

ETEC EURO ALBINO DE SOUZA
ENSINO MÉDIO COM HABILITAÇÃO PROFISSIONAL DE TÉCNICO
EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

PEDRO LUCAS HENRIQUE CALDERARO
VINÍCIUS DA SILVA IRINEU
CARLOS EDUARDO OLIVEIRA ROCHA
MARIANA ALVES DE SANTANA

SMARTSUN: Irrigação através de energia solar

ETEC EURO ALBINO DE SOUZA
ENSINO MÉDIO COM HABILITAÇÃO PROFISSIONAL DE TÉCNICO
EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

PEDRO LUCAS HENRIQUE CALDERARO
VINÍCIUS DA SILVA IRINEU
CARLOS EDUARDO OLIVEIRA ROCHA
MARIANA ALVES DE SANTANA

SMARTSUN: Irrigação através de energia solar

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Etec Euro Albino de Souza, do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, submetida à banca examinadora do curso Ensino Médio com Habilitação Profissional, como requisito para obtenção do diploma de Técnico em Eletrônica.

Orientador: Prof. Ms. Diogo Pedriali.

Mogi Guaçu – SP

2024

R762s Rocha, Carlos Eduardo Oliveira; Calderaro, Pedro Lucas Henrique; Santana, Mariana Alves de; Irineu, Vinícius da Silva.

SMARTSUN – Mogi Guaçu/SP, 2024.

36 p.

Trabalho de Conclusão do Curso de Ensino Médio com Habilitação Profissional de Técnico em Automação da ETEC Auro Albino de Souza, de Mogi Guaçu.

Orientador: Professor Mestre Diogo Pedriali

I. Seguidor Solar. II. Energia. III. Irrigação Automática.

CDD: 333.796

ETEC EURO ALBINO DE SOUZA
ENSINO MÉDIO COM HABILITAÇÃO PROFISSIONAL DE
TÉCNICO EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

PEDRO LUCAS HENRIQUE CALDERARO
VINÍCIUS DA SILVA IRINEU
CARLOS EDUARDO OLIVEIRA ROCHA
MARIANA ALVES DE SANTANA

SMARTSUN: Irrigação através de energia solar

Monografia aprovada por banca examinadora em 18 de novembro de 2024.

Banca Examinadora:

Prof. Cícero Augusto Queiroz de Melo

Prof. Diogo Pedriali – (Orientador)

Prof. Luís Carlos Pompeu

Mogi Guaçu – SP

2024

DEDICATÓRIA

Dedica-se este trabalho à família, que sempre foi a maior fonte de inspiração e apoio. A gratidão é imensa por estarem ao lado em todos os momentos desta jornada.

Aos pais por proporcionarem amor incondicional e dedicarem-se com empenho. Seus ensinamentos sobre o valor do esforço e da perseverança foram fundamentais para que este objetivo fosse alcançado.

E a todos os demais familiares, cuja crença e apoio foram essenciais, mesmo nos momentos difíceis. Cada palavra de encorajamento e gesto de carinho contribuíram para o sucesso desta empreitada.

Este trabalho reflete o amor e a união que sempre existiram na família, sem os quais nada disso seria possível.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer à família, que sempre esteve ao nosso lado, oferecendo apoio incondicional e fundamentais para o desenvolvimento deste projeto.

A todos os docentes do curso de Automação Industrial, que compartilharam conhecimento e contribuíram para o nosso crescimento acadêmico e profissional.

Aos parceiros de curso com os quais experiências e momentos marcantes foram compartilhados, tornando essa jornada ainda mais significativa e divertida.

Agradeço, especialmente, ao meu orientador, professor Diogo Pedriali pela orientação valiosa e pelo apoio incondicional durante o desenvolvimento deste trabalho.

À ETEC Euro Albino de Souza, por proporcionar um ambiente enriquecedor, acolhedor e de alta qualidade educacional.

E a todos da comunidade acadêmica, que contribuíram de alguma forma para a realização deste projeto.

"A energia solar é uma das formas mais limpas e promissoras de energia renovável, e seu desenvolvimento é crucial para um futuro sustentável."

Ban Ki-moon

RESUMO

Esta monografia apresenta o *SmartSun*, um sistema automatizado de irrigação focado em eficiência hídrica, e energética. Para o desenvolvimento deste projeto, o uso de técnicas adquiridas durante o aprendizado do curso de Automação Industrial foi necessário. O desenvolvimento partiu da escolha de cada componente, averiguando se atendiam as necessidades do protótipo, como: painel solar fotovoltaico, bomba d'água, motores, sensor de umidade e sensor LDR, tendo também a inclusão de sistemas elétricos, microcontroladores e programação feita na linguagem C++ para cumprir a demanda de movimentação em dois eixos. Para detectar a umidade, foi necessário utilizar um sensor específico para solo, onde são enviadas leituras para o Arduino e assim acionando a bomba d'água, que inicia o processo de irrigação. Partindo do ponto de vista técnico, essa proposta se destaca pela sua capacidade de unir a automação e a sustentabilidade, tendo como função atender necessidades da área agrícola. *SmartSun* não só oferece avanço sustentável, como também é um demonstrativo da capacidade humana de ajudar o mundo com a tecnologia e conhecimento.

Palavras-chave: Irrigação. *SmartSun*. Energia. Automação. Sustentabilidade.

ABSTRACT

This monograph presents SmartSun, an automated irrigation system focused on water and energy efficiency. To develop this project, it was necessary to use techniques acquired during the Industrial Automation course was necessary. The development started with the choice of each component, checking that they met the needs of the prototype, such as the needs of the prototype, such as: photovoltaic solar panel, water pump, motors, humidity sensor and LDR sensor, and also included electrical systems, microcontrollers and systems, microcontrollers and programming in the C++ language to meet the demand for movement on two axes. To detect humidity, it was necessary to use a specific soil sensor, where readings are sent to the Arduino to the Arduino and thus trigger the water pump, which starts the irrigation process. From a technical point of view, this proposal stands out for its automation and sustainability, with the aim of meeting the needs of the agricultural area. SmartSun not only offers sustainable progress, but is also a demonstration of the human capacity to help the world with technology and knowledge.

Keywords: *Irrigation. SmartSun. Energy. Automation. Sustainability.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Modelo 3d Inicial	21
Figura 2- Simulação do Seguidor Solar.....	21
Figura 3 - Diagrama eletrônico do seguidor solar.....	22
Figura 4 – Sensor de umidade	26
Figura 5 - Diagrama eletrônica sensor de umidade.....	26
Figura 6 – Sistema de irrigação integrado ao seguidor solar	28
Figura 7- Horas de luz solar e crepúsculo em Mogi Guaçu.....	33
Figura 8- Hardware do Arduino UNO Rev 3.....	35
Figura 9- LDR - Resistor de Luz Independente	36
Figura 10- Placa Painel Célula Solar Fotovoltaica	36
Figura 11- Minibomba Água 12v	37
Figura 12- SERVO MOTOR MG-90S.....	37
Figura 13- Módulo Sensor De Umidade De Solo	38
Figura 14- Desenho técnico da Placa Fotovoltaica	41
Figura 15- Estrutura do protótipo em MDF	42

LISTA DE QUADROS

Tabela 1- Tabela Excel de custos	42
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ETEC	Escolas Técnicas do Estados de São Paulo
LDR	<i>Light Dependent Resistor</i>
IOT	<i>Internet of things</i> (Internet das Coisas)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	OBJETIVO GERAL	15
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
1.3	JUSTIFICATIVA	16
1.4	ANÁLISE FINANCEIRA	17
1.5	ANÁLISE SOCIAL	17
1.6	ANÁLISE AMBIENTAL	18
1.7	ANÁLISE DE SEGURANÇA	18
1.8	RELEVÂNCIA	18
1.9	ACESSIBILIDADE	19
2	DESENVOLVIMENTO	20
2.1	referencial teórico	32
2.2	INCIDENCIA SOLAR	32
2.2.1	COMO O SOL FUNCIONA EM MOGI GUAÇU	32
2.3	METODOLOGIA CIENTÍFICA	33
2.4	TÓPICOS DE FUNDAMENTAÇÃO	34
2.5	RECURSOS NECESSÁRIOS	34
2.5.1	MICROCONTROLADOR	34
2.5.2	LDR	35
2.5.3	PLACA FOTOVOLTAICA	36
2.5.4	BOMBA D'ÁGUA	37
2.5.5	SERVO MOTOR – MG90S	37
2.5.6	SENSOR DE UMIDADE	38
2.6	CRONOGRAMA	39
2.7	DESENHOS E DETALHAMENTOS	41
2.8	CUSTOS	42
2.9	TESTES	43
2.10	MELHORIAS	47
2.11	ASPECTOS POSITIVOS	47
2.12	RISCOS	48
2.13	DIFERENCIAIS	49

3	CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
3.1	TRABALHOS FUTUROS	50
	REFERÊNCIAS	51

1 INTRODUÇÃO

É visto que obter eficiência na irrigação é um grande desafio para a agricultura atual, especialmente em regiões onde o acesso à água é escasso. A procura por métodos de eficiência hídrica e energética de forma mais inteligente, mantendo a produtividade das plantações, tem alavancado a criação e desenvolvimento de novas tecnologias. Neste cenário, surge uma alternativa sustentável e eficaz, o sistema *SmartSun*, que busca solucionar problemas em relação ao uso excessivo de água e garantir geração limpa de energia e, ao mesmo tempo, garantir alta produtividade nas áreas onde for utilizado. Ao pensar sobre usar energia de forma eficiente e limpa, placas fotovoltaicas são os instrumentos fundamentais para geração de energia através da luz solar. Onde tal energia é enviada para as baterias que alimentam a bomba d'água. Este processo foi idealizado para suprir estas necessidades que cada vez mais têm se tornado um empecilho na agricultura como um todo.

É idealizado para agricultores de pequeno porte, principalmente aqueles que fazem parte do que chamamos de agricultura familiar (grupo familiar ativo na produção e gestão de estabelecimentos rurais), um sistema fácil de manusear e com baixo custo de manutenção, porém com um grande serviço a ser prestado.

1.1 OBJETIVO GERAL

Ao falar sobre o *SmartSun* é importante definir objetivos gerais claros que darão rumo à pesquisa e ao desenvolvimento do projeto. O desenvolvimento de um sistema de supervisão sustentável é importante para reduzir a dependência de energia não renovável e promover culturas agrícolas sustentáveis. A implementação é flexível e adaptável a diferentes terrenos e condições climáticas, ajudando a atender às necessidades específicas de diversas localidades. A facilidade de manutenção é importante, projetar um sistema em que a instalação e a continuação sejam fáceis é importante para agricultores locais com pouca formação técnica, promovendo maior autonomia e diminuindo a necessidade da prestação de serviços técnicos externos.

A energia solar e sistemas de irrigação eficientes ajudam a mitigar riscos associados à variabilidade climática, como secas. Ao garantir irrigação estável, os agricultores ficam mais protegidos contra eventos climáticos severos, levando a uma maior segurança financeira. Em resumo, o sistema não apenas oferece

uma solução econômica e sustentável, mas também concede diversos benefícios financeiros e produtivos, que ao todo, demonstram a grande variedade de benefícios do SmartSun.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Ao explorar os objetivos gerais, vemos que existem diversas metas a serem alcançadas, que por sua vez para serem atingidas passam por processos, que se forem devidamente analisados também passaram por etapas. Isso é o que chamamos de objetivos específicos, onde é destrinchado e comentado cada processo para que um objetivo geral seja alcançado.

Desde o planejamento deste projeto, era pensado que deveria ter eficiência energética e ser sustentável, e para esta meta ser alcançada foram feitas pesquisas que levaram ao uso de painéis fotovoltaicos. A escolha deste aparato veio a partir de informações coletadas como o fato de não poluir, ter energia limpa e renovável, baixa manutenção. Informações como estas foram vistas como vantagens, e logo o dispositivo foi integrado ao protótipo, se tornando um grande aditivo ao projeto.

Ao falar da irrigação, a eficiência hídrica definitivamente é algo a ser alcançado, e para garantir isso, os aspersores trabalham em conjunto com o sensor de umidade, verificando sempre quando há ou não a necessidade de irrigar o local, evitando excesso ou falta de irrigação.

1.3 JUSTIFICATIVA

O projeto surgiu da necessidade crescente de práticas agrícolas mais sustentáveis, buscando também a redução de custos operacionais, realçando o valor deste estudo. Analisando a área da agricultura familiar, foram vistos diversos pontos que acabam por dificultar este tipo de trabalho, como a escassez de recursos financeiros, o baixo conhecimento sobre tecnologias modernas, entre outros. Essas questões têm impactos expressivos sobre a praticabilidade e o futuro da agricultura familiar, ao apoiar adequadamente e elaborar estratégias inteligentes, os desafios a serem enfrentados ficam menores. A solução para estes problemas é o *SmartSun*, um sistema de irrigação planejado com painéis solares que absorve e armazena a energia para ligar bombas

d'água. A Implementação deste sistema pode oferecer uma maior previsibilidade financeira a longo prazo, uma vez que os custos com energia são eliminados. Isso proporciona uma estabilidade orçamentária significativa, principalmente onde os preços da energia elétrica são voláteis ou estão em alta.

Utilizando o sistema *SmartSun*, surge também a oportunidade de apoiar fortemente a agricultura familiar, pois apesar de não ser conhecimento comum sabe-se que a agricultura familiar é responsável pela maior parte dos alimentos de origem natural, como verduras, frutas, ovos e leite, que são produzidos e consumidos em escala mundial (GUITARRARA, Paloma. 2024). Este tipo de trabalho acaba sendo ocultado pelas grandes corporações deste ramo. Este projeto tem como um dos objetivos facilitar essa produção que ajuda tanto o país.

1.4 ANÁLISE FINANCEIRA

A instalação de um sistema de irrigação com aspersor e bomba alimentados por energia solar pode ser bastante vantajosa em diversos sentidos, como o financeiro, que é extremamente importante. Após analisar o projeto e suas vantagens, o cliente pagará apenas a instalação dos painéis solares, e depois ele não irá ter gastos frequentes de eletricidade, e isso resulta em uma economia de energia significativa comparada com a utilização de energia convencional. Além da economia de energia, o projeto também apresenta uma baixa manutenção, já que geralmente os sistemas de energia solar requerem menos reparos e possuem poucos componentes móveis, o que acaba reduzindo custos operacionais. Embora o investimento inicial possa ser elevado, a economia gerada pode proporcionar um retorno financeiro ao longo dos anos.

1.5 ANÁLISE SOCIAL

Tendo em vista o impacto social e econômico do projeto, ao utilizar a energia solar, ocorre uma redução ou eliminação de custos para operação do aspersor, que pode ser de grande assistência em áreas rurais e agrícolas, onde o custo de energia é elevado. Com o uso de tecnologia verde em alta hoje em dia como em painéis solares e sistemas de irrigação, é visto que podem gerar grandes oportunidades de emprego e de promover a capacitação em tecnologias sustentáveis.

1.6 ANÁLISE AMBIENTAL

Ao analisar as demandas ambientais e verificar em como o projeto se adapta às necessidades do ambiente, foram apurados diversos pontos importantes. O projeto tem capacidade de sustentabilidade energética, pois se usa energia solar como fonte para a bomba associada com o aspersor irrigador. A energia solar garante o funcionamento do aspersor e também reduz o uso de fontes não renováveis.

A eficiência na irrigação é de suma importância, visto isso, é interessante projetar sistemas de irrigação equipados com aspersores eficazes para reduzir o desperdício de água, e também direcionar a irrigação onde se é necessário. Ao seguir esta logística, haverá uma otimização do uso de água.

Seguindo a análise, vemos certos benefícios ambientais, caso a irrigação seja feita de forma correta e eficiente, haverá conservação de água, evitando o escoamento e retirada de nutrientes do solo (lixiviação), e assim promovendo melhoria na gestão de recursos hídricos.

1.7 ANÁLISE DE SEGURANÇA

Mesmo este projeto sendo seguro, ele pode apresentar algumas falhas por falta de manutenção ou instalação incorreta, então é preciso sempre um profissional para instalá-lo e revisões, para não ocorrer incêndio ou curto-circuito. Alguns cuidados que podem ser tomados são a certificação de todos os componentes eletrônicos, proteção contra sobre tensão, fixação dos painéis e verificação do aterramento de cabos e mangueiras.

1.8 RELEVÂNCIA

Este projeto possui relevância para a área de automação industrial, agropecuária e gestão ambiental, visando auxiliar com: redução do desperdício de água, contribuição para a preservação do meio ambiente, simplificação das atividades diárias, potencialização do desenvolvimento das plantações e redução dos gastos de energia. Podendo, além disso, contribuir com pesquisas e estudos, pois ele visa ajudar toda a população, tendo um papel transformador para todos, pois com a melhoria do serviço agropecuário conseqüentemente há melhoria nos alimentos.

1.9 ACESSIBILIDADE

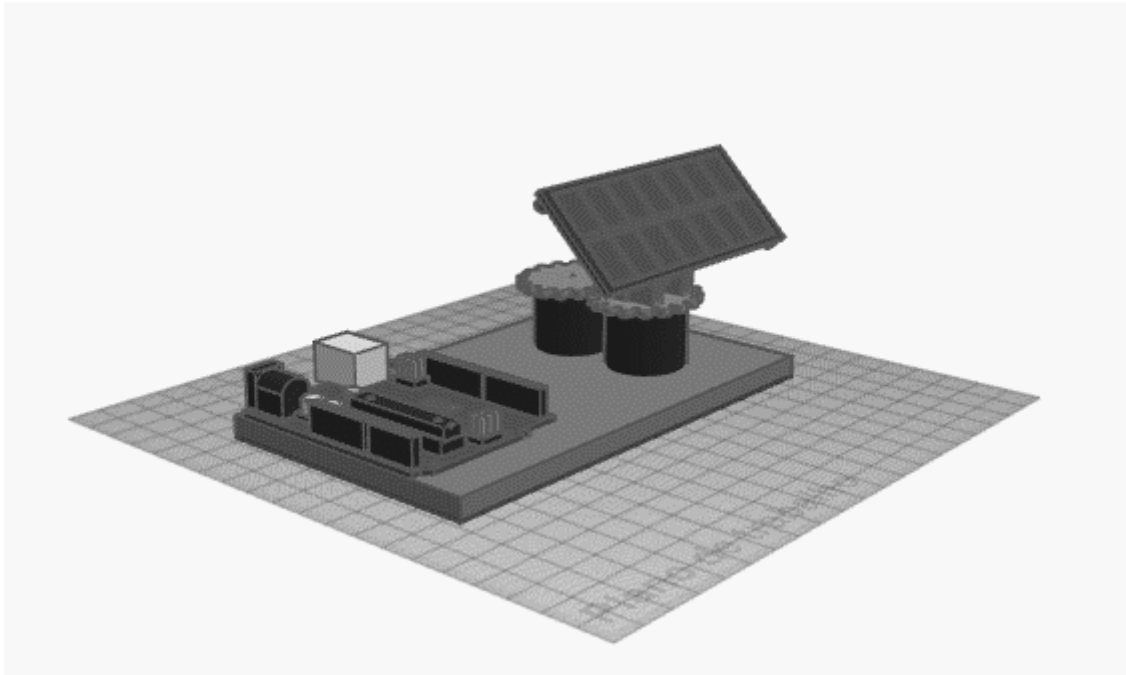
Atualmente, o projeto não possui recursos de acessibilidade, é reconhecido a importância desse método para as pessoas com necessidades especiais. Espera-se que o projeto possa incluir esse recurso em breve a partir de pesquisa e estudos sobre o assunto.

2 DESENVOLVIMENTO

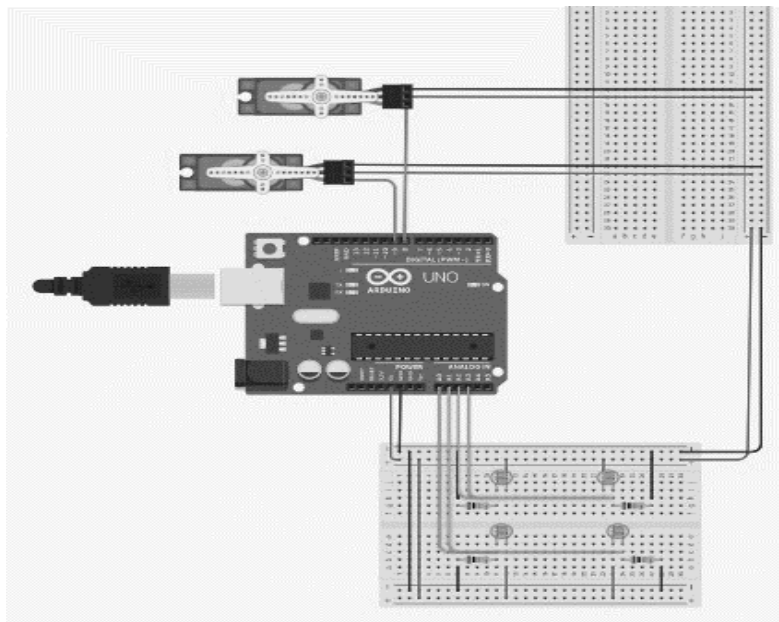
A automação na área de otimização de processos rurais fez com que tenha a necessidade da aplicação de máquinas e dispositivos tecnológicos para o aperfeiçoamento dos métodos agrícolas. Tendo isso em vista, o SmartSun foi desenvolvido com a intenção de facilitar o trabalho de irrigação e também contribuir com o meio ambiente, ajudando com as plantações e diminuindo o gasto de energia. Ele é composto por: 3 placas solares 5 Volts, 1 bomba d'água 12 Volts, 1 aspersor, 1 sensor de umidade, 4 sensores LDR, 2 baterias de 9V, 4 resistores 10K e 1 servo motor Mg90s. O projeto funciona da seguinte maneira, a placa solar é programada para se movimentar a medida que o sol se move, a energia absorvida pela placa solar será enviada para a bomba, fazendo com que ela mande água para o aspersor realizando a irrigação, e, além disso, o sensor de umidade será programado para mostrar quando o solo já estiver recebido água suficiente, para não ocorrer desperdício.

A partir da escolha e compra dos componentes, foram iniciados testes de todos os componentes para averiguar se estavam em perfeito funcionamento. Após a verificação dos materiais, o foco principal era o rastreador solar, cujo propósito é mover as placas fotovoltaicas conforme a movimentação do Sol, utilizando motores e sensores LDR para realizar esta ação, a fim de obter o máximo de aproveitamento da luz solar. Para dar início a montagem do protótipo, foi anteriormente feito um modelo 3D simplificado, e também ocorreram simulações dos componentes através do TinkerCad, um programa de criação e simulação de circuitos eletrônicos para testes de funcionalidade.

Após todos esses testes e desenvolvimentos da montagem e programação obteve-se o funcionamento do protótipo da forma planejada. Os sensores de LDR rastreando o sol fazendo com que as placas solares o sigam e gere energia, enviando água para bomba e fazendo com que a mesma envie para o aspersor que irriga o solo de forma correta e uniforme. O sensor de umidade é fundamental para a cumprir com a eficiência hídrica, já que somente ativa quando há necessidade de irrigação, sendo usado também como ferramenta de monitoração.

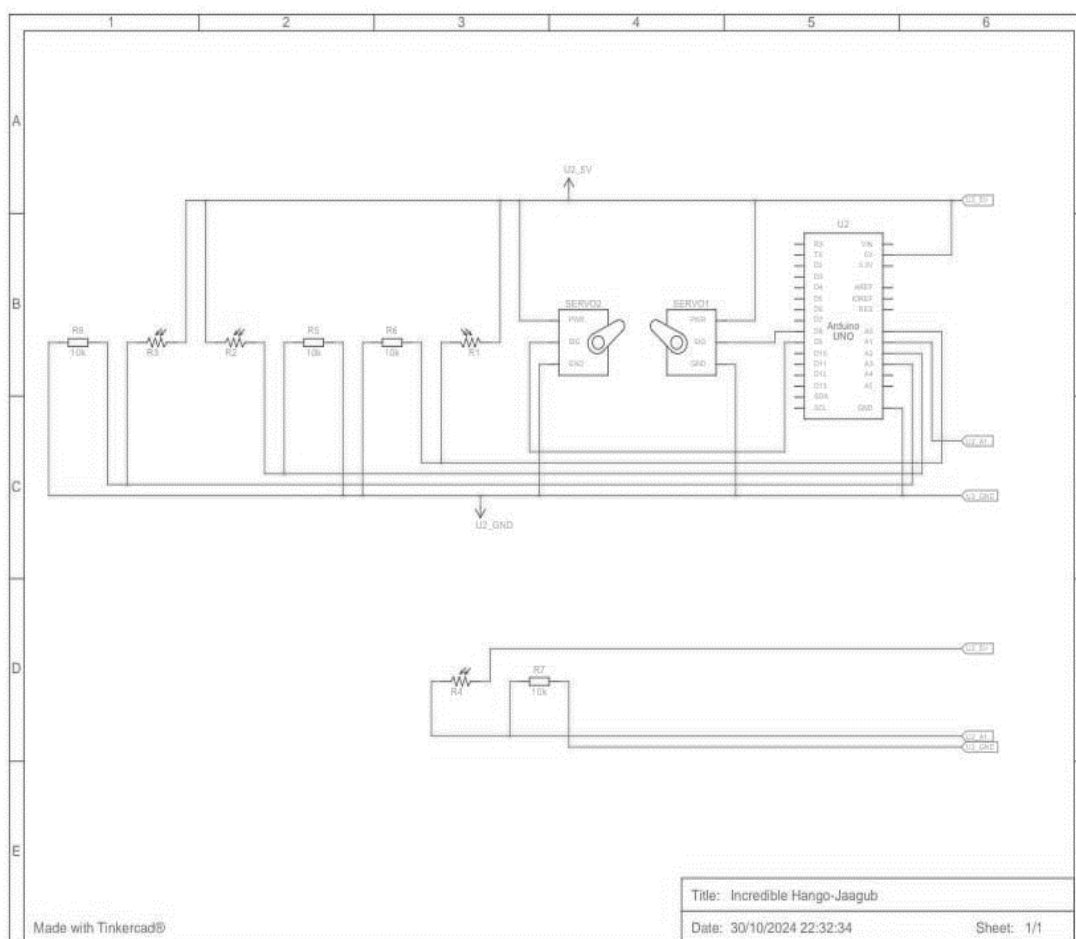
Figura 1- Modelo 3d Inicial

Fonte: Autoria própria (2024)

Figura 2- Simulação do Seguidor Solar

Fonte: Autoria própria (2024)

Figura 3 - Diagrama eletrônico do seguidor solar



Fonte: Autoria Própria

A programação foi feita com o código na linguagem C++, e foi utilizada na plataforma Arduino. O código utiliza uma biblioteca Servo.h, que é comum em projetos com microcontroladores como o Arduino para controlar servo motores. Esse código foi usado para o seguidor solar utilizando servo motores e LDR's (resistores dependentes de luz), tendo como objetivo ajustar a posição de um painel ou sensor de acordo com a luz incidente, mantendo-o alinhado com a maior intensidade de luz detectada.

```
#include <Servo.h> // Inclui a biblioteca Servo para controle de servo motores
```

```
Servo horizontal; // Declara um objeto para o servomotor horizontal
```

```
int servoh = 180; // Posição inicial do servomotor horizontal
```

```
int servohLimitHigh = 175; // Limite superior do servomotor horizontal
```

```
int servohLimitLow = 5; // Limite inferior do servomotor horizontal
Servo vertical; // Declara um objeto para o servomotor vertical
int servov = 45; // Posição inicial do servomotor vertical
int servovLimitHigh = 60; // Limite superior do servomotor vertical
int servovLimitLow = 1; // Limite inferior do servomotor vertical

// Declara pinos para os sensores LDR
int ldrLt = A0; // LDR superior esquerdo
int ldrRt = A3; // LDR superior direito
int ldrLd = A1; // LDR inferior esquerdo
int ldrRd = A2; // LDR inferior direito

void setup() {
horizontal.attach(9); // Anexa o servomotor horizontal ao pino 9
vertical.attach(10); // Anexa o servomotor vertical ao pino 10
horizontal.write(180); // Define a posição inicial do servomotor horizontal
vertical.write(45); // define a posição inicial do servomotor vertical
delay(2500); // Aguarda 2,5 segundos
}

void loop() {
// Lê os valores dos sensores LDR
int lt = analogRead(ldrLt); // Leitura do LDR superior esquerdo
int rt = analogRead(ldrRt); // Leitura do LDR superior direito
int ld = analogRead(ldrLd); // Leitura do LDR inferior esquerdo
int rd = analogRead(ldrRd); // Leitura do LDR inferior direito
```

```
int dtime = 10; // Tempo de atraso em milissegundos
int tol = 90; // Tolerância para comparação

// Calcula as médias das leituras dos LDRs
int avt = (lt + rt) / 2; // Média superior
int avd = (ld + rd) / 2; // Média inferior
int avl = (lt + ld) / 2; // Média esquerda
int avr = (rt + rd) / 2; // Média direita

int dvert = avt - avd; // Diferença vertical
int dhoriz = avl - avr; // Diferença horizontal

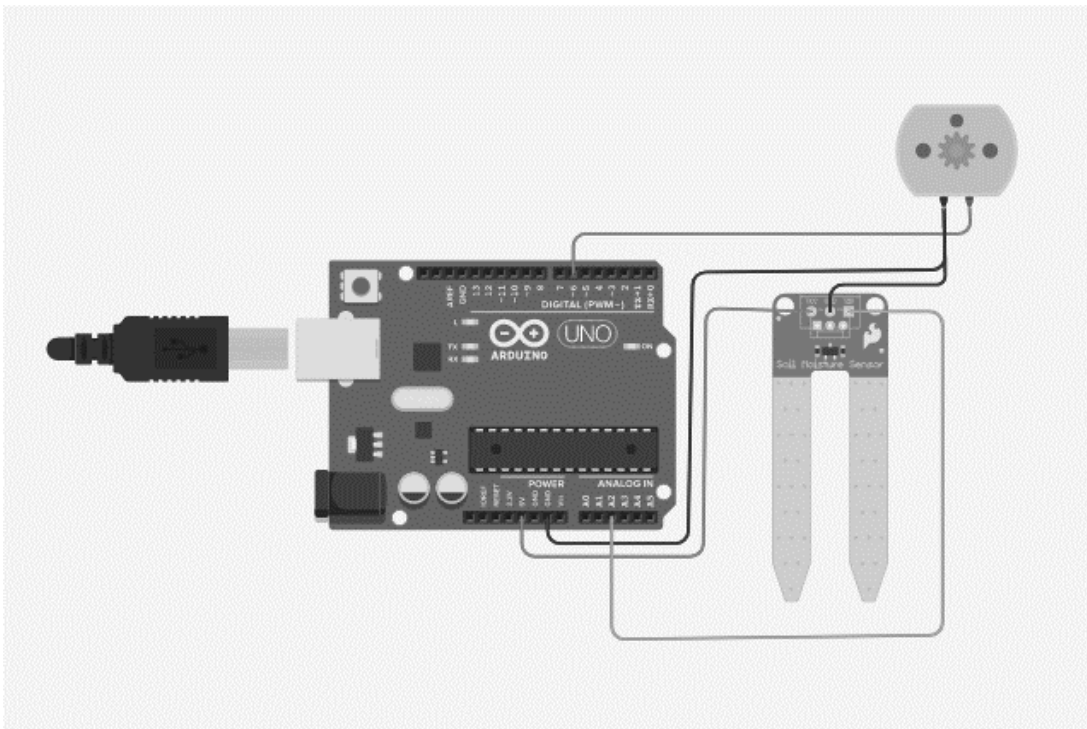
// Ajusta o servomotor vertical se necessário
if (-1 * tol > dvert || dvert > tol) {
  if (avt > avd) {
    servov++; // Incrementa a posição do servomotor vertical
    if (servov > servovLimitHigh) {
      servov = servovLimitHigh; // Limita a posição
    }
  } else if (avt < avd) {
    servov--; // Decrementa a posição do servomotor vertical
    if (servov < servovLimitLow) {
      servov = servovLimitLow; // Limita a posição
    }
  }
  vertical.write(servov); // Atualiza a posição do servomotor vertical
}
```

```
// Ajusta o servomotor horizontal se necessário
if (-1 * tol > dhoriz || dhoriz > tol) {
  if (avl > avr) {
    servoh--; // Decrementa a posição do servomotor horizontal
    if (servoh < servohLimitLow) {
      servoh = servohLimitLow; // Limita a posição
    }
  } else if (avl < avr) {
    servoh++; // Incrementa a posição do servomotor horizontal
    if (servoh > servohLimitHigh) {
      servoh = servohLimitHigh; // Limita a posição
    }
  } else if (avl == avr) {
    delay(5000); // Pausa de 5 segundos se as médias forem iguais
  }
  horizontal.write(servoh); // atualiza a posição do servomotor horizontal
}

delay(dtime); // Aguarda o tempo definido antes de repetir o loop
}
```

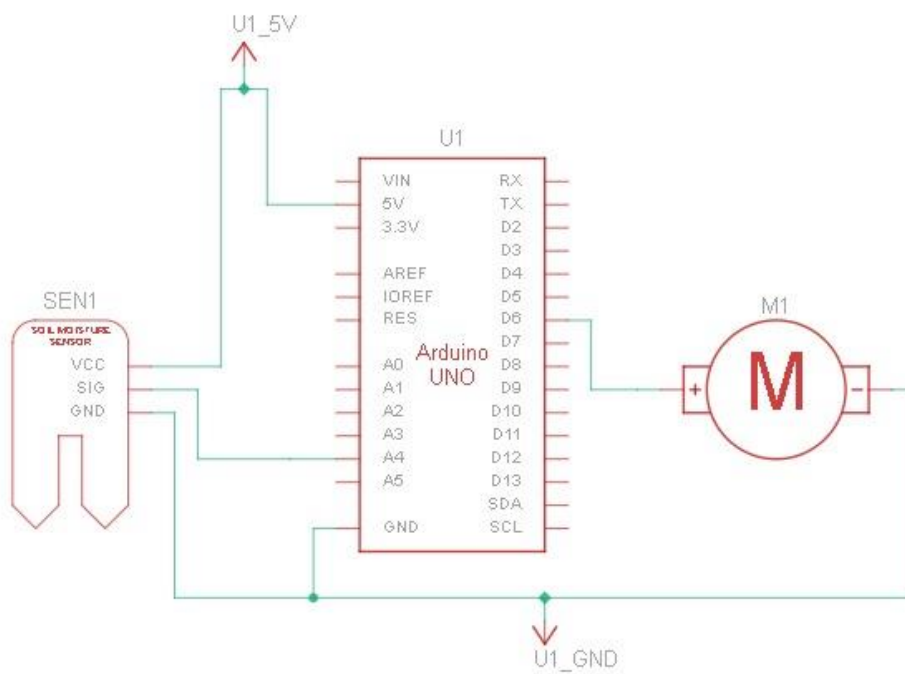
Feito o seguidor solar, o próximo objetivo era realizar o funcionamento do sensor de umidade, que ativa automaticamente a bomba d'água quando necessário, irrigando o local. A bomba permanece ligada até que a umidade atinja o nível adequado. Para isso também foram necessárias simulações no TinkerCard.

Figura 4 – Sensor de umidade



Fonte: Autoria Própria

Figura 5 - Diagrama eletrônica sensor de umidade



Fonte: Autoria Própria

Com o seguinte código, é possível realizara automação da supervisão, para quando o solo estiver seco, ocorra o acionamento da bomba d'água.

```
// Irrigação automatizada
```

```
int pinoSensor = A2; // Pino do sensor de umidade
```

```
int pinoLampada = 6; // Pino da lâmpada
```

```
void setup()
```

```
{
```

```
  pinMode(pinoSensor, INPUT);
```

```
  pinMode(pinoLampada, OUTPUT);
```

```
  Serial.begin(9600);
```

```
}
```

```
void loop()
```

```
{
```

```
  int valorSensor = analogRead(pinoSensor); // Leitura analógica do sensor
```

```
  // Considerando que um valor menor indica mais umidade (ajuste conforme seu sensor)
```

```
  if (valorSensor < 500) // Ajuste o limite conforme necessário
```

```
  {
```

```
    digitalWrite(pinoLampada, LOW); // Lâmpada desligada
```

```
  }
```

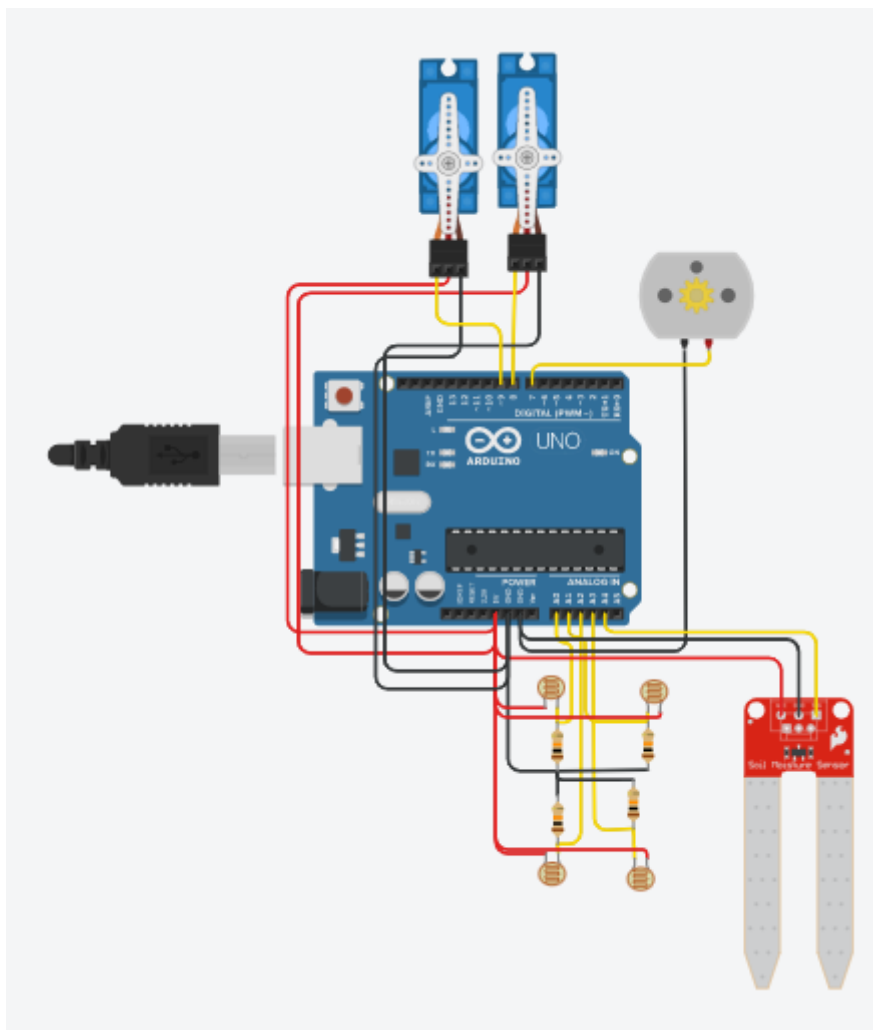
```
  else
```

```
  {
```

```
digitalWrite(pinoLampada, HIGH); // Lâmpada ligada  
}  
// Exibir valor do sensor  
Serial.print("Valor do sensor: ");  
Serial.println(valorSensor);  
Delay(250);
```

Em seguida foi necessário integrar as duas simulações em apenas uma, fazendo com que os painéis solares alimentassem o sistema de irrigação automatizado.

Figura 6 – Sistema de irrigação integrado ao seguidor solar



Fonte: Aatoria Própria

O código se manteve na mesma linguagem do seguidor solar e apenas integrando o sistema de irrigação.

```
#include <Servo.h> // Inclui a biblioteca Servo para controle de servomotores

// Definindo o servomotor

Servo servo1; // Declara um objeto para o servomotor

int servomotor = 0; // Posição atual do servomotor

int servomotorLS = 160; // Limite superior para o servomotor

int servomotorLI = 20; // Limite inferior para o servomotor

int pinoSensor = A2; // Pino do sensor digital

int pinoLampada = 6; // Pino da lâmpada

// Atribuindo fotoresistências

int fsup = 0; // Fotoresistência superior

int finf = 1; // Fotoresistência inferior

void setup() {

    servo1.attach(9); // Anexa o servomotor ao pino 9

    servo1.write(0); // Define a posição inicial do servomotor

    delay (500); // Aguarda 500 milissegundos

    pinMode (pinoSensor, INPUT); // Define o pino do sensor como entrada

    pinMode (pinoLampada, OUTPUT); // Define o pino da lâmpada como saída
```

```
}
```

```
void loop() {
```

```
    servomotor = servo1.read(); // Lê a posição atual do servomotor
```

```
    // Lê os valores das fotoresistências
```

```
    int sup = analogRead (fsup); // Leitura da fotoresistência superior
```

```
    int inf = analogRead(finf); // Leitura da fotoresistência inferior
```

```
    // Compara as leituras das fotoresistências
```

```
    if (sup < inf) {
```

```
        servo1.write(servomotor + 1); // Aumenta a posição do servomotor
```

```
        if (servomotor > servomotorLS) {
```

```
            servomotor = servomotorLS; // Limita a posição ao máximo
```

```
        }
```

```
        delay(10); // Aguarda 10 milissegundos
```

```
    }
```

```
    else if (inf < sup) {
```

```
        servo1.write(servomotor - 1); // Diminui a posição do servomotor
```

```
        if (servomotor < servomotorLI) {
```

```
            servomotor = servomotorLI; // Limita a posição ao mínimo
```

```
    }  
  
    delay(10); // Aguarda 10 milissegundos  
  
  }  
  
  else {  
  
    servo1.write(servomotor); // Mantém a posição atual do servomotor  
  
  }  
  
  delay(10); // Aguarda 10 milissegundos  
  
  
  // Controle da lâmpada com base no sensor  
  
  if (digitalRead(pinoSensor) == HIGH) {  
  
    digitalWrite(pinoLampada, LOW); // Desliga a lâmpada se o sensor estiver  
acionado  
  
    delay(10); // Aguarda 10 milissegundos  
  
  }  
  
  else {  
  
    digitalWrite(pinoLampada, HIGH); // Liga a lâmpada se o sensor não  
estiver acionado  
  
    Serial.print ("Tensão (volts): "); // Imprime a tensão  
  
    Serial.println(pinoLampada); // Imprime o valor da lâmpada  
  
    delay(10); // Aguarda 10 milissegundos  
  
  }
```

2.1 REFERENCIAL TEÓRICO

Enquanto a equipe do *SmartSun* idealizava o trabalho de conclusão do curso, os membros do grupo realizaram várias sessões de brainstorming. Dentre as ideias discutidas, surgiu a proposta de criar um carrinho agrícola irrigador e um seguidor solar simples, sem o uso de microcontroladores. A decisão inicial foi desenvolver o carrinho irrigador. No entanto, com o passar dos meses e diante das dificuldades no desenvolvimento desse projeto, houve a necessidade de reconsiderar o tema.

Com o apoio do coordenador do TCC, surgiu a sugestão de combinar as ideias iniciais. Assim nasceu a proposta do "SmartSun", que mantém a função de diretiva do carrinho, utilizando um seguidor solar como fonte de energia.

2.2 INCIDENCIA SOLAR

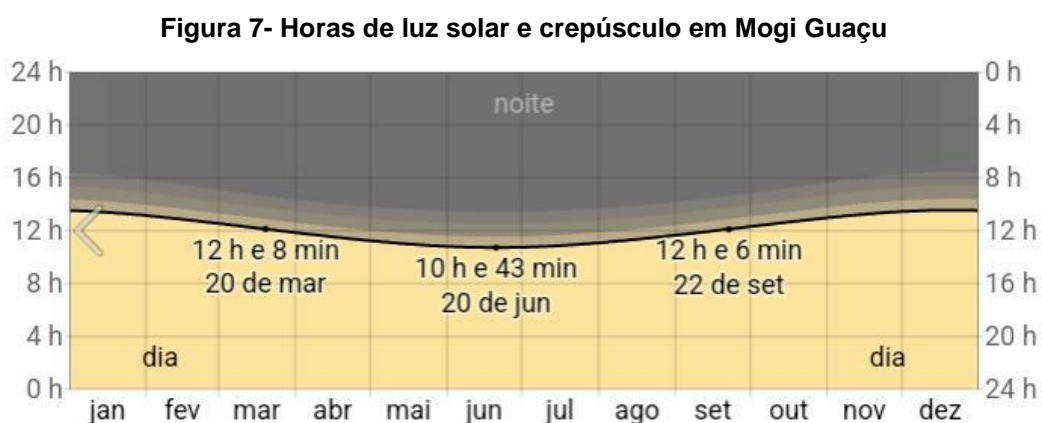
É a radiação do sol que age em uma área específica do planeta, influenciada pela rotação e translação da terra, latitude, cobertura das nuvens, inclinação do eixo terrestre, entre outros. Para fazer a medição da incidência solar, é utilizado o piranômetro, que, com uma superfície plana e escura, mede a densidade do fluxo dos raios solares. Funcionando da seguinte forma, ele absorve a radiação por um domo transparente, internamente um sensor absorve a radiação e a converte para calor, assim gerando um sinal elétrico proporcional a intensidade solar, após isso esse sinal é traduzido para um valor de irradiância que pode ser lido ou registrado para pesquisas.

Outra forma bastante utilizada para a medição da incidência é a carta solar que nada mais é que a representação gráfica da posição do sol para um local específico baseadas na latitude, utilizada da seguinte maneira, primeiro é preciso encontrar a carta solar específica para a latitude do local, depois observe os trajetos solares nas diferentes épocas do ano e por fim os dados estarão prontos para algum projeto ou construção, avaliando a incidência e as sombras do sol em cada período.

2.2.1 COMO O SOL FUNCIONA EM MOGI GUAÇU

A duração do dia em Mogi Guaçu sofre variações significativas ao longo do ano. Em 2024, o dia mais curto ocorre em 20 de junho, quando a região recebe aproximadamente 10 horas e 46 minutos de luz solar. Já o dia mais longo

acontece em 21 de dezembro, com cerca de 13 horas e 30 minutos de luz. Essas diferenças refletem o movimento da Terra ao redor do Sol e as mudanças nas estações. Além disso, o nascer e o pôr do sol também variam: o sol nasce mais cedo em 28 de novembro, às 5h14, enquanto o nascer mais tardio é registrado em 3 de julho, às 6h48. Da mesma forma, o pôr do sol mais cedo é observado em 5 de junho, às 17h30, e o mais tardio em 14 de janeiro, às 18h57 (WEATHER SPARK, 2024).



Fonte: WEATHERSPARK (2024)

Em Mogi Guaçu, o verão é quente, úmido, chuvoso e com o céu frequentemente nublado, já o inverno é curto com o clima agradável e o céu geralmente claro, as temperaturas anuais variam bastante entre 12 °C a 30 °C, raramente ela cai para abaixo de 8 °C ou sobe para acima de 34 °C. A temporada mais seca dura por volta de 3,3 meses de 27 de dezembro a 4 de abril nesse tempo a temperatura máxima média diária fica acima de 29 °C, assim tendo como fevereiro o mês mais quente com a média de 30 °C e a mínima 20 °C. Já a estação mais amena dura em torno de 2,4 meses entre os dias 13 de maio e 27 de julho com a média diária abaixo e 25 °C, e junho acaba sendo o mês mais frio com sua temperatura mínima 12 °C e máxima 24 °C.

2.3 METODOLOGIA CIENTÍFICA

A metodologia científica é de extrema importância para qualquer área, neste contexto, o *SmartSun* seguiu no mesmo padrão. Pontos em que a ciência contribuiu com o projeto foi: o design da placa solar e o mecanismo baseado na engenharia e física; ciência das matérias usadas para a escolha dos melhores

materiais; sistema de controle automatizado usando métodos científicos para prever o movimento solar e ajustar a posição da placa; agronomia e engenharia agrícola elas ajudam a otimizar os métodos de irrigação com base nas necessidades específicas de cada planta; ciência ambiental avalia o impacto da instalação para o meio ambiente e por fim modelos matemáticos e análises estatísticas.

2.4 TÓPICOS DE FUNDAMENTAÇÃO

A agricultura, tem se expandido cada vez mais, assim criando a necessidade do uso da automação industrial. O projeto teve fundamentação de vários estudos e pesquisas, para que fosse realizado da melhor forma. De acordo com Paul Turner CEO da *Valmont Irrigation* em uma entrevista no site *future farming* disse “A automação agrícola permite que os agricultores tomem decisões baseadas em dados em tempo real, aumentando a produtividade e a eficiência do uso de recursos como água e energia”. Desta forma, após uma série de pesquisas sobre o movimento da agricultura e suas dificuldades, criamos o projeto *SmartSun* para auxiliar nas atividades agrônomas.

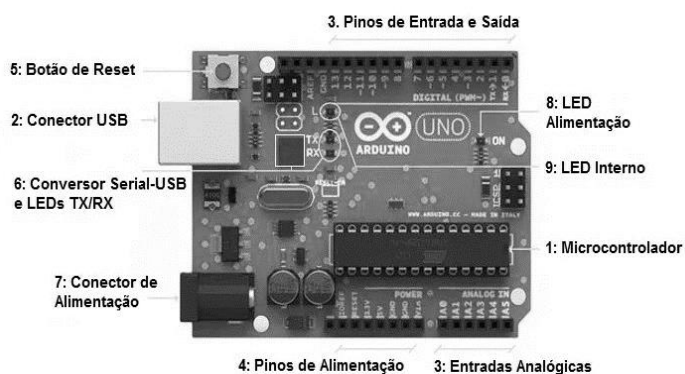
2.5 RECURSOS NECESSÁRIOS

Para a realização da montagem física, é necessário ter certos materiais, que auxiliarão no funcionamento deste projeto. Abaixo estão os principais materiais que compõe o *SmartSun*.

2.5.1 MICROCONTROLADOR

O Arduino Uno é uma das placas de desenvolvimento mais populares da família Arduino, é utilizado para criar projetos eletrônicos interativos. Ele é baseado no micro controlador ATmega328P, um chip que pode ser programado para diversas tarefas como em projetos de prototipagem, ensino de robótica, automação e IOT (Internet das Coisas) devido à sua simplicidade e flexibilidade.

Figura 8- Hardware do Arduino UNO Rev 3



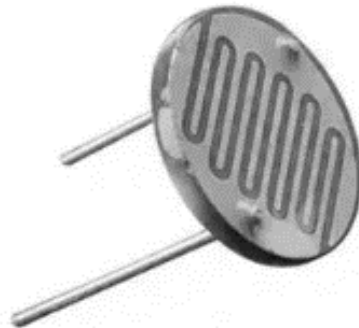
Fonte: Vida de Silício (2021)

A linguagem de programação do Arduino é C++, que ajuda com o desenvolvimento de projetos eletrônicos. Ele permite o controle de pinos de entrada e saída, leitura de sensores, ativação de motores e outros componentes. O código é estruturado em duas funções principais, o setup (para configurações iniciais) e loop o (para comportamento contínuo do sistema). Por ser fácil de trabalhar e não necessitar de profundo conhecimento da área para ser controlado, o micro controlador Arduino Uno foi selecionado para este projeto.

2.5.2 LDR

O LDR (Light Dependent Resistor), é um sensor que ajusta sua resistência elétrica baseada na intensidade da luz que ele inflige. Suas principais características incluem ser sensível à luz e ter baixa resistência quando nenhuma luz está presente. Suas aplicações mais comuns incluem controle de iluminação, dispositivos sensores de luz ambiente e sistemas de detecção de presença com base em variações de luz. O LDR é frequentemente aplicado em conjunto com o Arduino para monitorar a intensidade da luz e tomar decisões com base nela. Eletronicamente ele é um resistor cuja sua resistência varia conforme a intensidade de luz que varia sobre ele. Foi selecionado pelo desempenho adequado para o protótipo e por ser de baixo custo.

Figura 9- LDR - Resistor de Luz Independente

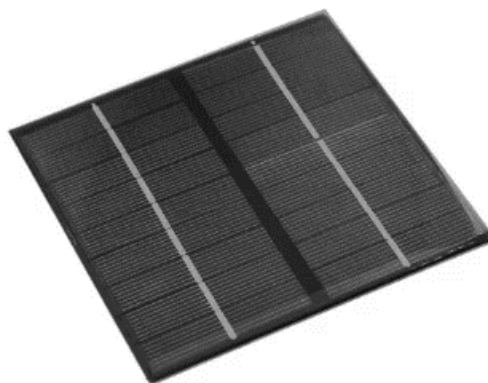


Fonte: TechZeero (2024)

2.5.3 PLACA FOTOVOLTAICA

O painel fotovoltaico é um dispositivo que converte a luz do sol em energia elétrica. Ele é formado por células solares que, ao serem expostas à luz solar, acabam gerando eletricidade. Essas células funcionam por conta do efeito fotovoltaico, que nada mais é que os elétrons sendo ativados pela energia solar gerando corrente elétrica. As placas são usadas em diversos lugares, desde sistemas para casas até grandes instalações como fábricas, contribuindo para uma energia renovável e sustentável.

Figura 10- Placa Painel Célula Solar Fotovoltaica



Fonte: Mercado Livre (2024)

2.5.4 BOMBA D'ÁGUA

A minibomba d'água é projetada para uso em irrigação de plantas, irrigação e fontes de água. Ela opera a 12 V, tem um pequeno motor elétrico e tem capacidade de 240 L/h, tornando-a ideal para pequenos sistemas como jardins. Ela consome apenas 5 W de energia, tornando-a uma solução sustentável. Também é adequada para irrigação de pequenos jardins, fontes decorativas e sistemas de recirculação de água.

Figura 11- Minibomba Água 12v



Fonte: BLUTU (2024)

2.5.5 SERVO MOTOR – MG90S

O MG90S é um pequeno servo motor amplamente utilizado em engenharia e eletrônica. Funciona recebendo um sinal de pulso do micro controlador que determina a posição do motor. Com uma caixa de engrenagens que aumenta a potência, o motor pode controlar a posição sob carga, enquanto o potenciômetro fornece feedback sobre a posição do eixo. Neste projeto será utilizado para rotacionar a placa solar em dois eixos. Este componente foi selecionado por ter precisão de controle de posição, custo mais acessível, design compacto e ideal para projetos com espaço limitado e a facilidade de integração.

Figura 12- SERVO MOTOR MG-90S

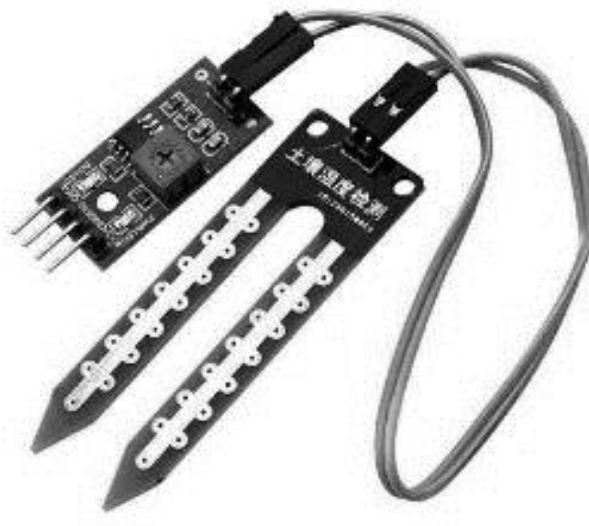


Fonte: Casa da Robótica (2024)

2.5.6 SENSOR DE UMIDADE

Um sensor de umidade do solo é um dispositivo que faz a medição da quantidade de água presente no solo. Eles são utilizados em agricultura, jardinagem e em sistemas de irrigação automatizados. Instalado na profundidade desejada, envia dados para um micro controlador ou sistema de monitoramento, que pode ser analógico ou digital. Podendo ser usado para sistemas de irrigação, alarmes ou monitoramento remoto. As aplicações incluem agricultura, jardinagem e sistemas de irrigação automatizados. Os benefícios gerados incluem eficiência hídrica e saúde das plantas. Eletronicamente, eles funcionam com dois eletrodos para conduzir corrente elétrica pelo solo, que faz a leitura de umidade relativa por comparação com a resistência, pois a água diminui, enquanto o solo seco conduz com mais dificuldade.

Figura 13- Módulo Sensor De Umidade De Solo



Fonte: ELETROGATE (2024)

2.6 CRONOGRAMA

20/02 – Apresentação do escopo da matéria de PTCC.

27/02 – Montagem dos grupos de trabalho e análise das demandas regionais.

05/03 – Análise dos temas definidos pelos grupos.

12/03 – Definições e metodologias de projetos e análise dos temas inovadores. Início da escrita da monografia, dentro do modelo disponibilizado e aprovado pelo regimento interno da ETEC.

19/03 – Análise crítica do tema inovador a ser desenvolvido.

26/03 – Abordagem sobre metodologia científica.

02/04 – Abordagem sobre metodologia científica.

09/04 – Não letivo.

16/04 – Entrega do (i) cronograma de trabalho (*.xls), (ii) análise dos temas propostos pelo grupo indicando o tema inovador que será trabalhado (*.xls) e a sequência inicial de (iii) tópicos que serão

desenvolvidos (*.doc). Todos os documentos deverão estar revisados, em formato editável e deverão ser disponibilizados via e-mail institucional. Início da escrita da monografia, dentro do modelo disponibilizado e aprovado pelo regimento interno da ETEC.

23/04 – Revisão sobre citações bibliográficas e utilização do Mendeley.

30/04 – Revisão sobre citações bibliográficas e utilização do Mendeley.

07/05 – Continuação da escrita da monografia, dentro do modelo disponibilizado e aprovado pelo regimento interno da ETEC.

14/05 – Continuação da escrita da monografia.

21/05 – Continuação da escrita da monografia.

28/05 – Continuação da escrita da monografia.

04/06 – Continuação da escrita da monografia.

11/06 – Pré-apresentação do desenvolvimento do projeto (*.ppt).

18/06 – Pré-apresentação do desenvolvimento do projeto (*.ppt).

25/06 – Entrega da (iv) monografia em processo de desenvolvimento, (v) o contrato de pesquisa e os (vi) dados para a criação da ficha catalográfica (*.doc). Todos os documentos deverão estar revisados, em formato editável e deverão ser disponibilizados via e-mail.

02/07 – Reunião de orientação para todos os alunos com foco na atualização do cronograma para a disciplina de DTCC.

09 e 16/07 – Recesso

2º Semestre de 2024

30/07 – Apresentação do escopo de Desenvolvimento da matéria de TCC.

06/08 – Desenvolvimento do protótipo, da monografia e do pôster.

13/08 – Desenvolvimento do protótipo, da monografia e do pôster.

20/08 – Desenvolvimento do protótipo, da monografia e do pôster.

27/08 – Desenvolvimento do protótipo, da monografia e do pôster.

03/09 – Desenvolvimento do protótipo, da monografia e do pôster.

10/09 – Desenvolvimento do protótipo, da monografia e do pôster.

17/09 – Entrega da monografia revisada e finalizada, em formato *.doc, via e-mail.

24/09 – Entrega do pôster revisado e finalizado, em formato *.ppt, via e-mail.

01/10 – Desenvolvimento do protótipo, da monografia e do pôster.

08/10 – Desenvolvimento do protótipo, da monografia e do pôster.

15/10 – Não Letivo. 22/10 – Desenvolvimento do protótipo, da monografia e do pôster.

29/10 – Entrega da monografia para revisão do professor.

03/11 – Revisão total da monografia e do pôster.

04/11 – Entrega de 2 cópias impressas da monografia para os componentes da banca.

17/11 – Treino de pré-apresentação do projeto para a banca examinadora.

18/11 – Apresentação Final do DTCC para a banca de avaliação.

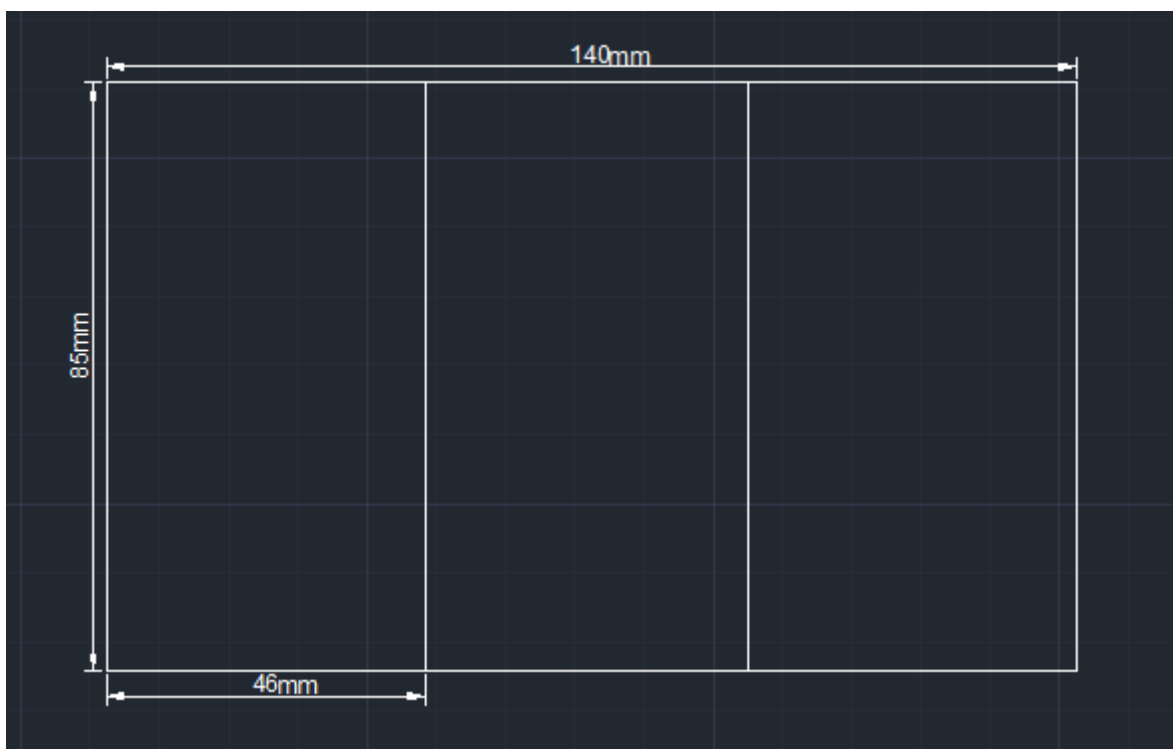
03/12 – Entrega da monografia (*.doc), pôster (*.ppt), termo de autenticidade (*.doc) e termo de autorização de divulgação(*.doc). Todos os documentos deverão estar revisados, em formato editável e deverão ser disponibilizados via e-mail.

10/12 – Entrega de mídia removível contendo os arquivos retornados via e-mail pelo professor orientador (monografia, pôster, termo de autenticidade e termo de autorização de divulgação (todos em formato *.pdf).

2.7 DESENHOS E DETALHAMENTOS

O desenho técnico tem de suma importância na compreensão de projetos técnicos para a realização da montagem e tem conceitos teóricos. A imagem técnica a seguir apresenta o diagrama do *SmartSun* mostrando a visão frontal e lateral.

Figura 14- Desenho técnico da Placa Fotovoltaica



Fonte: Autoria própria

Os autores do aspersor e da estrutura de MDF comprada não disponibilizaram desenhos técnicos, apenas a venda do produto final.

Figura 15- Estrutura do protótipo em MDF



Fonte: Autoria própria

2.8 CUSTOS

A tabela abaixo é referente aos componentes utilizados no projeto, nela é possível ver os recursos, as respectivas quantidades utilizadas de cada componente, valor unitário e o valor total gasto no projeto.

Tabela 1- Tabela Excel de custos

Custos			
Componentes	Quantidade	Valor unitario	Valor Total
Arduino	1x	R\$24,00	R\$370,10
Aspersor	1x	R\$32,95	
Bateria 9V recarregavel	2x	R\$8,90	
Bomba de água	1x	R\$25,00	
Estrutura MDF	1x	R\$47,15	
Mangueira	1x	R\$10,00	
Placa Fotovoltaica	3x	R\$48,90	
Regulador de Tensão	1x	R\$5,00	
Rele 5V	1x	R\$15,00	
Sensor de Humidade	1x	R\$9,40	
Sensor LDR	4x	R\$1,50	
Servo Motor Mg90	2x	R\$21,00	

Fonte: Autoria própria

2.9 TESTES

Em cada teste, algumas etapas foram realizadas, sendo elas o protocolo de teste, execução, coleta de dados e análise dos dados dos testes. O primeiro teste foi o da bomba d'água, onde ela foi colocada totalmente submersa em um recipiente com água, conectada em uma mangueira onde jogaria a água para fora para fazer o teste de vazão. Após a execução o resultado obtido foi uma vazão de 14L em 407, uma vazão que supre a necessidade esperada. O segundo teste foi em relação as placas fotovoltaicas, onde para suprir a necessidade de voltagem para a bomba foram necessárias 3 placas organizadas em série, expostas no sol para o teste. Em média, cada placa gera em torno de 5v, e um resultado de 15V era esperado, entretanto, foi obtido uma geração de até 17V. O terceiro teste foi com aspensor, onde também foi utilizada a bomba d'água para saber se ela seria suficiente para fazê-lo funcionar. Sendo assim foi colocada a bomba submersa em um recipiente com água e foi feito uma ligação direta na bomba, com a saída de água conectada no aspensor os testes foram um sucesso, e o aspensor teve um raio de irrigação de 0,4m tendo uma área de irrigação de 50,24m², suprimdo a necessidade do projeto. O sensor de umidade também foi testado, uma programação básica do sensor foi previamente feita, após isso foi possível obter o acesso ao monitor serial onde dados coletados pelo sensor foram mostrados. Para ser feita a coleta de dados sobre umidade, o sensor foi inserido dentro de um copo com terra seca e assim obtivemos 0 de sinal, e na medida em que a água entrava no copo, o sinal aumentava, indo até 1023 que representaria 100% de umidade. Com isso o sensor de umidade supriria a necessidade do projeto.

Programação utilizada para o teste:

```
const int pinoSensorUmidade = A0;

void setup() {

    Serial.begin(9600);

    pinMode(pinoSensorUmidade, INPUT);

}
```

```
void loop() {  
  
    int valorSensor = analogRead(pinoSensorUmidade); // Lê o valor do sensor  
  
    float umidadePercentual;  
  
    // Converte a leitura para porcentagem  
  
    if (valorSensor >= 300 && valorSensor <= 375) {  
  
        umidadePercentual = map(valorSensor, 375, 300, 0, 100); // Mapeia o  
valor entre 0% e 100%  
  
    } else if (valorSensor > 375 && valorSensor < 1023) {  
  
        umidadePercentual = 100; // Valor máximo de umidade  
  
    } else {  
  
        umidadePercentual = 0; // Sem umidade  
  
    }  
  
    // Exibe os valores no Serial Monitor  
  
    Serial.print("Leitura do sensor: ");  
  
    Serial.print(valorSensor);  
  
    Serial.print(" umidade: ");  
  
    Serial.print(umidadePercentual);  
  
    Serial.print("%\n");  
  
    Delay(100);  
  
}
```

No quinto e último teste foi utilizado os sensores LDR e os servos motores travados em 180°. Para isso foi feita uma programação simples no Arduino, dois LDR's que moveriam de acordo com a luminosidade o motor de 0° a 180°, sendo 90° o meio termo de quando ambos estivessem com o mesmo grau de luminosidade. Os dois LDR's em conjunto com os motores, funcionaram como o esperado. A seguir, a programação utilizada para este teste.

```
// Inclua a biblioteca do motor servo

#include <Servo.h>

// Defina os pinos do sensor LDR

#define LDR1 A0

#define LDR2 A1

// Defina o valor de erro. Você pode alterá-lo como desejar

#define ERROR 10

// Ponto de partida do motor servo

int spoint = 90; // Variável para o ângulo do servo

// Crie um objeto para o motor servo

Servo servo;

void setup() {

    // Inclua o pino PWM do motor servo

    servo.attach(8);
```

```
// Defina o ponto de partida do motor servo

servo.write(spoint);

delay(1000);

// Inicialize a comunicação serial

Serial.begin(9600);

}

void loop() {

// Obtenha o valor do sensor LDR

int ldr1 = analogRead(LDR1);

int ldr2 = analogRead(LDR2);

// Imprima os valores do LDR no monitor serial

Serial.print("LDR1: ");

Serial.print(ldr1);

Serial.print(" | LDR2: ");

Serial.println(ldr2);

// Calcule a diferença entre os valores dos LDR

int diff = ldr1 - ldr2;

// Verifique se a diferença está dentro da faixa de erro
```

```

    if (abs(diff) > ERROR) {
/ Calcule o novo ângulo do motor servo com base na diferença
        int newAngle = spoint + map(diff, -1023, 1023, -90, 90);
// Limite o ângulo do motor servo a 180 graus
        if (newAngle > 180) {
            newAngle = 180;
        } else if (newAn

```

2.10 MELHORIAS

Como melhorias, a placa solar foi aprimorada com o sistema de rastreamento contínuo com o trajeto do sol, fazendo com que ela receba luz solar de maneira mais eficiente e por mais tempo, além disso, o projeto possui um sensor de umidade como maior diferencial, medindo a quantidade de água presente no solo, sendo este sensor crucial para evitar problemas como mofo, corrosão ou problemas de cultivo.

2.11 ASPECTOS POSITIVOS

O *SmartSun* apresenta benefícios positivos em vários ambientes, dentre os quais é a sustentabilidade, uma vez que evita o desperdício de água usando o sensor de umidade, que só irriga o solo se essencial. Além disso, apresenta energia renovável, ocasionando na redução da dependência dos combustíveis fósseis. Sendo um sistema de energia solar, o projeto reduz custos de eletricidade a longo prazo, portando este sistema acaba saindo mais barato.

Com o sensor de umidade e a irrigação automatizada, o consumo de água e os custos associados serão reduzidos, fazendo uso mais eficiente da água. Outro aspecto positivo é a automatização do processo de irrigação, que reduz a necessidade do monitoramento manual do ser humano e a automatização que permite ajustar a quantidade de irrigação da água ideal para o solo. Um dos principais aspectos positivos do protótipo é que pode ter a integração da tecnologia.

Com a combinação de energia solar, o sensor de umidade e o sistema de irrigação tendo uma abordagem moderna e inovadora, projetos como este

podem servir como exemplo de boas práticas ambientais e serem usados para educar comunidades sobre a importância da sustentabilidade e da eficiência energética. E com a implementação e manutenção dos sistemas, empregos podem ser gerados, aumentando a fomentação do desenvolvimento de habilidades em áreas relacionadas à energia renovável e à agricultura sustentável. Esses benefícios tornam o projeto eficiente, moderno e alinhado com práticas agrícolas sustentáveis, contribuindo para a redução do impacto ambiental e o aumento da produtividade a longo prazo.

2.12 RISCOS

O *SmartSun* traz muitos benefícios, mas como todo projeto ele também apresenta alguns riscos que precisam ser retratados, um dos riscos que reconhecemos é a dependência da energia solar, tendo uma geração de energia dependente da quantidade de luz solar disponível. Outro risco considerado é também uma dependência para garantir que o sistema de irrigação funcione durante períodos de baixa geração de energia, é necessário um sistema de armazenamento de baterias, um grande problema desse sistema de armazenamento é de que baterias são caras e tem uma vida útil limitada e precisam de manutenção frequentemente.

A manutenção dos componentes chama bastante atenção dos participantes do projeto *SmartSun*, pois os painéis solares podem acumular poeira, detritos e por fim sendo danificados. O sensor de umidade com o tempo pode se deteriorar ou ter mau funcionamento devido à exposição do ambiente, com a umidade extrema, sujeira e corrosão, ocasionando na perda de sua precisão, o que pode levar a falhas na detecção da umidade do solo. Dependendo da qualidade da água, se ela for de má qualidade (contendo detritos, sedimentos ou minerais), pode levar ao entupimento dos aspersores ou da bomba de água. Além de que, a bomba d'água possa ser desgastada e as baterias também, todos esses componentes citados precisam regularmente de manutenções para que os riscos apresentados sejam evitados.

Na implementação do *SmartSun* foram detectados vários riscos, desde a variabilidade na geração de energia e desgastes dos componentes até as possíveis falhas no sensor de umidade. Para garantir a viabilidade e eficiência

do projeto, esses motivos tornaram essencial um planejamento cuidadoso, escolha de componentes de qualidade, manutenção regular e adoção de estratégias para reduzir os riscos técnicos.

2.13 DIFERENCIAIS

Ao pensar sobre o que difere o projeto realizado para os demais, surgem diversos pontos interessantes a serem discutidos. Analisando os produtos convencionais utilizados no mercado atual, é possível identificar lacunas que o protótipo pode preencher, tornando um grande aditivo para a demanda existente no ramo da agricultura.

Placas solares convencionais tendem a serem fixas, dependendo somente da posição do sol para funcionarem, o que pode não ser tão eficiente se pensarmos que, para absorver o máximo de luz solar, são necessárias diversas placas posicionadas em diversos pontos e ângulos, tornando pouco viável no quesito financeiro. O *SmartSun* propõe o sistema que rastreia a luz solar, utilizando a movimentação em dois eixos e de acordo com o sol, para garantir a absorção de fótons em sua potência máxima. Este aditivo no projeto supre a necessidade de diversas placas, o que reduz gastos desnecessários.

Pensando na resolução do mal-uso de água, é visto que, em outros projetos existe a falta de monitoração em seu uso correto, o que ocasiona em desperdício desnecessário, gerando gastos financeiros. Ao adicionar o sensor de umidade no processo de irrigação, a eficiência hídrica é aumentada, pois, utilizando este componente como supervisor da área a ser irrigada, o uso da água apenas será feito se a necessidade for identificada pelo sensor. Esta combinação de componentes e funções tornam esta proposta tecnológica interessante para o mercado atual, podendo ser aplicada em grande escala, tornando o processo de irrigação e geração de energia mais eficientes e gerando aumento de lucro significativo.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No ponto de vista técnico, o *SmartSun* se destaca pela sua capacidade de unir a automação e a sustentabilidade, com um conjunto de fatores que auxiliaram a realização deste projeto como: ensino técnico e acesso a ferramentas de qualidade, foi possível construir uma solução inovadora e sustentável. A importância do *SmartSun* é a sua contribuição para as práticas agrícolas sendo mais moderna e ecologicamente responsáveis. Ao integrar as tecnologias limpas e eficientes, ele oferece uma alternativa viável para os agricultores que buscam otimizar os seus recursos, aumentar a produtividade. Este sistema de irrigação automatizado é um grande passo para a agricultura mais sustentável.

3.1 TRABALHOS FUTUROS

A equipe do *SmartSun* pensou em diversas ideias que podem ter um grande potencial e podem ser trabalhadas futuramente, uma delas é a automatização da previsão do tempo, essa ideia vem de criar um sistema que analise os dados climáticos em tempo real para prever as condições meteorológicas e ajustar a irrigação de acordo. A adição de monitoramento do ângulo em que a placa se posiciona, averiguando se ângulo necessário está sendo alcançado. Um sistema de *Presets* para atender as diferenças de umidade de cada tipo de plantação, aumentando assim, o seu nível de aplicabilidade. E por fim, aumentar a escalabilidade do protótipo, aumentando sua usabilidade e produção, e como consequência alcançando clientes maiores.

REFERÊNCIAS

BLUTU. Minibomba Água 12v Submersa Dc 240l/h 5w Coluna D'água 3m. <https://www.blutu.com.br/produto/mini-bomba-agua-12v-submersa-dc-240lh-5w-coluna-dagua-3m.html/> Acesso em: 03 de ago. De 2024.

Casa da Robótica. Micro Servo Digital Motor MG90S Metal Gear 180° Graus com Acessórios. <https://www.casadarobotica.com/robotica/atuadores/servos/micro-servo-motor-tower-pro-mg90s-metal-gear-com-acessorios/> Acesso em: 06 de ago. De 2024.

ELETROGATE. Módulo Sensor De Umidade De Solo. <https://www.eletrogate.com/modulo-sensor-de-umidade-de-solo/> Acesso em: 03 de ago. De 2024.

GUITARRARA, Paloma. Agricultura familiar. Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/agricultura-5.htm/> Acesso em 02 de set. De 2024.

Mercado Livre. Placa Pannel Célula Solar Fotovoltaica 9v 220ma 2w. <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-4202226580-placa-painel-celula-solar-fotovoltaica-9v-220ma-2w/> Acesso em: 03 de ago. De 2024.

TechZeero. LDR Sensor. <https://techzeero.com/sensors-modules/ldr-sensor/> Acesso em: 02 de ago. De 2024.

Vida de Silício. O QUE É O ARDUINO E COMO FUNCIONA? <https://portal.vidadesilicio.com.br/o-que-e-arduino-e-como-funciona/> Acesso em: 02 de ago. De 2024

WEATHER SPARK. Clima característico em Mogi Guaçu, São Paulo, Brasil durante o ano. Disponível em: <https://pt.weatherspark.com/y/30321/Clima-caracter%3%ADstico-em-Mogi-Gua%3%A7u-S%3%A3o-Paulo-Brasil-durante-o-ano#Sections-BestTime>. Acesso em: 29 out. 2024.