



Técnico em Mecatrônica

Rodolfo Bucis da Silva

Gregory Malcolm Procópio Bonfim

Ysabella da Silva Valdivia

Vittor Akio Garcia Severiano Koga

Lucas Miranda da Hora

Oseas Oliveira

Letícia Mizani de Almeida

Marcos Brasileiro Rocha da Silva

IRRIGADOR DE JARDIM AUTOMATIZADO

São Paulo

2023

Rodolfo Bucis da Silva
Gregory Malcolm Procópio Bonfim
Ysabella da Silva Valdivia
Vittor Akio Garcia Severiano Koga
Lucas Miranda da Hora
Oseas Oliveira
Letícia Mizani de Almeida
Marcos Brasileiro Rocha da Silva

IRRIGADOR DE JARDIM AUTOMATIZADO

Trabalho de Conclusão de curso apresentado ao Curso Técnico em Mecatrônica da Etec Júlio de Mesquita, orientado pelo Prof. Rinaldo Ferreira Martins e Marcos Lopes, como requisito parcial para obtenção do título de técnico em Mecatrônica

São Paulo

2023

Agradecimentos

Gostaríamos de expressar nossos sinceros agradecimentos a todas as pessoas e instituições que contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho. Aos nossos orientadores e professores, agradecemos pelo suporte e orientação ao longo de toda a pesquisa. Aos especialistas e profissionais da área, nosso agradecimento pela generosa colaboração, compartilhando seus conhecimentos e experiências.

Também expressamos nossa gratidão aos colegas e amigos que nos acompanharam nesta jornada, pelo apoio mútuo e pelas valiosas discussões e trocas de ideias. Agradecemos às instituições que forneceram recursos e acesso a materiais e equipamentos necessários para o desenvolvimento da pesquisa.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para o sucesso deste trabalho, expressamos nossa profunda gratidão. Seus esforços e apoio foram fundamentais e serão sempre lembrados.

Lista de ilustrações

Imagem 1 – Irrigação superficial	9
Imagem 2 – Irrigação localizada.....	10
Imagem 3 – Irrigação por aspersão.....	10
Imagem 4 – Aspersor.....	15
Quadro 1 – Sensores de temperaturas diferenças	16
Imagem 5 – CLP	19
Imagem 6 – Arduino	19
Imagem 7 – Sensor de nível da água.....	21
Imagem 8 – Relé	21
Imagem 9 – Bomba da água	23
Quadro 2 – Orçamento.....	27
Quadro 3 – Diagrama de Gantt.....	28
Imagem 10 – Diagrama.....	30
Imagem 11 – Planejamento	31
Imagem 12 – Linha do tempo	31
Imagem 13 – Fluxograma.....	38
Imagem 14 – Programação	39
Imagem 15 – Vista expandida do projeto	44
Imagem 16 – Vista do sistema de irrigação.....	44
Imagem 17 – Aspersor	45
Imagem 18 – Bomba da água	45
Imagem 19 – Sensor de umidade	46
Imagem 20 – Cisterna.....	46
Imagem 21 – Caixa de energia	47
Imagem 22 – Cano “T” para aspersor.....	47
Imagem 23 – Cano.....	48
Imagem 24 – Vista geral do protótipo	49

Sumário

1 INTRODUÇÃO	5
2 DADOS DO PROJETO	7
2.1 Tipo de projeto	7
3 OBJETIVO	8
3.1 Objetivo geral	8
3.2 Objetivo específico	8
4 MÉTODOS	9
4.1 Irrigação superficial	9
4.2 Irrigação localizada	9
5 MATERIAIS	12
5.1 Bomba centrífuga	12
5.2 Aspensor	12
5.2.1 Aspensor escolhido para o projeto	14
5.3 Sensor de Umidade e Temperatura DHT11	15
5.4 CLP	19
5.5 Microcontrolador	19
5.6 Sensor de nível de água	20
5.7 Relé Eletrônico Simples	21
5.8 Placa de fenolite perfurada	22
5.9 Borne KRE 2 Vias Verde - KF128-2T - 5,08mm	22
5.10 Bomba de Água	22
6 VAZÃO E PRESSÃO	25
7 ORÇAMENTO	27
8 CRONOGRAMA DAS ATIVIDADES	28
8.1 Diagrama de Gantt 1	28
8.2 Diagrama de planejamento	31
8.3 Diários de bordo	32
9 FLUXOGRAMA	38
10 PROGRAMAÇÃO EM ARDUINO	39
11 ESTRUTURA DO PROJETO	44
12 PROTÓTIPO	49
13 CONCLUSÃO	50
REFERÊNCIAS	51

1 INTRODUÇÃO

O projeto apresentado sobre um sistema de irrigação automatizado para plantas domésticas ou rurais, para o uso eficiente da água. O sistema usa sensores de umidade do solo e o sensor de nível para controlar o processo de irrigação. A interface do sistema permite sua configuração de forma simples, segura e eficiente a partir do seu sistema integrado ao projeto na plantação, sendo assim, tornando o projeto independente, assegurando a sobrevivência da plantação.

É nesse sentido que o processo de irrigação visa compatibilizar, no espaço e no tempo, o crescimento econômico com a conservação ambiental.

A água é um recurso natural finito, ou seja, ela pode acabar caso seja utilizada sem racionalidade, sem preservação nem conservação. Afinal, necessitamos de água para abastecimento na agricultura entre outros. Em algumas épocas do ano, tem se notado a diminuição de chuva para abastecimentos de reservatórios de água.

Na irrigação de uma lavoura, parte da água aplicada é retida pelo solo e é absorvida pelas plantas, e parte drena pelo interior do solo, alimentando o lençol freático. Em algumas situações, a água pode escorrer pela superfície do solo. De toda a água absorvida pelas plantas, parte se torna constituinte do tecido vegetal e grande parte é devolvida à atmosfera pelo processo de transpiração que ocorre nas folhas e pela evaporação da água presente nas camadas superficiais do solo, por causa da incidência de raios solares. Esses caminhos percorridos pela água aplicada pela irrigação em uma cultura agrícola fazem parte do chamado ciclo hidrológico. Deve ser lembrado também que, em muitas situações, a agricultura irrigada “devolve” a água para a natureza com a qualidade muito melhor que a de outros usuários.

Utilizar a irrigação de modo sustentável e tentar aproveitar o seu potencial de produção agrícola, caracterizado principalmente pela elevada disponibilidade de radiação solar durante todo o ano, sem a qual as plantas não se desenvolvem.

A agricultura irrigada, de maneira geral, pode contribuir para uma elevação da produtividade das lavouras em até 3 vezes, dependendo do local e da cultura agrícola. Todo produtor irrigante pode contribuir com o estabelecimento e fortalecimento de arranjos produtivos locais, o que favorece o aparecimento de polos de desenvolvimento regional. Também podem ser alcançadas maior estabilidade da

produção ao longo dos anos (diminui eventuais riscos climáticos, como pouca ou nenhuma chuva), e maior segurança alimentar e nutricional à população brasileira.

2 DADOS DO PROJETO

2.1 Tipo de projeto

Para realizar este projeto iremos construir dois reservatórios de água, um deles será subterrâneo (Cisterna) com capacidade para 2 mil litros de água e de maneira sustentável. Essa cisterna será abastecida pela água da chuva, com um sistema de calhas que serão instaladas nas quedas de águas dos telhados e direcionadas para a cisterna, para ser abastecida. O outro reservatório será uma caixa de água com capacidade de mil litros e será instalada numa altura de 5 metros do chão. Essa caixa de água terá a opção de ser abastecida pela cisterna, por meio de uma bomba que será canalizada no fundo da cisterna e na ausência de chuvas, ela será abastecida pela água da rede. Iremos instalar nesta caixa de água dois sensores de níveis, um numa altura máxima compatível com a caixa, e o outro numa altura mínima de 15 cm do fundo, esses sensores devem conter em seus corpos um contato normal fechado. E na cisterna será instalado um sensor de nível com um contato normal aberto, numa altura mínima de 15 cm do fundo. Com esses sensores, a bomba de água e mais fios de cobre e uma placa de Arduino criaremos um comando elétrico, quando os três sensores forem acionados será mandado um sinal para o Arduino, que logo irá acionar a bomba de água para encher a caixa. Quando a caixa estiver totalmente cheia, o nível da água irá abrir os contatos dos sensores, que por sua vez irá desligar a bomba e só será desligada quando os dois sensores forem abertos. Na cisterna quando o nível de água estiver abaixo de 15 cm, que é a altura do sensor, o contato se abrirá e consequentemente desligará a bomba e dessa forma irá fazer o controle, para que a bomba não seja acionada quando estiver sem água.

3 OBJETIVO

3.1 Objetivo geral

O projeto abrange a área de cultivo rural ou urbana, onde se é necessário praticidade e economia para a rega de plantações ou cultivo floral.

Trazer a irrigação automatizada para o cotidiano das pessoas, de forma que, possam ficar tranquilas em questão do custo da água e o tempo de rega de suas plantas. Ajudar na sustentabilidade e no manuseio correto da água, evitando desperdícios.

3.2 Objetivo específico

As plantas necessitam de diferentes tipos de necessidade quanto a irrigação. Essas necessidades muitas vezes não são atendidas por condições climáticas, outras vezes pelo dia a dia corrido das pessoas, que acabam se esquecendo de regar suas plantas. Pensando nisso, nosso objetivo quanto ao irrigador é possibilita-lo para irrigar o jardim usando programação por um arduino, utilizando em conjunto o sensor de umidade para liga-lo de forma inteligente quando a umidade do solo estiver em certa temperatura e não o utilizar em dias de chuva. Sua melhor função é captar água da chuva, e utilizar o benefício de uma cisterna para irrigar sem o gasto adicional da água da rua, que por sua vez, só será usada em tempos de falta de chuva e seca. Isso evita que o custo de água se eleve e as plantas sempre serão mantidas irrigadas, mesmo comas mudanças de clima e temperatura.

4 MÉTODOS

4.1 Irrigação superficial

Neste tipo a água é conduzida para o ponto de infiltração diretamente pela superfície do solo. Os sistemas de irrigação mais comuns para esse tipo são as irrigações por inundações e as irrigações por sulcos. Esse tipo de irrigação é bastante utilizado no sul do Brasil e na produção de arroz.

Imagem 1 – Irrigação superficial



Fonte: <https://feedfood.com.br/mapa-visa-facilitar-acesso-de-agricultores-ao-pronaf/>

4.2 Irrigação localizada

Neste tipo a água é aplicada na área ocupada pelas raízes das plantas, formando um círculo molhado ou faixa úmida. Essa técnica é muito utilizada atualmente, sendo muito aplicada na produção de frutíferas. Os dois sistemas básicos na irrigação localizada são a micro aspersão e o gotejamento.

Imagem 2 – Irrigação localizada



Fonte: <https://br.depositphotos.com/portfolio-7161210.html?content=photo>

4.3 Irrigação por aspersão

Imagem 3 – Irrigação por aspersão



Fonte: <https://boaspraticasagronicas.com.br/boas-praticas/irrigacao/>

Esse será utilizado no nosso TCC (Trabalho de Conclusão de Curso), esse tipo de irrigação simula uma chuva artificial onde um aspersor expelle água para o ar, que por resistência aerodinâmica se transformam em pequenas gotículas de água que caem sobre o solo e plantas. Seus principais sistemas são a convencional, o pivô-central e o autopropelido.

Vantagens

- Baixo custo de mão-de-obra;
- Elevada eficiência de aplicação;
- Facilidade e eficiência na aplicação de fertilizantes, com a fertirrigação;
- Melhor controle da lâmina de irrigação;

Desvantagens

- Aumenta o desenvolvimento de doenças, devido as folhagens úmidas;
- Elevados custos iniciais, de energia e de manutenção;
- Limitada pelo vento e pela declividade do terreno;
- Pode causar danos ao solo, devido ao escoamento de água nas proximidades.

5 MATERIAIS

5.1 Bomba centrífuga

Funcionamento da bomba centrífuga:

A principal função da bomba de água centrífuga é transportar líquidos de um ponto a outro! Muitas vezes para esse processo acontecer, é necessária uma tubulação preparada próxima ao ponto onde acontecerá a captação. O seu funcionamento será ligado à um motor (elétrico), que permite um aumento de pressão e altura do líquido durante o processo, assim possibilita transferir líquidos em diferentes elevações.

O seu funcionamento ocorre através de impulsos vindo de um rotor ligado ao motor por meio de um eixo motriz, que está dentro de uma carcaça. Esse rotor possui palhetas que giram rapidamente em espiral, e com essa ação é criada uma zona de alta pressão que faz a bomba sugar o fluido (convertendo a energia do motor em energia cinética), aumentando o seu fluxo de rotação.

Isso faz com que o volume seja transferido, bombeando da entrada para uma voluta dentro da carcaça, que atua como contentor do líquido. Este volume é levado para um bocal de saída, onde é escoado para as tubulações.

Pode ser adicionada energia ao sistema, aumentando a velocidade, pressão ou nível do fluido durante o período de uso. Essa demanda depende da pressão de descarga ou da quantidade de energia a ser adicionada.

5.2 Aspersor

O que são:

Basicamente os aspersores são peças acionadas pela pressão da água. Melhor dizendo: é o mecanismo responsável pela distribuição do jato de água. Seu objetivo é dividir um ou mais jatos de água em jatos menores ou pequenas gotas que caem no solo em forma de chuva.

Como funciona:

Funciona da seguinte maneira: um aspersor (dispositivo agrícola) expede água para o ar, que, graças à resistência aerodinâmica, se transforma em gotículas de água que caem sobre o solo e plantas.

Tipos de aspersor por funcionamento:

Existem duas principais diferenciações entre os tipos mais comuns de aspersor: os fixos, que funcionam como difusores, e os rotativos. Os aspersores fixos têm sido os tipos preferidos para o sistema de irrigação por pivô central. Já os aspersores rotativos são os mais comuns, utilizados na irrigação por aspersão convencional ou por carretel.

Tipos de aspersor por ângulo de ação:

O ângulo de ação é outra característica que diferencia os aspersores. Existem modelos que percorrem 360°, fazendo um giro completo em torno de si mesmos e irrigando toda a área correspondente ao giro.

Tipos de aspersor por alcance do jato:

- Raio de pequeno alcance (inferior a 6 metros): é o tipo mais utilizado em microaspersores e aspersores rotativos por reação, para irrigação em jardins, estufas e pomares.
- Raio de pequeno a médio alcance (entre 6 e 12 metros): é o tipo mais utilizado em aspersores fixos e rotativos, para irrigação de hortaliças, viveiros e sub-copas em fruticultura.
- Raio de médio a longo alcance (entre 12 e 36 metros): é o tipo mais utilizado nos projetos de irrigação por aspersão portátil ou semipermanente, e adapta-se a quase todos os tipos de cultura e de solo.
- Raio de longo alcance (entre 40 e 80 metros): é o tipo mais utilizado para irrigação de plantações de cereais, cana-de-açúcar e pomares.

Vantagens de utilizar o aspersor para irrigação:

- Cobertura geral da plantação;
- Pode ser utilizado em quase todos os solos;
- Estrutura ajustável e diversificada;
- Precisão exata da quantidade de água por área;
- Não precisa da sistematização do terreno ou o seu preparo;
- É eficiente, gerando economia de água e mão de obra.

5.2.1 Aspersor escolhido para o projeto

Pensando em um espaço de 60x60 decidimos que o aspersor deveria alcançar com seu jato uma área de até 28 metros. Também consideramos a resistência e a potência do jato. Também deveria ser resistente e com uma rotação de 360°. O modelo escolhido foi o Aspersor de Impulso Setorial para Engate Rápido da Tramontina.

Informações gerais do produto:

- Produto fabricado com matéria-prima de alta qualidade proporcionando uma irrigação precisa e confiável.
- Corpo em plástico de alta resistência e pontalete acoplado para fixação no terreno. - O jato d'água pode ser regulado horizontalmente de 30° a 360°.
- Tem uma área de cobertura de até 688 m² ou diâmetro de alcance do jato d'água de até 29,6 m - a uma pressão de 4 bar.
- O aspersor é conectado em mangueiras de 1/2", 5/8" e 3/4" através de sistema de engate rápido.
- Sistema intercambiável que se adapta a todo o sistema de irrigação.

Imagem 4 - Aspersor



Fonte: <https://www.tramontina.com.br/aspersor-de-impulso-setorial-para-engate-rapido-tramontina/78527500.html>

5.3 Sensor de Umidade e Temperatura DHT11

DHT11 é um tipo de sensor de temperatura e de umidade, fazendo leituras de 0 a 50 graus celsius e umidade de 20% a 90%.

A alimentação do DHT11 é 3-5VDC. A precisão da medição da temperatura é de aproximadamente 2°C e a de umidade aproximadamente 5%UR. Tem um tempo de resposta aproximadamente de 2 segundos.

- Dimensão: 23 x 12 x 5mm
- Preço: R\$17,90 à R\$50,00

Sensor de Temperatura:

Sensores de temperatura tem como principal e única funcionalidade medir a temperatura de animais, humanos e líquidos. Sendo que, existem três tipos diferentes de sensores para ser usado com Arduino: LM35, TMP36 e DS18B20.

LM35: o que é e como funciona:

O sensor de temperatura Arduino **LM35** usa diodos como princípio para medir a temperatura e funciona da seguinte forma: conforme os graus mudam, a tensão se altera a uma taxa conhecida de 10mV/°C. Sendo assim, para medir a temperatura, precisamos apenas medir a tensão de saída do sensor e fazer um cálculo para converter os Volts em °C, este sensor possui bastante precisão.

Existem três diferentes de sensor da família **LM35, LM335 e LM34**, e, a única diferença entre eles é apresentarem as temperaturas em escalas diferentes (Kelvin, Celsius e Fahrenheit) e serem calibrados de formas diferentes também. A saída dos sensores no quesito tensão (milivolts) é calibrada de forma proporcional para os diferentes tipos de escalas.

Quadro 1 – Sensores de temperaturas diferenças

Especificações	LM34	LM335	LM35
Escala Usada	Fahrenheit	Kelvin	Celsius
Temperatura de trabalho em °C	-50°C até 150°C	-40°C até 100°C	-55°C até 150°C
Linearidade	-55°C até 150°C	10 mV/K	10 mV/°C
Precisão a 25 °C	± 1°F	± 1 K	± 0.5°C

Fonte: <https://flaviobabos.com.br/sensor-de-temperatura-arduino/>

Agora, as características que eles possuem em comum, são:

- Temperatura de trabalho que varia de -55°C até 150°C;
- Utilizam tensão negativa para temperaturas negativas;
- Operam entre 4V e 30V.

TMP36: o que é e como funciona:

Mesmo sendo parecidos com os sensores da família **LM**, proem, possuem diferentes características técnicas. Enquanto os sensores TMP35, TMP36 e TMP37 possuem precisão de $\pm 2^\circ\text{C}$ os sensores LM chegam a $\pm 0.5^\circ\text{C}$. O range da família LM é de -55°C à 150°C enquanto que a faixa ideal dos sensores TMP é de -40°C à 125°C

As principais funcionalidades dos sensores TMP 36/35/37:

- Possuem uma tensão de baixa operação (2.7V até 5.5V);
- Trabalham na faixa de -40°C até 125°C e operam até no máximo 150°C ;
- Não esquentam tão facilmente;
- São estáveis a grandes cargas capacitivas aplicadas;
- Não precisam de calibração para funcionar e são componentes que já fornecem valores na escala Celsius;
- São qualificados para serem utilizados em automóveis.

Suas aplicações podem ser encontradas em:

- Controle de sistemas ambientais;
- Na proteção contra superaquecimento de computadores;
- No controle de processos industriais, e;
- Entre muitos outros.

Algumas características são comuns para os 3 componentes, tais como:

- Utilizam o mesmo protocolo de comunicação: interface **analogRead ()** com o Arduino;
- Possuem a mesma faixa de **alimentação**: 2.7V até 5.5V;
- Possuem **precisão** de $\pm 1^\circ\text{C}$ em 25°C e precisão de $\pm 2^\circ\text{C}$ entre -40°C e 150°C .

DS18B20: o que é e como funciona?

Este é um sensor digital de temperatura que se apresenta em duas formas, o modelo em encapsulamento TO92 (modelo mais comum que também se assemelha

a um transistor) e o modelo a prova d'água do sensor de temperatura Arduino DS18B20.

Algumas características desse sensor DS18B20 são:

- Escala graduada em graus Celsius;
- Mede entre -55°C até 125°C ;
- Possui precisão de $0,5^{\circ}\text{C}$ entre -10°C e 85°C ;
- Alimentação: 3V a 5,5V;
- Consumo de energia: 1,5mA;
- ID Único de 64 bits;
- Protocolo One Wire.

O protocolo One Wire nos permite que a comunicação com o Arduino seja feita com diversos sensores através de apenas uma porta digital. Além disso, você pode definir através do protocolo, uma temperatura de alarme com temperaturas mínimas e máximas definidas no seu micro-controlador.

Por exemplo, quando a temperatura ultrapassar um determinado valor programado pelo usuário, um LED, um buzzer ou qualquer outro componente pode ser configurado para ser acionado para alertar o usuário.

Já o DS18B20 é utilizado em uma situação/ambiente mais específico do que os outros sensores, ou seja, onde é preciso medir a temperatura de um líquido ou de outra coisa no qual o sensor precisa estar bem protegido e bem vedado

5.4 CLP

Imagem 5 – CLP



Fonte: <https://www.eletricaecotech.com.br/clw-0220hr-12d-3rd-rele-programavel-8a-12vcc-11268448-weg>

Tem a função de tomar decisões baseadas nas informações de entrada e também na lógica programada. Existem diversas fabricantes como Siemens, Schneider, Allen Bradley, Festo, Rockwell e ABB. Na Indústria tem grande importância porque desempenha o monitoramento e o comando de máquinas da fábrica. A sua programação é em linguagem Ladder (um sistema de blocos com etiquetas e funções lógicas).

5.5 Microcontrolador

Imagem 6 - Arduino



Fonte: <https://icl.com.br/curso/robotica-i-introducao-ao-arduino/>

Os microcontroladores por sua vez, são dispositivos lógicos programáveis que possui integrado todos os componentes de um computador (CPU, memória, portas de entrada e saída, conversores A/D e D/A). A sua aplicação em projetos simples como de um controle remoto ou acender uma lâmpada até **projetos de hidráulica e pneumáticos**. Vale lembrar que um microcontrolador é diferente de um microprocessador, os microcontroladores são sistemas completos, enquanto o último só exerce a função de uma CPU com circuito integrado e que precisa estar dentro de um sistema ainda maior que controle os dados de entrada. Um exemplo, o popular ARDUINO é uma placa de prototipagem eletrônica que possui um microcontrolador AVR da Atmel, ele ficou tão conhecido devido a sua simplicidade e de custo acessível, mas não deve ser confundido com um microcontrolador, que significa um circuito integrado.

Microcontrolador ou CLP:

Os CLPs ganham na questão facilidade em aprendizado, pois para operá-los é necessário um conhecimento mínimo em linguagem booleana e sistemas elétricos, já os usuários do microprocessador devem ter conhecimentos em linguagem e lógica de programação, que é geralmente em linguagem assembly ou C, do seu sistema de hardware e de softwares de simulação como o Proteus.

No mercado de trabalho existem muito mais oportunidades para quem tem conhecimento no CLP.

5.6 Sensor de nível de água

O sensor de nível de água, Smart Control é um sistema automatizado que realiza o abastecimento de água em caixas d'água ou reservatórios, por meio do seu poço ou cisterna.

Ele tem a função de proteger a bomba d'água evitando que queime por falta de água ou nível muito baixo de água do poço ou cisterna. Esses sensores de nível de líquidos são utilizados em caixas d'água, tanques, reservatórios e outros recipientes

para controlar o nível do reservatório, detectando o nível de líquidos no reservatório na altura em que estiver instalado.

Na instalação dos sensores podem ser utilizados fios finos que vão até a caixa d'água. A marca mais conhecida no mercado é a Icos, porém tem muita variedade de modelos e marcas no mercado, e o valor desses sensores está em uma média de 50,00 a 65,00 reais.

Imagem 7 – Sensor de nível da água



Fonte: <http://www.eicos.com.br/sensor-de-nivel/montagem-lateral/LA322E-40/>

5.7 Relé Eletrônico Simples

Imagem 8 – Relé



Fonte: Mercado livre

Relé Trigger Micro USB 5V

Modelo: Módulo Relé Trigger

Marca: OEM

Tensão de Operação: 5V

Tensão de alimentação: Micro USB 5VDC

Tensão de alimentação: até 30VDC

Corrente de Alimentação: $\geq 100\text{mA}$

Acionamento de carga: 125~250V AC 10A /
28~30V DC 10A

Tensão de Operação: 5 - 30V DC

Dimensões: 5.4 x 1.9 x 1.8cm

Terminais de saída no relé: NC (normalmente fechado), NO (normalmente aberto) e COM (comum)

Tamanho: 65mm Largura x 25mm Profundidade x 20mm Altura

Peso: 30g

Custo: R\$ 16,90

5.8 Placa de fenolite perfurada

Placa de circuito impressoilhada (Wire-Wrap) em fenolite, ideal para fixar definitivamente componentes eletrônicos sem a necessidade de confeccionar uma placa desde o início. Não é necessário o uso de perclororeto para corrosão e já vem furada para encaixar os terminais. Basta colocar os componentes e soldar.

5.9 Borne KRE 2 Vias Verde - KF128-2T - 5,08mm

O Borne KRE de 2 Vias é perfeito para uso em projetos, com a finalidade de facilitar a conexão de cabos em placas, possibilitando a instalação e remoção de cabos de forma simples, sem a necessidade de soldar os cabos na placa.

5.10 Bomba de Água

A bomba Branco permite que grandes vazões de líquidos sejam transportadas e bombeadas. Esta bomba impulsionará a água através de dutos ou canos usando

uma força centrífuga de 0.5cv de potência, convertida em energia mecânica. Essa energia aumenta a pressão do fluido, a velocidade e a altura, conseguindo distribuir a água por todo o local.

Imagem 9 – Bomba de água



Fonte: https://www.mbcferramentas.com.br/MLB-3266479239-bomba-d-agua-12-cv-periferica-poco-irrigaco-branco- JM?srsId=AR57-fDs7yh1-aG8egp5IkTIY_B0jpgqKwDGCr0v2W-vo8v72hMJACng9lo.

Características principais

Marca: Branco

Modelo: Bomba periférica, bomba de água

Cor: vermelho

Voiltagem: 110

Potência: 0.5 CV

Monofásica

Outros

Fluxo máximo de água: 2.1 m³/h

Altura manométrica total: 35

Peso: 4.6 kg

Largura: 11 cm

Profundidade: 26 cm

Altura: 12 cm

Altura máxima de sucção: 8 m

Tipo de bomba: Periférica

Tipo de bomba centrífuga: Periférica

Material do corpo: Ferro fundido

Material do rotor: Latão

É adequado para água suja: Não

6 VAZÃO E PRESSÃO

Ao considerar o diâmetro interno da tubulação e as características do sistema, conseguimos calcular a vazão, que é a quantidade de água que o sistema precisa ser capaz de fornecer em um determinado período de tempo. Essa informação é crucial para dimensionar corretamente os componentes do sistema, como bombas e tubulações, garantindo um fluxo adequado.

Além disso, ao analisar a altura vertical entre a cisterna e a caixa d'água, bem como a profundidade da bomba em relação à superfície da água na caixa d'água, determinamos a pressão necessária para vencer a coluna d'água e encher a caixa. Essa pressão é fundamental para garantir o abastecimento adequado e o funcionamento eficiente do sistema.

Ao enfrentar a falta de algumas medidas iniciais, utilizamos técnicas de medição e consultamos fontes confiáveis para obter os dados necessários. Com persistência e dedicação, conseguimos reunir as informações-chave e realizar os cálculos com uma precisão satisfatória.

Dessa forma, nosso estudo foi bem-sucedido ao encontrar as medidas necessárias para calcular a vazão e a pressão no sistema de abastecimento de água. Esses resultados nos permitirão tomar decisões embasadas na escolha dos componentes adequados, otimizando o funcionamento do sistema.

$$\text{Vazão (Q)} = (\text{Área da seção transversal da tubulação}) \times (\text{Velocidade})$$

A área da seção transversal pode ser calculada usando o diâmetro da tubulação:

$$\text{Área} = \pi \times (\text{raio})^2$$

O raio é metade do diâmetro, então:

$$\text{Raio} = 0,0127 / 2 = 0,00635 \text{ metros}$$

$$\text{Área} = \pi \times (0,00635)^2 \approx 0,000126 \text{ metros quadrados}$$

A velocidade é calculada usando a diferença de altura e a aceleração da gravidade:

$$\text{Velocidade} = \sqrt{(2 \times \text{gravidade} \times \text{altura})}$$

Onde a gravidade é aproximadamente igual a $9,8 \text{ m/s}^2$:

$$\text{Velocidade} = \sqrt{(2 \times 9,8 \times 5)} \approx 9,9 \text{ m/s}$$

Agora, podemos calcular a vazão:

$$\text{Vazão} = \text{Área} \times \text{Velocidade} \approx 0,000126 \times 9,9 \approx 0,00125 \text{ m}^3/\text{s}$$

Portanto, a vazão aproximada do sistema é de $0,00125$ metros cúbicos por segundo.

A fórmula para calcular a pressão superficial é a seguinte:

$$\text{Pressão Superficial} = \text{Altura da Coluna de Água} \times \text{Densidade da Água} \times \text{Aceleração da Gravidade}$$

Neste caso, a altura da coluna de água é a diferença de altura entre a cisterna e a caixa d'água. A densidade da água é uma constante que pode ser aproximada para 1000 kg/m^3 . A aceleração da gravidade pode ser considerada como $9,8 \text{ m/s}^2$.

7 ORÇAMENTO

Abaixo está o orçamento dos materiais para o projeto em escala real.

Quadro 2 - Orçamento

ORÇAMENTO			
Itens	Valor médio de unidade em R\$	Quant.	Valor médio em R\$
Reles 4C	R\$ 31,30	1	R\$ 31,30
Aspersor Tramontina	R\$ 37,92	1	R\$ 37,92
Sensor de nível	R\$ 32,12	2	R\$ 64,24
Sensor de umidade	R\$ 6,83	4	R\$ 27,32
Bomba centrífuga	R\$ 197,00	1	R\$ 197,00
Arduino Uno	R\$ 109,99	1	R\$ 109,99
Cano de PVC 1/2" 3M	R\$ 19,90	6	R\$ 119,40
Fio bitola de 0,5mm	R\$ 1,39	15	R\$ 20,85
Fio bitola de 1,5mm 50m	R\$ 56,90	1	R\$ 56,90
Caixa d'água	R\$ 929,00	1	R\$ 929,00
Placa de fenolite	R\$ 12,00	1	R\$ 12,00
Borne KRE 2 vias	R\$ 1,30	1	R\$ 1,30
Total			R\$ 1.607,22

VALOR DO PRODUTO	
Valor médio dos componentes	R\$ 1.607,22
Lucro	R\$ 321,44
Valor da mão de obra	R\$ 1.125,05
Imposto	R\$ 289,30
Valor médio que será vendido	R\$ 3.343,02

Fonte: Autor

8 CRONOGRAMA DAS ATIVIDADES

8.1 Diagrama de Gantt 1

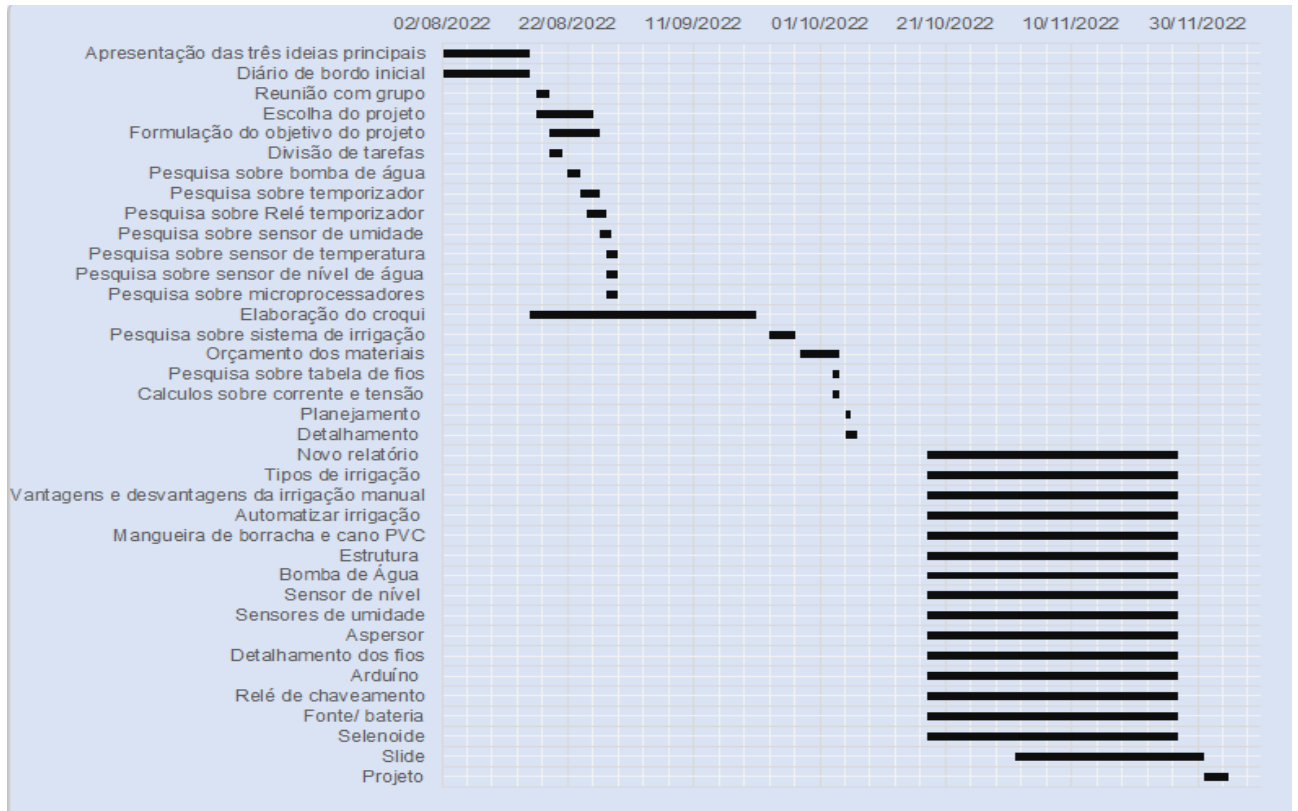
Diagrama de Gantt do anteprojeto, no ano de 2022.

Quadro 3 – Diagrama de Gantt

Atividade	Depende de	Início	Duração	Término
Apresentação das três ideias principais		02/08/2022	14	16/08/2022
Diário de bordo inicial	A	02/08/2022	14	16/08/2022
Reunião com grupo	B	17/08/2022	2	19/08/2022
Escolha do projeto	A e B	17/08/2022	9	26/08/2022
Formulação do objetivo do projeto	D	19/08/2022	8	27/08/2022
Divisão de tarefas		19/08/2022	2	21/08/2022
Pesquisa sobre bomba de água	D e F	22/08/2022	2	24/08/2022
Pesquisa sobre temporizador	D e F	24/08/2022	3	27/08/2022
Pesquisa sobre Relé temporizador	D e F	25/08/2022	3	21/09/2022
Pesquisa sobre sensor de umidade	D e F	27/08/2022	2	29/08/2022
Pesquisa sobre sensor de temperatura	D e F	28/08/2022	2	30/08/2022
Pesquisa sobre sensor de nível de água	D e F	28/08/2022	2	30/08/2022
Pesquisa sobre microprocessadores	D e F	28/08/2022	2	30/08/2022
Elaboração do croqui	D	16/08/2022	36	21/09/2022
Pesquisa sobre sistema de irrigação	D	23/09/2022	4	27/09/2022
Orçamento dos materiais	D a M	28/09/2022	6	04/10/2022
Pesquisa sobre tabela de fios	P	03/10/2022	1	04/10/2022
Cálculos sobre corrente e tensão	Q	03/10/2022	1	04/10/2022
Planejamento	A a R	05/10/2022	1	06/10/2022
Detalhamento	A a S	05/10/2022	2	07/10/2022

Novo relatório	A a T	18/10/2022	40	27/11/2022
Tipos de irrigação	T	18/10/2022	40	27/11/2022
Vantagens e desvantagens da irrigação manual	T	18/10/2022	40	27/11/2022
Automatizar irrigação	T	18/10/2022	40	27/11/2022
Mangueira de borracha e cano PVC	T	18/10/2022	40	27/11/2022
Estrutura	T	18/10/2022	40	27/11/2022
Bomba de Água	T	18/10/2022	40	27/11/2022
Sensor de nível	T	18/10/2022	40	27/11/2022
Sensores de umidade	T	18/10/2022	40	27/11/2022
Aspersor	T	18/10/2022	40	27/11/2022
Detalhamento dos fios	T	18/10/2022	40	27/11/2022
Arduíno	T	18/10/2022	40	27/11/2022
Relé de chaveamento	T	18/10/2022	40	27/11/2022
Fonte/ bateria	T	18/10/2022	40	27/11/2022
Solenóide	T	18/10/2022	40	27/11/2022
Slide	T	01/11/2022	30	01/12/2022
Projeto	T	01/12/2022	4	05/12/2022

Imagem 10 – Diagrama



Fonte: Autor

8.2 Diagrama de planejamento

Diagrama de planejamento do projeto do ano de 2023.

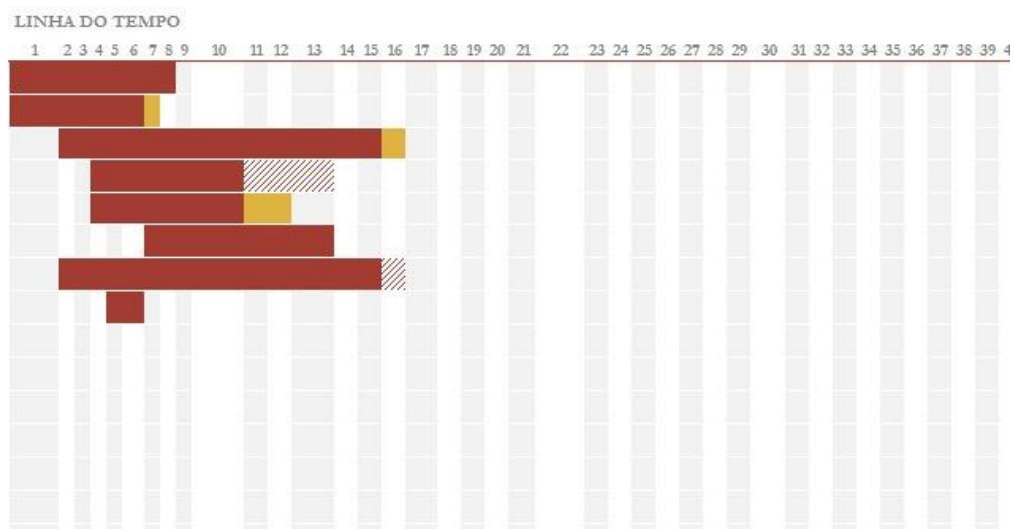
Imagem 11 – Planejamento

PLANEJAMENTO					
ATIVIDADE	PLANO DE INÍCIO	PLANO DE DURAÇÃO	INÍCIO REAL	DURAÇÃO REAL	% COMPLETA
Programação	1	8	1	8	100%
Dados para Arduino	1	6	1	7	100%
Montagem do projeto	2	14	2	15	100%
Junção do sistema	4	10	4	7	100%
Instalações elétricas	4	7	4	9	100%
Pintura do Projeto	7	7	7	7	100%
Projeto Técnico	2	15	2	14	100%
Unificação do Projeto	5	2	5	2	100%

Fonte: Autor

Imagem 12 – Linha do tempo

DIAS DO PR: Plano Real % Completa Real (além do plano) % Completa (além do plano)



8.3 Diários de bordo

Período: 1º

Atividades previstas para o período: Programação e dados para arduino.

Atividades realizadas: Localização das três boias e definição, identificação das bombas um e dois e do sensor de umidade, leitura dos reles e programação para o LCD.

Dificuldades encontradas no decorrer do período: Houve dificuldades na maior parte da programação e leitura das boias.

Soluções encontradas e/ou sugestões para trabalhar as dificuldades: Tivemos ajuda de um profissional técnico eletroeletrônico.

Descobertas/Novas indagações: Descobrimos o que estávamos errando na leitura dos sensores, e com a ajuda que tivemos conseguimos melhorar isso.

Sugestões da própria equipe para as próximas etapas/organização para o desenvolvimento das atividades do próprio período: Começo da montagem da estrutura do projeto.

Período: 2º

Atividades previstas para o período: Montagem da estrutura do projeto.

Atividades realizadas: Para a conclusão fizemos cortes nas madeiras laterais e no piso, fixamos parafusos e chapa de madeira para servir como assoalho.

Dificuldades encontradas no decorrer do período: Falta de ferramentas.

Soluções encontradas e/ou sugestões para trabalhar as dificuldades: Cada um tentar trazer de casa o que estava faltando de ferramentas.

Descobertas/Novas indagações: Junção do sistema e instalação.

Sugestões da própria equipe para as próximas etapas/organização para o desenvolvimento das atividades do próprio período: Não deixar de trazer os componentes e ferramentas para a escola.

Período: 3º

Atividades previstas para o período: Junção do sistema e instalação.

Atividades realizadas: Soldas nas fiações, prendemos a placa fenolite e seus componentes, fizemos uso de bornes para conexões.

Dificuldades encontradas no decorrer do período: Todos terem dinheiro para realizarmos as compras no tempo certo.

Soluções encontradas e/ou sugestões para trabalhar as dificuldades: Mudamos a época de compra dos componentes.

Descobertas/Novas indagações: Pintura do projeto.

Sugestões da própria equipe para as próximas etapas/organização para o desenvolvimento das atividades do próprio período: Trazer a tinta e pincel de casa.

Período: 4º

Atividades previstas para o período: Pintura do protótipo, compra das caixas de água e furação das mesmas.

Atividades realizadas: Pintamos e passamos duas mãos de tinta. As caixas foram levadas no local de trabalho para realizar a furação com broca escalonada e fazer o encaixe dos conectores.

Dificuldades encontradas no decorrer do período: Não tivemos tempo para a compra de conectores de mangueira.

Soluções encontradas e/ou sugestões para trabalhar as dificuldades: Foram usados recursos de conectores de fios para a entrada e saída de água.

Descobertas/Novas indagações: Reorganizar o relatório.

Sugestões da própria equipe para as próximas etapas/organização para o desenvolvimento das atividades do próprio período: Mandar o que estava faltando. Exemplo: cálculos, imagens, referências, etc.

Período: 5°

Atividades previstas para o período: Últimos ajustes no relatório e montagem completa do protótipo.

Atividades realizadas: Montagem das caixas, mangueiras, aumento nas fiações, caixa do sistema automatizado, colocação da grama e aspensor, lona exterior e superior.

Dificuldades encontradas no decorrer do período: As mangueiras estavam vazando.

Soluções encontradas e/ou sugestões para trabalhar as dificuldades: Usamos cola para colar as mangueiras e fita hellerman.

Descobertas/Novas indagações: Descobrimos como ajustar o nosso problema de uma maneira prática.

Sugestões da própria equipe para as próximas etapas/organização para o desenvolvimento das atividades do próprio período: Filmagem final do protótipo e mudar algumas coisas no PowerPoint.

Período: 6º

Atividades previstas para o período: filmagem e testes no protótipo, finalização do relatório, cálculo da vazão e pressão, escolha dos apresentadores, ajustes no PowerPoint e encadernação do projeto técnico.

Atividades realizadas: Todas as atividades do período foram realizadas com sucesso.

Dificuldades encontradas no decorrer do período: Na montagem do protótipo, nos cálculos. Houve vazão de água pelos lados do projeto.

Soluções encontradas e/ou sugestões para trabalhar as dificuldades: Para a vazão nós resolvemos colocar uma lona por baixo do projeto para evitar que a água molhasse o chão. Nos cálculos tivemos a ajuda de um professor.

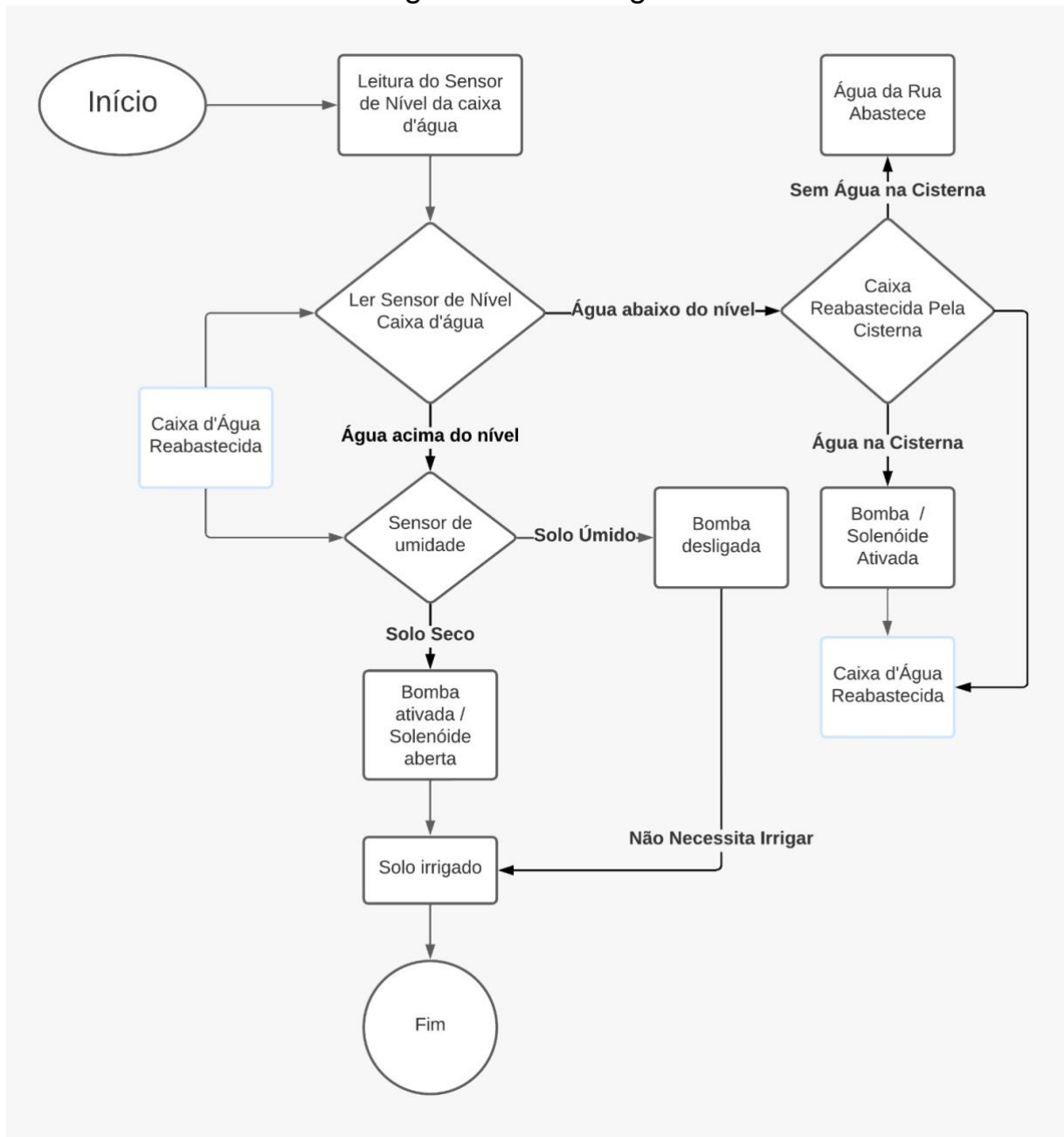
Descobertas/Novas indagações: Descobrimos uma maneira de concertar o erro da vazão e como fazer isso a tempo da apresentação.

Sugestões da própria equipe para as próximas etapas/organização para o desenvolvimento das atividades do próprio período: Como iremos apresentar na próxima semana

9 FLUXOGRAMA

Para nosso projeto fizemos um fluxograma que explica, de maneira simples, o sistema de funcionamento do irrigador.

Imagem 13 – Fluxograma

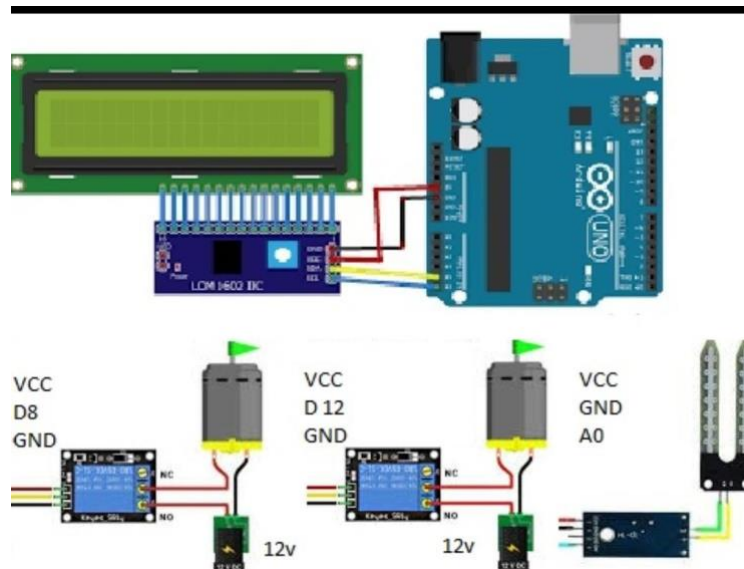


Fonte: Autor

10 PROGRAMAÇÃO NO ARDUINO

Abaixo está a programação que fizemos no arduino para usarmos no projeto

Imagem 14 – Programação



Fonte: Autor

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
//Inicializa o display no endereço 0x27
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);

#define umidadeAnalogica A0 //Atribui o pino A0 a variável umidade - leitura analógica do sensor
int valorumidade; //Declaração da variável que armazenará o valor da umidade lida - saída analógica

#define bomba1 12
#define bomba2 8

#define boia1 6
#define boia2 7
#define boia3 5
```



```
void setup()
{
  lcd.init();

  Serial.begin(9600); //Inicia a comunicação serial
  pinMode(bomba1, OUTPUT); //Define umidadeAnalogica como entrada
  pinMode(bomba2, OUTPUT); //Define umidadeAnalogica como entrada

  pinMode(umidadeAnalogica, INPUT); //Define umidadeAnalogica como entrada
  pinMode(boia1, INPUT); //Define umidadeAnalogica como entrada
  pinMode(boia2, INPUT); //Define umidadeAnalogica como entrada
  pinMode(boia3, INPUT); //Define umidadeAnalogica como entrada

  digitalWrite(bomba1, HIGH);
  digitalWrite(bomba2, HIGH);

  delay(1000);
  lcd.setBacklight(HIGH);
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Projeto Cisterna ");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("LCD e modulo I2C");
  delay(1000);
}

void loop() {
  valorumidade = analogRead(umidadeAnalogica); //Realiza a leitura analógica do sensor e armazena
em valorumidade

  valorumidade = map(valorumidade, 1023, 315, 0, 100); //Transforma os valores analógicos em uma
escala de 0 a 100

  int valorboia1 = digitalRead(boia1);
  int valorboia2 = digitalRead(boia2);
  int valorboia3 = digitalRead(boia3);
```

```
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Umidade: "); //Impr
lcd.print(valorumidade); //Imprime no monitor serial o valor de umidade em porcentagem
lcd.println(" %  ");
delay(1000);

if(valorboia1 == HIGH){
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("Boia 1 ok "); //Impr
  delay(1000);
  if((valorumidade) <= 10){
    digitalWrite(bomba1, LOW);
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("Bomba 1 ligada "); //Impr
    delay(1000);
  }else{
    digitalWrite(bomba1, HIGH);
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("Bomba 1 Desl. "); //Impr
    delay(1000);
  }
}

if(valorboia1 == LOW){
  digitalWrite(bomba1, HIGH);
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("Boia 1 baixa "); //Impr
  delay(1000);
}

if((valorboia3 == HIGH) &&(valorboia2 == LOW)){
```

```
digitalWrite(bomba2, LOW);
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Bomba 2 ligada "); //Impr
delay(1000);

}

if(valorboia2 == HIGH){
digitalWrite(bomba2, HIGH);

delay(1000);

}

if(valorboia3 == LOW){
digitalWrite(bomba2, HIGH);

delay(1000);

}

if(valorboia2 == HIGH){
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Boia 2 ok "); //Impr
delay(1000);

}else{
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Boia 2 baixa "); //Impr
delay(1000);

}

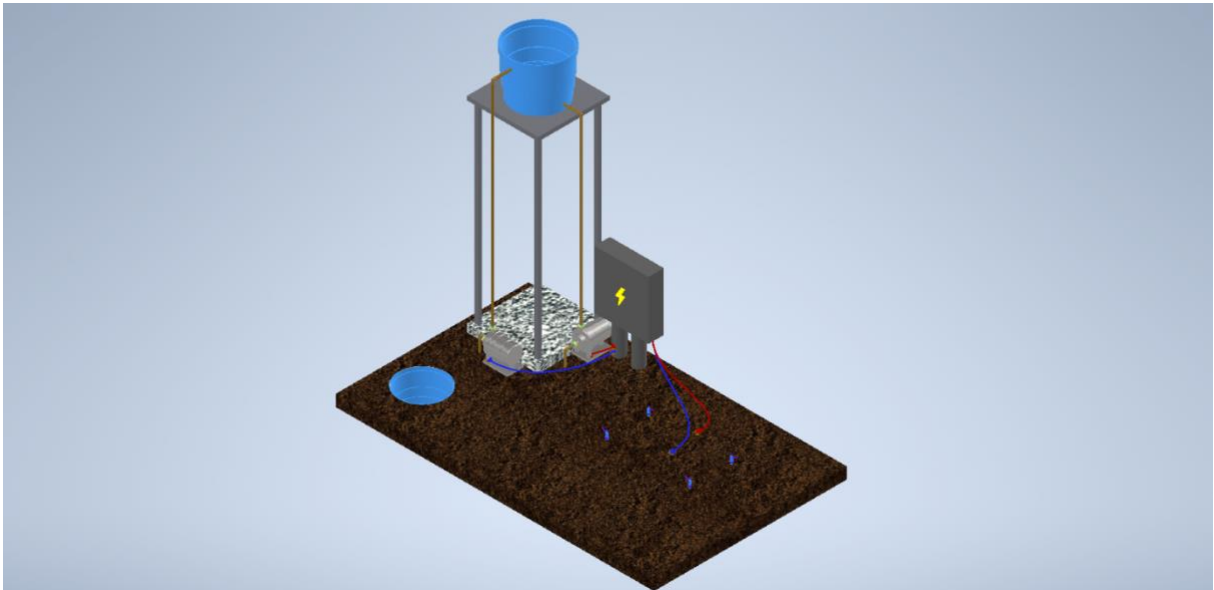
if(valorboia3 == HIGH){
```

```
    lcd.setCursor(0,1);  
    lcd.print("Boia 3 ok "); //Impr  
    delay(1000);  
  
    }else{  
    lcd.setCursor(0,1);  
    lcd.print("Boia 3 baixa "); //Impr  
    delay(1000);  
  
    }  
}  
  
//digitalWrite(LedVermelho, HIGH);  
// digitalWrite(LedVerde, LOW);
```

11 ESTRUTURA DO PROJETO

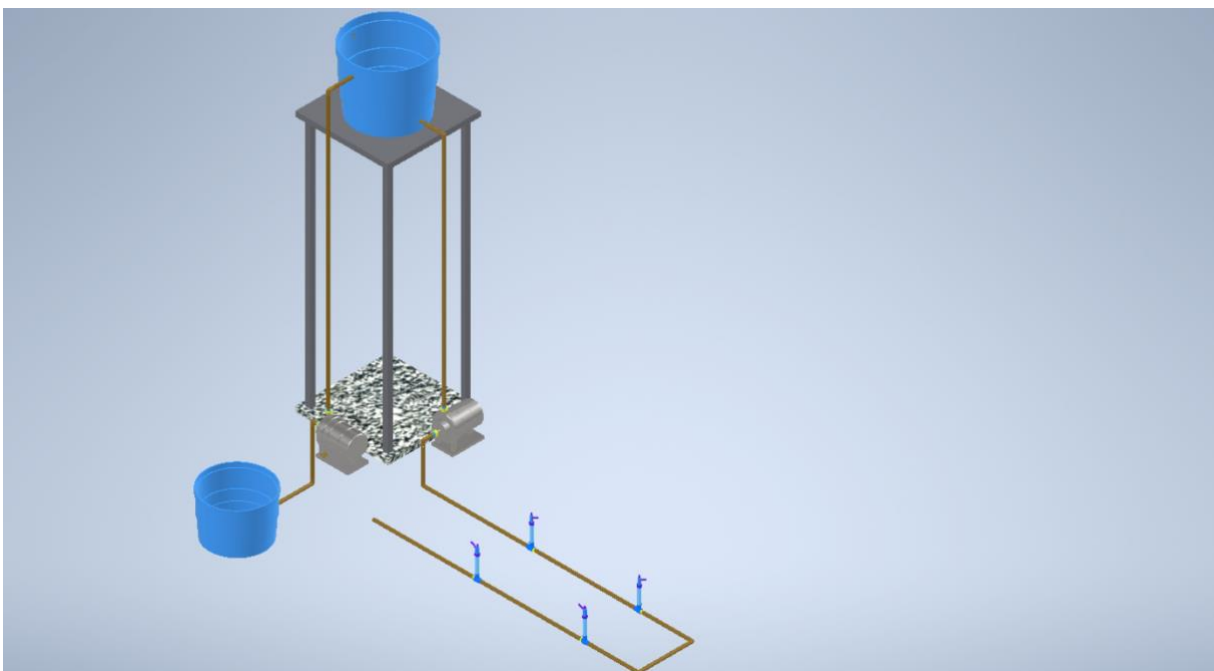
Estrutura do projeto, composto por caixa d'água, cisterna, caixa de energia, canos, sensores de umidade, bombas d'água, aspersores.

Imagem 15 – Vista expandida do projeto



Fonte: Autor

Imagem 16 – Vista do sistema de irrigação



11.1 Elementos

Mecanismo responsável pela distribuição do jato de água.

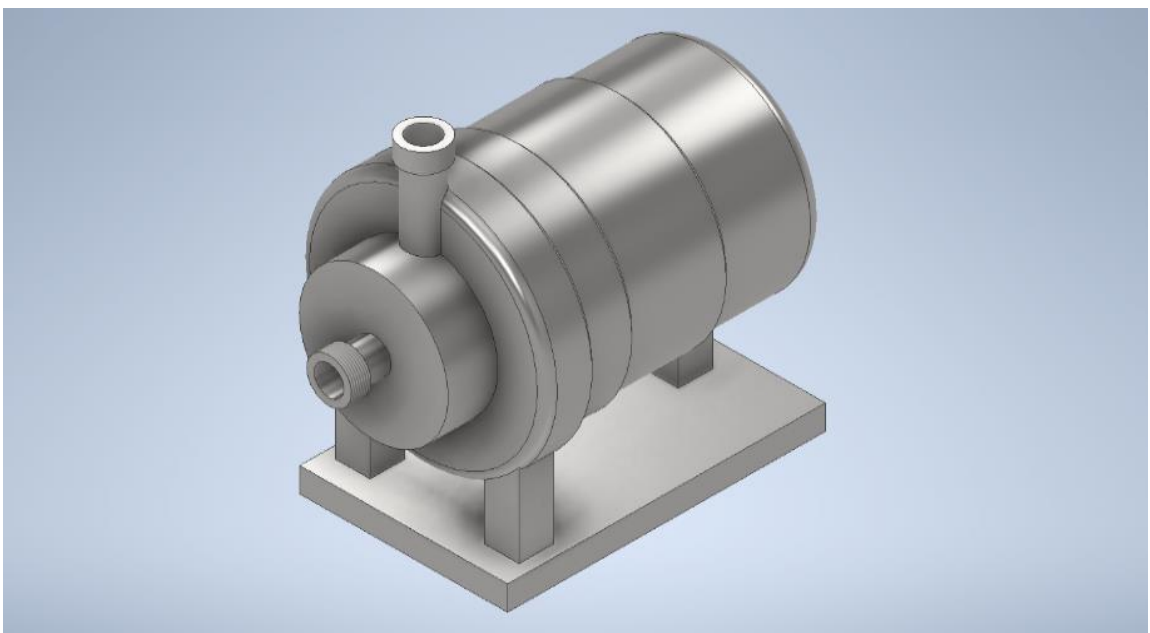
Imagem 17 – Aspersor



Fonte: Autor

Utilizada para a transferência de água de um ponto ao outro

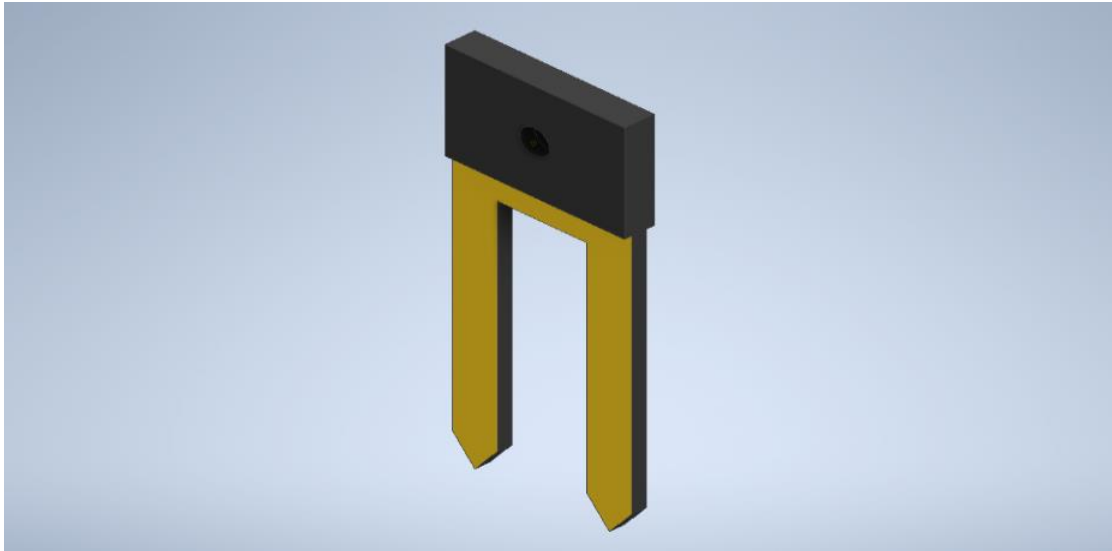
Imagem 18 – Bomba da água



Fonte: Autor

Tem a capacidade de medir a umidade do ar, solo, temperatura. Neste caso usado para medir se o solo está seco ou umidade.

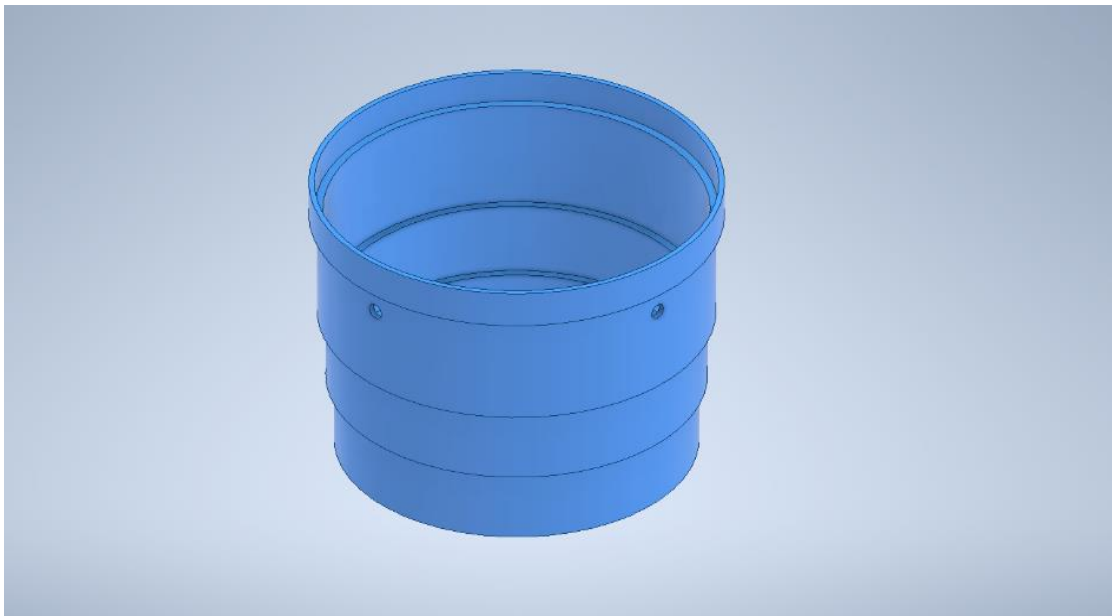
Imagem 19 – Sensor de umidade



Fonte: Autor

Reservatório onde será armazenada e distribuída a água.

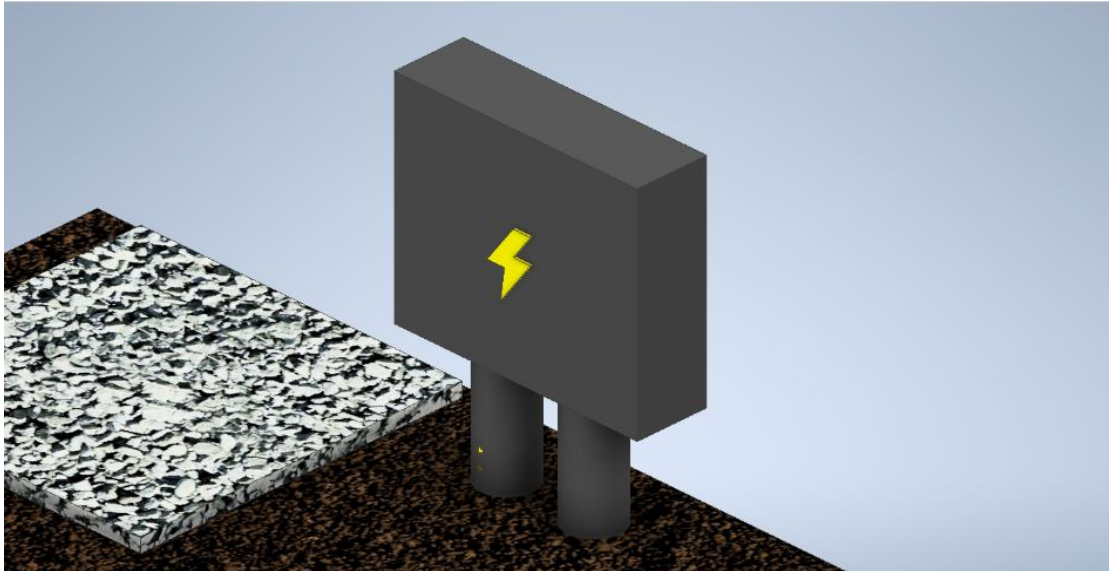
Imagem 20 – Cisterna



Fonte: Autor

Responsável por fornecer corrente elétrica para todos os componentes ligados a ele, que necessita de tensão para operação.

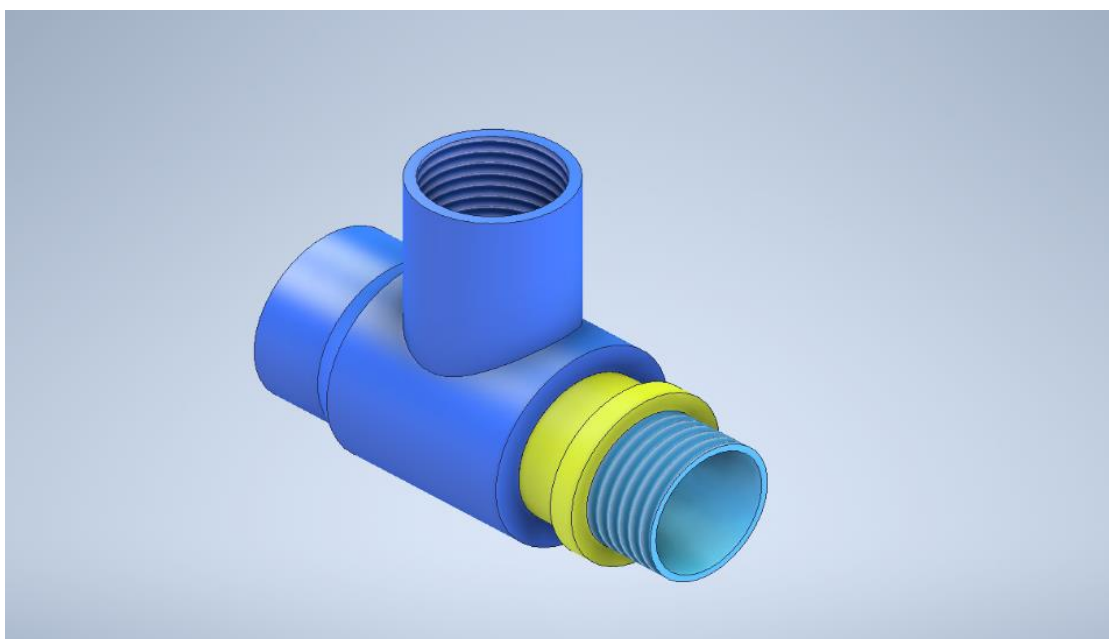
Imagem 21 – Caixa de energia



Fonte: Autor

Canos recomendados para fazer a conexão do aspersor com todo o sistema hidráulico.

Imagem 22 – Cano “T” para aspersor



Fonte: Autor

Imagem 23 – Cano



Fonte: Autor

12 PROTÓTIPO

A foto abaixo é do protótipo realizado pelo grupo referente ao projeto. Sistema de irrigação automatizado, utilizando sensor de umidade, duas bombas para sucção e aspersão com uma programação feita no arduino.

Imagem 24 – Vista geral do protótipo



Fonte: Autor

13 CONCLUSÃO

Após um ano de pesquisas, análises, conversas e muito trabalho dos envolvidos neste projeto pudemos realizar o irrigador automatizado. Sabemos que no mercado não é algo inovador, porém, mais prático do que muitos que existem.

Um sistema de irrigação automatizado usando a água da chuva, tendo uma cisterna como base e como segundo recurso a caixa de água acima desta cisterna, economizando assim água e energia, otimizando espaços e manutenção. Podendo ser instalado em áreas urbanas, terrenos onde as pessoas poderão fazer seus próprios cultivos, e, se aumentar alguns recursos como encanamentos, poderá ser instalado até mesmo em chácaras pequenas para plantações.

Este projeto voltado para área agrícola com um sistema inteligente por meio do sensor de umidade e boias como sensor de nível, funcionam bem em épocas de secas onde o solo terá água suficiente para mantê-lo úmido, atendendo a necessidade do cliente. A programação feita no Arduino tem como finalidade mover todo o sistema de acionamento. Bombas de água que ajudarão no desempenho e terão capacidade para áreas de 50m podendo atender uma necessidade um pouco mais ampla.

Por uso do recurso natural e componentes que compoitem este sistema, o irrigador automatizado, mesmo tendo um custo um pouco elevado ou parelho com os demais, pode ser de grande utilidade para quem deseja ter sucesso no cultivo ou até mesmo manter o seu plantio em ótimas condições.

REFERÊNCIAS

QUEENSER. Queenser mini bomba água submersível ultra silenciosa motor elevador 5m 800L/h cc 12v [recurso eletrônico]. Disponível em: <https://www.kerendo.com/casa/queenser-mini-bomba-aguasubmersivel-ultra-silenciosa-motor-elevador-5m-800l-h-cc-12v0738777073155#ficha-tecnica>. Acesso em: 25 ago. 2022, 18:32.

QUEENSER. Queenser bomba submersível silenciosa elevador [Online]. Disponível em: <https://www.amazon.com.br/Queenser-bomba-submerg%C3%ADvel-silenciosaelevador/dp/B09C8KM352?tag=kerendo-20&linkCode=df5>. Acesso em: 25 ago. 2022, 18:35.

WJ COMPONENTES. Mini bomba de água RS385 [Online]. Disponível em: https://www.wjcomponentes.com.br/motores/mini-bomba-de-agua-rs385?parceiro=6298&gclid=EA1aIQobChMI9Kr1nPniQIVDCSRCh1e7gPwEAQYASABEqJUE_D_BwE. Acesso em: 25 ago. 2022, 18:51.

FLAVIO BABOS. Sensor de temperatura [Online]. Disponível em: <https://flaviobabos.com.br/sensor-de-temperatura-arduino/>. Acesso em: 26 ago. 2022, às 10:55.

FILIFELOP. Sensor de umidade e temperatura DHT11 [Online]. Disponível em: <https://www.filieflop.com/produto/sensor-de-umidade-etemperatura-dht11/>. Acesso em: 26 ago. 2022, às 16:34.

CANAL DO YOUTUBE. Sensor de nível [Vídeo]. Disponível em: <https://youtu.be/WO6e0HF1SU>. Acesso em: 26 ago. 2022, às 12:43.

EMBARCADOS. Microprocessadores CLP X ARDUINO [Online]. Disponível em: <https://embarcados.com.br/clp-versusmicrocontrolador/>. Acesso em: 26 ago. 2022, às 12:00.

WIKIPÉDIA. Irrigação [Online]. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Irriga%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 25 set. 2022, às 07:50.

AGRO INSIGHT. Métodos de irrigação [Online]. Disponível em: <https://agroinsight.com.br/metodos-de-irrigacao/>. Acesso em: 25 set. 2022, às 08:18.

AGROSMART. 3 principais tipos de irrigação: vantagens e desvantagens [Online]. Disponível em: <https://www.agrosmart.com.br/blog/3-principais-tipos-de-irrigacao-vantagens-e-desvantagens/>. Acesso em: 14 nov. 2022, às 11:26.

IRRIGAÇÃO PARA JARDINS. Conheça as vantagens da irrigação automatizada - IrrigaMatic [Online]. Disponível em: <http://www.irrigacaoparajardins.com.br/conheca-as-vantagens-da-irrigacao-automatizada/>. Acesso em: 14 nov. 2022, às 11:26.

USINAINFO. Mini bomba de água para Arduino 12V RS385 2L/min [Online]. Disponível em: <https://www.usinainfo.com.br/bombinha-de-agua-e-ar/mini-bomba-de-agua-para-arduino-12v-rs385-2lmin-2814.html>. Acesso em: 03 out. 2022, às 21:39.

LOJA DO MECÂNICO. Bomba Periférica 1/2HP 33 L/min 220V [Online]. Disponível em: https://www.lojadomecanico.com.br/produto/120879/33/619/Bomba-Periferica-12HP-33-Lmin-220V/153/?utm_source=googleshopping&utm_campaign=xmleshopping&utm_medium=cpc&utm_content=120879&gclid=CjwK. Acesso em: 07 nov. 2022, às 19:00.

MUNDO DA ELÉTRICA. Bomba centrífuga: o que é e como funciona [Online]. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/bomba-centrifuga-o-que-e-como-funciona/>. Acesso em: 31 out. 2022, às 18:30.

MUNDO DA ELÉTRICA. Bomba d'água: tipos de bombas e como dimensionar [Online]. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com/bomba-da-gua-tipos-de-bombas-como-dimensionar/>. Acesso em: 31 out. 2022, às 18:20.

AGROJET. Aprenda um pouco mais sobre aspersores para irrigação [Online]. Disponível em: <https://www.agrojet.com.br/aprenda-um-pouco-mais-sobre-aspersores-para-irrigacao/>. Acesso em: 15 nov. 2022, às 17:40.

IRRIGAT. Aspersor para irrigação [Online]. Disponível em: <https://irrigat.com.br/aspersor-para-irrigacao/>. Acesso em: 15 nov. 2022, às 16:00.

TRAMONTINA STORE. Aspersor de impulso setorial para engate rápido Tramontina [Online]. Disponível em: https://www.tramontinastore.com/aspersor-de-impulso-setorial-para-engate-rapido-tramontina_a_78527500/p?search=1. Acesso em: 15 nov. 2022, às 16:40.

WJ COMPONENTES. Módulo Relé 04 Canais 5V 10A com Led Indicador [Online]. Disponível em: https://www.wjcomponentes.com.br/rele-4?parceiro=6298&gclid=EAlaIqobChMI-eDjSpzF-wlVluVcCh0i3gUsEAQYASABEgKaJvD_BwE. Acesso em: 23 nov. 2022, às 18:16. Preço: R\$ 31,30

ROBOCORE. Sensor de Nível de Água - Boia Plástica Preta [Online]. Disponível em: https://www.robocore.net/sensor-robo/sensor-de-nivel-de-agua-boia-plastica-preta?gclid=EAlaIqobChMI2qXJ_KvF-glVBieRCh1LRax6EAQYBCABEgLO_D_BwE. Acesso em: 03 out. 2022, às 21:46. Preço: R\$ 22,90.

TRAMONTINA. Aspersor de Impulso Setorial para Engate Rápido Tramontina [Online]. Disponível em: https://www.tramontinastore.com/aspersor-de-impulso-setorial-para-engate-rapido-tramontina_78527500/p?idsku=78527500&gclid=EAlaIqobChMllociajJ3F-wlVDySRCh1MFwbLEAQYBSABEgIqqvD_BwE. Acesso em: 23 nov. 2022, às 18:19. Preço: R\$ 37,92.

USINAINFO. Sensor de Nível de Água com Boia Horizontal [Online]. Disponível em: <https://www.usinainfo.com.br/sensor-de-nivel-arduino/sensor-de-nivel-de-agua-com-boia-horizontal-2580.html>. Acesso em: 03 out. 2022, às 21:49. Preço: R\$ 32,12.

LOJA FÁBRICA DE BOLSO. Sensor de Umidade de Solo [Online]. Disponível em: https://loja.fabricadebolso.com.br/produto/sensor-de-umidade-de-solo.html?gclid=CjwKCAjw-rOaBhA9EiwAUkLV4vJ1XrtWXI42Z2JMh9a5DI_w5RAtRVPnNagdh8Vub78iaUoMaQLTVBoCAwEQAvD_BwE. Acesso em: 17 out. 2022, às 18:58. Preço: R\$ 6,83.

LOJA DO MECÂNICO. Bomba Centrífuga [Online]. Disponível em: https://www.lojadomecanico.com.br/produto/120879/33/619/Bomba-Periferica-12HP-33-Lmin-220V/153/?utm_source=googleshopping&utm_campaign=xmllshopping&utm_medium=cpc&utm_content=120879&gclid=CjwK. Acesso em: 07 nov. 2022, às 19:00. Preço: R\$ 197,00.

WJ COMPONENTES. Arduino Uno R3 [Online]. Disponível em: https://www.wjcomponentes.com.br/arduino-uno-r3?parceiro=6298&gclid=EAlalQobChMI4t7FmJ_F-wIVKexcCh2hwwBsEAQYAyABEgllYPD_BwE. Acesso em: 23 nov. 2022, às 18:29. Preço: R\$ 109,99.

COPAFER. Tubo de PVC Soldável Marrom 1/2" 20mm 3 Metros - 10.12.174.4 – Tigre [Online]. Disponível em: <https://www.copafer.com.br/tubo-de-pvc-soldavel-marrom-1-2-20mm-3-metros-10-12-174-4-tigre-p1074894>. Acesso em: 17 out. 2022, às 18:51. Preço: R\$ 19,70.

BAUDAELETRÔNICA. Fio bitola de 0,5mm [Online]. Disponível em: <https://www.baudaeletronica.com.br/cabo-flexivel-vermelho-20-awg-0-50mm-por-metro.html>. Acesso em: 23 nov. 2022, às 18:46. Preço: R\$ 1,34 p/m.

BAUDAELETRÔNICA. Fio bitola de 1,5mm [Online]. Disponível em: <https://www.baudaeletronica.com.br/cabo-flexivel-vermelho-20-awg-0-50mm-por-metro.html>. Acesso em: 23 nov. 2022, às 18:50. Preço: R\$ 56,90.

OBRAMAX. Caixa de água [Online]. Disponível em: https://www.obramax.com.br/caixa-dagua-com-tampa-2000l-89130993.html?region_id=138913. Acesso em: 23 nov. 2022, às 18:55. Preço: R\$ 929,00.

SMART COMPONENTES. Placa de fenolite perfurada (10x10) [Online]. Disponível em: https://www.smartcomponentes.com/produto/placa-de-circuito-perfurada-ilha-10x10cm.html?gclid=EAlalQobChMIkIGDrqfl_wlVICvUAR02Dw2OEAQYBCABEgJ0V_D_BwE. Acesso em: Data de acesso. Preço: R\$ 12,00

BAU DA ELETRÔNICA. Borne KRE-KF128 2 Vias Verde [Online]. Disponível em: <https://www.baudaeletronica.com.br/produto/borne-kre-kf128-2-vias-verde.html>. Acesso em: 16/06/2023 às 14:40.

MBC FERRAMENTAS. Bomba de Água [Online]. Disponível em:
https://www.mbcferramentas.com.br/MLB-3266479239-bomba-d-agua-12-cv-periferica-poco-irrigaco-branco- JM?srsItd=AR57-fDs7yh1-aG8egp5kTIY_B0jpgqKwDGCr0v2W-vo8v72hMJACng9lo. Acesso em: 16/06/2023 às 15:20. Valor: R\$ 226,00.