferição foi o diferencial para obter a boa libração dessa dosagem. As válvulas solenoides com o mesmo tempo de abertura programada, estava liberando uma vazão diferente do ajustado, juntamente com a programação e linguagem Ladder foi alcançado o resultado, onde foi corrigido esse problema no processo de irrigação automatizado. Obteve a troca e o controle aplicado através das leituras, e com o controlador registra dados em tempo real, podemos destacar: temperatura de operação, produtividade do equipamento, início e interrupção de um processo, geração de alarmes de mau funcionamento. O Controlador Lógico Programável CLP funciona como um sistema que controla estes processos, e conseqüentemente foi necessário fazer monitoramento do processo que será controlado. E a utilização dessa automação obtive o controle da bomba de água, automação de sistemas irrigação, controle de acesso programação Ladder, gestão de energia e o controle da dosagem dos nutrientes.



Figura 17:Fase Final do Protótipo.  
FONTE: Arquivo Pessoal (2023)

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS (CONCLUSÃO)

O projeto foi realizado num período de cinco (5) meses, em consequência alcançamos os objetivos propostos onde o planejamento foi: escolha do tema, lista de compras, coleta de dados e desenvolvimento do projeto. Em seguida a parte mecânica foi utilizado: metalon e soldagem. A montagem elétrica, foi utilizado: painel elétrico, CLP, IHM, fonte de alimentação de 24v (volt), relé, válvula solenoide e chave de nível. A programação foi CLP em linguagem Ladder, ela é muito aplicada durante o curso de mecatrônica, através desses pontos, foi concluído esse projeto numa montagem final. Através das pesquisas específicas, referente ao projeto, foram utilizados os artigos, fontes secundarias (livros e manuais) e pesquisas terciarias (biblioteca e resumos). Para a realização do projeto. Montagem da horta automatizada facilitou as atividades dos agricultores no dia-dia visando diminuir ao máximo a mão de obra manual. Uma das principais vantagens da automação industrial é que ela garante mais precisão na produção. Toda variável do processo deve ser mensurada pelo computador principal, o qual assegura desempenho e precisão. O sistema conta com sensores que monitoram e enviam informações ao CLP. Desse modo, as chances de erros diminuem. O CLP também pode contribuir para uma quantidade menor de manutenções e contribuir para melhorar a qualidade da produção, gerando mais economia. Possibilidade de uma rápida adaptação por parte do corpo técnico em sua utilização devido a sua semelhança com diagramas elétricos convencionais e com lógica a relés, aplicabilidade do raciocínio lógico como ferramenta fundamental na elaboração de soluções, fácil visualização dos estados das variáveis sobre o diagrama Ladder, permitindo uma rápida depuração e manutenção do software. Através de todo controle aplicado no projeto, obteve: aumento da produtividade, melhora da qualidade de vida da vegetação, distribuição mais homogênea de nutrientes na plantação, redução de custos, já que o sistema de irrigação é previamente instalado e não haverá mais necessidade da utilização de mão de obra com maquinário, diminuição de danos ao solo e à plantação, fácil aplicação do fertilizante em todos os ciclos da lavoura, independente do clima.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**AIRES, RAFAELLA.** Fertirrigação: o que é e como funciona? (agriq.com.br). Acessado dia 04 de dezembro 2023.

**ALTUS S.A.** O que é e porque você deve utilizar uma IHM na sua aplicação. Acessado dia 20 de outubro de 2023.

**ACQUACONTROLL.** Soluções em Tratamento de Água/sistema-irrigação-automatizado. Acessado dia 04 de dezembro 2023.

**AGUIAR, A. P. ADILSON.** Produção em escala - Revista Cultivar. 10 nov. 2015  
Acessado dia 04 de dezembro 2023.

**BONISSONI, KASSIANA.** Irrigação é a quarta revolução agrícola do Brasil - Revista Cultivar. 12 abr. 2022. Acessado dia 04 de dezembro 2023.

**CIM AUTOMAÇÃO.** CLP: O que é, como funciona e importância na automação - Blog da (cimautomacao.com.br). 2017. Acessado dia 04 de dezembro 2023.

**GAVISH SPIRIT PRO.** Automação em um sistema de irrigação: o que saber? - NaanDanJain. Acessado dia 09 de outubro de 2023.

**ITOGRASS®.** Irrigação: História e evolução (itograss.com.br). 29 jul. 2020. Acessado dia 13 de novembro de 2023.

**INSTITUTO BRASILEIRO DO PVC.** O que é PVC. Acessado dia 13 de novembro de 2023.

**JÚNIOR, ARAÚJO R. DE AGUIAR. TURCO, P. E. JOSÉ. SANTANA, A. A. MÁRCIO. GUIMARÃES, O. L. PATRÍCIA LÚCIA.** Sistema de irrigação automatizada - Revista Cultivar. 29 out. 2020. Acessado dia 15 de setembro de 2023.

**KRONA.** A evolução dos tubos e conexões até a Krona - A Sua Obra. 22 dez. 2017. Acessado dia 13 de novembro de 2023.

**LEROY MERLIN.** Construção, Acabamento, Decoração e Jardinagem/dicas/conheça-os-diferentes-tipos-de-bombas-d'água. Acessado dia 13 de novembro de 2023.

**MATTEDE, HENRIQUE.** O que é CLP e qual a sua aplicação? - Mundo da Elétrica (mundodaeletrica.com.br). Acessado dia 07 de setembro de 2023.

**PANIN, KUCHENBECKER LUIZ.** Válvula solenoide: O que é Como funciona (tecniar.com.br). Acessado dia 13 de novembro 2023.

**RANDON, CONSORCIO.** Sistema de irrigação automático: o que é e como funciona Entenda (randonconsorcios.com.br). 14 jul. 2021. Acessado dia 22 de setembro de 2023.

**TREAL.** História e evolução dos processos de soldagem. 6 nov. 2018. Acessado dia 13 de novembro de 2023.

**TMF, FERTILIZANTES.** Cultivo de hortaliças: conheça práticas essenciais para alta produtividade. Acessado dia 04 de dezembro 2023.