

ETEC SÃO CARLOS -SP

ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL PAULINO BOTELHO

CURSO TÉCNICO EM ELETROMECAÂNICA

TÍTULO DO TRABALHO:

TELHADO RETRÁTIL

Orientador

PROF. Luiz de Paula Junior

Luiz Schiavone Neto

Nomes:

André Luis Pereira de Oliveira

André Luiz Garcia

Danilo Alves Dos Reis

Davi Machado

Fábio Ricardo do Vale

São Carlos

2025

TÍTULO DO TRABALHO:

TELHADO RETRÁTIL

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Etec Paulino Botelho,
como requisito parcial para a obtenção
do título de Técnico em Eletromecânica

Orientador: Prof. Luiz de Paula Junior

Luiz Schiavone Neto

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, pela proteção, força e sabedoria concedidas ao longo desta jornada, permitindo que cada etapa fosse superada com coragem e determinação.

Manifesto minha gratidão à minha família, que sempre esteve ao meu lado, oferecendo apoio, compreensão e incentivo nos momentos mais desafiadores. Sem o respaldo e o carinho daqueles que amo, esta conquista não seria possível.

Agradeço à Escola Técnica Estadual Paulino Botelho – ETEC São Carlos – pela formação de qualidade e pelas oportunidades de aprendizado que contribuíram para meu crescimento profissional e pessoal.

Aos Prof. Luiz de Paula Junior e Luiz Schiavone Neto, nossos orientadores e amigos de todas as horas.

Aos professores que contribuíram para que chegássemos até aqui.

Oliveira, André Luis Pereira. Garcia, André Luiz. Reis, Danilo Alves dos. Machado, Davi. Vale, Fabio Ricardo Do. Telhado Móvel Automatizado com Sensor de Chuva. 2025 (Técnico em Eletromecânica) – Etec Paulino Botelho,

RESUMO

O projeto consiste na automação de um telhado deslizante utilizando um motor por fuso, controlado por um microcontrolador ESP-32 podendo ser controlado por aplicativo, botão e um sensor de chuva para fechar automaticamente quando chover.

Palavras-chave: Diagrama Unifilar, Telhado, Chuva.

ABSTRACT

The project consists of automating a sliding roof using a spindle motor, controlled by an ESP-32 microcontroller, and controlled by a button app. It also has a rain sensor to automatically close when it rains.

Keywords: Single-line diagram, roof, rain.

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO.....	8
1.1 - Tema.....	8
1.2 - Justificativas	8
1.3 – Objetivos	9
1.4 - Metrologia	9
2 - DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	9
3 - TECNOLOGIA APLICADAS	10
3.1 - Microcontrolador ESP32.....	10
3.2 - Motor e fuso Mecânico	10
3.3 - Fins de curso	11
3.4 - Sensor de Chuva	12
3.5 - Fonte de Alimentação.....	12
3.6 - Módulo relé	13
3.7 - Interruptor de pulso inteligente	13
4 - METODOLOGIA DO PROJETO.....	14
4.2 - Fluxograma de Funcionamento.....	14
TELHADO RETRÁTIL.....	14
4.3 - Programação do Projeto.....	15
5 - INTEGRAÇÃO DO SENSOR DE CHUVA	23
5.1 - Teste de Funcionamento	23
5.5 - Análise dos Resultados	25
5.6 - Verificação da Eficiência do Sistema	25
5.7 - Avaliação da estabilidade e Segurança	26
5.8 - Propostas de Melhorias Futuras.....	26
6 - CONCLUSÃO	27
7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

1 - INTRODUÇÃO

1.1 - Tema

O presente trabalho tem como tema o desenvolvimento de um telhado móvel automatizado com sensor de chuva, destinado à proteção de áreas externas residenciais e comerciais contra intempéries climáticas. A proposta envolve a utilização de recursos de automação de baixo custo, integrando sensores, controladores eletrônicos e atuadores mecânicos, de forma a proporcionar conforto, praticidade e segurança ao usuário.

Com a crescente demanda por soluções inteligentes e automatizadas em residências e espaços comerciais, os sistemas de cobertura automatizada ganham destaque por oferecer conforto e praticidade e proteção. Este projeto apresenta o desenvolvimento de um telhado deslizante automatizado, projetado para abrir e fechar de forma controlada, utilizando um sistema de motor com fuso, fins de curso, sensor de chuva e em ESP-32 como unidade de controle principal.

O telhado deslizante permite a abertura parcial ou total do ambiente, proporcionando ventilação natural e aproveitamento da luz solar. Quando fechado, protege o local contra chuva, poeira, e excesso de sol. A automação do sistema é fundamental para garantir a segurança e comodidade do usuário podendo operar de forma manual, automático ou remota via Wi-Fi.

1.2 - Justificativas

A crescente busca por soluções de automação residencial tem impulsionado o desenvolvimento de projetos que aliam conforto, segurança e eficiência energética. Ambientes como varandas, estufas e áreas gourmet podem se beneficiar de coberturas móveis que se ajustem às condições climáticas, permitindo melhor aproveitamento do espaço.

A automação de um telhado deslizante proporciona comodidade ao usuário, proteção contra intempéries e controle remoto, sendo uma solução acessível e escalável graças à utilização do ESP32 — um microcontrolador de baixo custo, alta performance e conectividade Wi-Fi/Bluetooth. Além disso, o uso de componentes simples, como motor com fuso, fins de curso e sensor de chuva,

permite a implementação em diversos contextos, com manutenção simplificada e personalização conforme a necessidade.

Este projeto também tem valor educacional e técnico, sendo uma excelente oportunidade de aplicar conhecimentos em eletrônica, automação, programação embarcada e integração de sensores.

1.3 – Objetivos

Projetar o circuito eletrônico com ESP32, relés e sensores fim de curso e chuva;
Programar o ESP32 para controlar o movimento do telhado;

Implementar o controle de abertura e fechamento por botões físicos e via

***Aplicativo por bluetooth (acesso remoto);

Integrar um sensor de chuva que acione automaticamente o fechamento do telhado em caso de precipitação;

Estabelecer limites de segurança utilizando fins de curso nas extremidades do percurso do telhado;

Garantir que o sistema opere de forma estável, segura e com respostas rápidas aos comandos e eventos climáticos.

1.4 - Metrologia

A metodologia aplicada nesse projeto para a criação da parte mecânica e elétrica foi baseada nas aulas e atividades desenvolvidas durante o curso de eletromecânica junto com outras formações passadas dos integrantes do grupo. Para parte teórica foram realizadas buscas na internet para adquirir informações sobre as dimensões ideais das peças que seriam utilizadas e como seriam posicionadas para obter maior segurança, conforto e eficácia.

2 - DELIMITAÇÃO DO TEMA

Este projeto está delimitado ao desenvolvimento de um sistema automatizado de telhado deslizante, com foco em ambientes residenciais ou comerciais de pequeno a médio porte, como varandas, áreas gourmet, estufas e jardins cobertos. A automação será realizada por meio de um microcontrolador ESP32,

que controlará o movimento do telhado utilizando um motor com sistema de fuso, fins de curso mecânicos para detecção de limites de abertura e fechamento, e um sensor de chuva para acionamento automático em caso de precipitação.

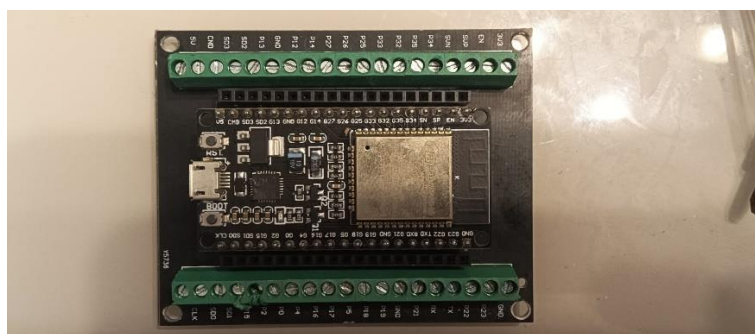
A proposta limita-se à estrutura eletrônica e lógica de controle do sistema, não abrangendo o desenvolvimento estrutural completo da cobertura metálica ou de policarbonato, nem a parte civil da instalação (como trilhos e suportes do telhado). O controle será feito localmente via botões físicos e de forma remota por Wi-Fi, com base em funcionalidades básicas de automação residencial.

3 - TECNOLOGIA APLICADAS

3.1 - Microcontrolador ESP32

O ESP32 é um microcontrolador dual-core com conectividade Wi-Fi e Bluetooth, desenvolvido pela Espressif Systems. É amplamente utilizado em projetos de IoT por seu custo acessível, grande número de pinos GPIO e compatibilidade com plataformas como Arduino IDE. No projeto, será responsável por ler sensores, acionar o motor e disponibilizar interface de controle.

Figura 1



Fonte: Próprio autor

3.2 - Motor e fuso Mecânico

Motores com sistema de fuso são utilizados em mecanismos que exigem movimento linear com força e precisão. Ao girar o fuso, uma porca acoplada se desloca linearmente, ideal para sistemas deslizantes como o telhado automatizado.

Figura 2

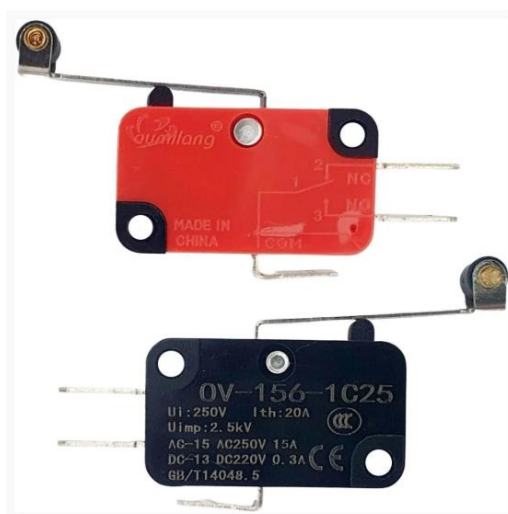


Fonte: Próprio autor

3.3 - Fins de curso

Sensores fim de curso são dispositivos eletromecânicos que atuam como interruptores, utilizados para indicar que determinado ponto foi alcançado. Servem como limite de segurança, evitando que o motor ultrapasse os pontos de parada, protegendo o sistema.

Figura 3



Fonte: smartcomponentes

3.4 - Sensor de Chuva

O Sensor de Chuva como o próprio nome sugere, este sensor é utilizado principalmente para detectar a presença da chuva.

Em projetos domóticos, quando ele entra em contato com as gotículas de água, envia por meio do módulo as informações (pulsos) ao ESP-32 executará as funções para as quais estiver programado, seja fechar telhado.

O Sensor de Chuva possui uma extensa área para detecção da água, contando com perfurações para sua fixação, que deve ser de forma ligeiramente inclinada para evitar acúmulo de água. Importante destacar que o sensor possui superfície antioxidante, apresentando excelente condutividade.

Figura 4



Fonte: usina info

3.5 - Fonte de Alimentação

A fonte de alimentação com entrada bivolt e saída 5 V.

Figura 5



Fonte: eletrogate

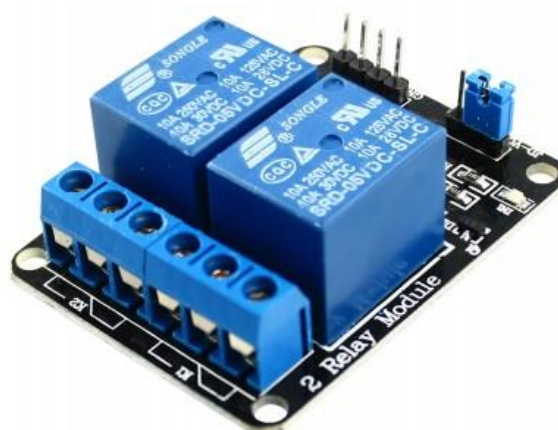
3.6 - Módulo relé

O Módulo Relé 5V 2 Canais é um módulo de acionamento que permite integração com um grande número de sistemas microcontroladores.

Através desta placa de acionamento é possível controlar diversos dispositivos de corrente alternada, de até 10 A, como, por exemplo, lâmpadas, portões eletrônicos, ventiladores, etc.

O diferencial do Módulo Relé 5V 2 Canais é a presença de optoacopladores, componente capaz de isolar uma região da outra, funcionando como um sistema de segurança que em casos de descargas elétricas (raios) protege o sistema microcontrolador.

Figura 6



Fonte: usina info

3.7 - Interruptor de pulso inteligente

Interruptor de pulso inteligente pode ser controlado remotamente ou pelo comando de voz, fazendo a abertura e fechamento do telhado.

Figura 7

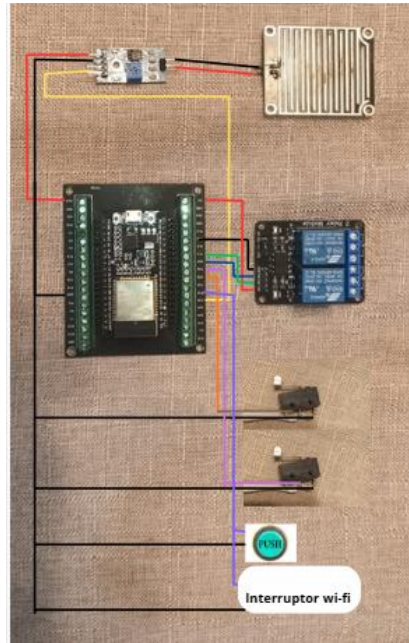


Fonte: Próprio autor

4 - METODOLOGIA DO PROJETO

4.1 - Esquemático Elétrico e Eletrônico

Figura 8



Fonte: Próprio autor

4.2 - Fluxograma de Funcionamento

TELHADO RETRÁTIL

1. Inicio

2. Ler sensores:

- Sensor de chuva
- Fim de curso aberto
- Fim de curso fechado
- Botão único

3. Chovendo?

- Sim

Fechar Telhado

- NÃO Ver estado atual

4. Botão pressionado?

- SIM:

Se motor movendo parar

Se telhado fechado abrir

Se telhado aberto Fechar

5. Comando Bluetooth?

- 'A' Abrir
- 'F' Fechar
- 'P' Parar

6. Motor Abrindo:

- Chegou no fim de curso aberto?

- Parar

7. Motor Fechando:

- Chegou no fim de curso fechado?

- Parar

8. Enviar status por Bluetooth

4.3 - Programação do Projeto

```
#include "BluetoothSerial.h"
```

```
BluetoothSerial BT;
```

```
// ===== ENTRADAS =====
```

```

#define BTN_UNICO    32

#define FIM_ABERTO    25

#define FIM_FECHADO    26

#define SENSOR_CHUVA    35 // ANALÓGICO (0–4095)

// ===== SAÍDAS =====

#define MOTOR_ABRIR    14

#define MOTOR_FECHAR    27

// ===== LEDS =====

#define LED_ABERTO    4

#define LED_FECHADO    16

#define LED_MOVENDO    17

#define LED_PARADO    5

// Estados internos

bool motorAbrindo = false;

bool motorFechando = false;

// ===== FUNÇÕES DO SENSOR DE CHUVA =====

int lerChuva() {

    int leitura = analogRead(SENSOR_CHUVA);

    static int filtrado = leitura;

    filtrado = (filtrado * 7 + leitura) / 8; // filtro low-pass

    return filtrado;

}

String estadoChuva(int v) {

    if (v < 2500) return "CHUVA";

```

```

    if (v < 3600) return "UMIDO";

    return "SECO";
}

// ===== FUNÇÕES MOTOR =====

void pararMotor() {

    Serial.println("[ACAO] Parando motor");

    digitalWrite(MOTOR_ABRIR, LOW);

    digitalWrite(MOTOR_FECHAR, LOW);

    motorAbrindo = false;

    motorFechando = false;

    enviarStatus();
}

void abrirTelhado() {

    Serial.println("[ACAO] Solicitação para ABRIR");

    if (digitalRead(FIM_ABERTO) == LOW) {

        Serial.println(" - Iniciando abertura...");

        digitalWrite(MOTOR_FECHAR, LOW);

        digitalWrite(MOTOR_ABRIR, HIGH);

        motorAbrindo = true;

        motorFechando = false;

        enviarStatus();

    } else {

        Serial.println(" - Já está ABERTO");

        pararMotor();
    }
}

```

```

    }

}

void fecharTelhado() {

    Serial.println("[ACAO] Solicitação para FECHAR");

    if (digitalRead(FIM_FECHADO) == LOW) {

        Serial.println(" - Iniciando fechamento...");

        digitalWrite(MOTOR_ABRIR, LOW);

        digitalWrite(MOTOR_FECHAR, HIGH);

        motorFechando = true;

        motorAbrindo = false;

        enviarStatus();

    } else {

        Serial.println(" - Já está FECHADO");

        pararMotor();

    }

}

// ===== STATUS (LED + BT) =====

void enviarStatus() {

    // Apaga tudo

    digitalWrite(LED_ABERTO, LOW);

    digitalWrite(LED_FECHADO, LOW);

    digitalWrite(LED_MOVENDO, LOW);

    digitalWrite(LED_PARADO, LOW);

```

```
Serial.print("[STATUS] ");

if (motorAbrindo) {

    Serial.println("Abrindo...");

    BT.println("Status: Abrindo...");

    digitalWrite(LED_MOVENDO, HIGH);

}

else if (motorFechando) {

    Serial.println("Fechando...");

    BT.println("Status: Fechando...");

    digitalWrite(LED_MOVENDO, HIGH);

}

else if (digitalRead(FIM_ABERTO) == HIGH) {

    Serial.println("Aberto");

    BT.println("Status: Aberto");

    digitalWrite(LED_ABERTO, HIGH);

}

else if (digitalRead(FIM_FECHADO) == HIGH) {

    Serial.println("Fechado");

    BT.println("Status: Fechado");

    digitalWrite(LED_FECHADO, HIGH);

}

else {

    Serial.println("Parado no meio");

    BT.println("Status: Parado no meio");
```

```

    digitalWrite(LED_PARADO, HIGH);

}

}

// ===== SETUP =====

void setup() {

    Serial.begin(115200);

    Serial.println("\n=== TELHADO RETRATIL INICIADO ===");

    BT.begin("TelhadoRetratil");

    Serial.println("Bluetooth iniciado");

    pinMode(BTN_UNICO, INPUT_PULLUP);

    pinMode(FIM_ABERTO, INPUT_PULLUP);

    pinMode(FIM_FECHADO, INPUT_PULLUP);

    pinMode(SENSOR_CHUVA, INPUT); // leitura analógica

    pinMode(MOTOR_ABRIR, OUTPUT);

    pinMode(MOTOR_FECHAR, OUTPUT);

    pinMode(LED_ABERTO, OUTPUT);

    pinMode(LED_FECHADO, OUTPUT);

    pinMode(LED_MOVENDO, OUTPUT);

    pinMode(LED_PARADO, OUTPUT);

    pararMotor();

    enviarStatus();

}

// ===== LOOP =====

void loop() {

```

```
// ----- DEBUG DE ENTRADAS -----

Serial.print("BTN=");

Serial.print(digitalRead(BTN_UNICO));

Serial.print(" | FA=");

Serial.print(digitalRead(FIM_ABERTO));

Serial.print(" | FF=");

Serial.print(digitalRead(FIM_FECHADO));

int chuvaADC = lerChuva();

Serial.print(" | CHUVA ADC=");

Serial.print(chuvaADC);

Serial.print(" (");

Serial.print(estadoChuva(chuvaADC));

Serial.println(")");

// ----- FECHAMENTO AUTOMÁTICO POR CHUVA -----

if (chuvaADC < 1500) {

    Serial.println("[CHUVA] Detectada! Fechando telhado automaticamente!");

    fecharTelhado();

}

// ----- BOTÃO ÚNICO -----

static bool ultimo = HIGH;

bool leitura = digitalRead(BTN_UNICO);

if (ultimo == HIGH && leitura == LOW) {

    Serial.println("[BOTAO] Pressionado!");

    if (motorAbrindo || motorFechando) {
```

```

    pararMotor();

}

else {

    if (digitalRead(FIM_FECHADO) == HIGH)

        fecharTelhado();

    else if (digitalRead(FIM_ABERTO) == HIGH)

        abrirTelhado();

    else

        abrirTelhado(); // parado no meio

}

}

ultimo = leitura;

// ----- BLUETOOTH -----

if (BT.available()) {

    char cmd = BT.read();

    Serial.print("[BT] Comando: ");

    Serial.println(cmd);

    if (cmd == 'A' || cmd == 'a') abrirTelhado();

    if (cmd == 'F' || cmd == 'f') fecharTelhado();

    if (cmd == 'P' || cmd == 'p') pararMotor();

}

// ----- FIM DE CURSO PARADA -----

if (digitalRead(FIM_ABERTO) == HIGH && motorAbrindo) {

    Serial.println("[LIMITE] Chegou no fim ABERTO");

```

```

    pararMotor();

}

if (digitalRead(FIM_FECHADO) == HIGH && motorFechando) {

    Serial.println("[LIMITE] Chegou no fim FECHADO");

    pararMotor();

}

delay(80);

}

```

5 - INTEGRAÇÃO DO SENSOR DE CHUVA

Integração do Sensor de Chuva

A integração do sensor de chuva é a parte mais crucial do sistema, pois é ele quem aciona o telhado para fechar. A seguir, detalhamos como essa integração funciona, desde a sua operação até a sua implementação no código.

Princípio de Funcionamento do Sensor de Chuva

O sensor de chuva mais comum, como o modelo YL-83, é composto por duas partes:

A Placa de Detecção: Uma placa com trilhas de cobre que, quando a água fecha o circuito entre elas, diminui a resistência elétrica.

O Módulo Eletrônico: Um pequeno circuito com um comparador (geralmente um LM393) que converte a mudança na resistência em um sinal digital ou analógico.

Ao cair água na placa, a resistência entre as trilhas diminui. Se essa resistência cair abaixo de um valor pré-definido, o módulo envia um sinal digital LOW (ou 0), indicando chuva. Quando a água seca, o sinal volta a ser HIGH (ou 1).

5.1 - Teste de Funcionamento

O teste de funcionamento é uma etapa crucial para garantir que o seu telhado automatizado opere de forma segura e confiável. Ele deve ser realizado em partes e, em seguida, com o sistema completo.

5.2 - Testes Individuais dos Componentes

Antes de integrar tudo, verifique cada componente separadamente.

Sensor de Chuva:

Conecte o sensor ao ESP-32C (VCC, GND e D1).

Abra o monitor serial no IDE do Arduino e carregue um código simples que apenas leia o pino D1.

Use um conta-gotas ou um borrifador para colocar algumas gotas de água na superfície do sensor.

Verifique se o valor lido no monitor serial muda de HIGH (ou 1) para LOW (ou 0). Se o valor não mudar, ajuste o potenciômetro no módulo do sensor até que ele responda à água.

Motor

Conecte modulo relé ao Arduino e à fonte de alimentação externa.

Carregue um código simples que acione o relé 1 para abertura e relé 2 para fechamento.

Conecte o motor ao modulo relé verifique se o motor gira em ambas as direções. Isso confirmará que as conexões estão corretas e que o motor está funcionando.

Sensores de Fim de Curso:

Conecte cada sensor de fim de curso a um pino digital do ESP-32.

Conecte o interruptor de pulso inteligente ao ESP-32 verifique o acionamento por botão e via internet.

5.3 - Teste do Sistema Integrado (Telhado Completo)

Após a validação individual, é hora de testar o sistema completo.

Simulação de Chuva:

Garanta que o telhado esteja na posição aberta.

Use um borrifador para simular uma chuva moderada diretamente sobre o sensor.

O sistema deve acionar o motor para fechar o telhado.

Observe se o telhado se fecha de forma suave e se o motor para automaticamente quando o sensor de fim de curso é acionado.

Se o telhado fechar, mas o motor continuar funcionando, pode haver um problema com o sensor de fim de curso ou na sua lógica de programação.

Teste de Abertura:

Espere alguns minutos para que o sensor de chuva seque.

Programa uma lógica para que o telhado abra após um tempo sem detecção de chuva.

Verifique se o motor aciona e se o telhado abre completamente, parando automaticamente quando o segundo sensor de fim de curso é acionado.

Você também pode adicionar um botão para abrir ou fechar o telhado manualmente, o que facilita os testes e o uso diário.

5.4 - Teste de Segurança

Verifique se todos os componentes eletrônicos estão devidamente protegidos em uma caixa à prova d'água.

Garanta que os cabos estejam seguros e não ofereçam risco de serem danificados pelo movimento do telhado.

Considere a inclusão de um disjuntor na linha de alimentação do motor para proteção contra picos de corrente.

Realizar esses testes de forma metódica garantirá que o seu sistema funcione de maneira confiável, protegendo sua área externa de forma eficaz.

5.5 - Análise dos Resultados

A análise dos resultados é o último passo do processo. Ela consiste em avaliar o desempenho do sistema automatizado após a sua construção e testes, garantindo que ele atenda aos requisitos do projeto. Esta análise deve ser feita de forma sistemática e contínua.

5.6 - Verificação da Eficiência do Sistema

- **Tempo de Resposta:** O telhado reage em tempo hábil à detecção de chuva? Meça o tempo entre as primeiras gotas de chuva e o início do movimento do telhado. Um tempo de resposta rápido é crucial para evitar que o local se molhe.
- **Precisão do Movimento:** O telhado fecha completamente? Os sensores de fim de curso estão parando o motor no ponto exato, sem sobrecarregá-lo? Observe se há folgas ou se o telhado para antes de estar totalmente fechado.

- **Confiabilidade da Detecção:** O sensor de chuva está funcionando corretamente em diferentes intensidades de chuva (garoa, chuva forte)? O sistema fecha o telhado apenas quando realmente chove, evitando acionamentos falsos causados por orvalho ou umidade do ar?

5.7 - Avaliação da estabilidade e Segurança

- **Durabilidade:** A estrutura do telhado e os componentes mecânicos (motor, fuso) estão suportando o uso diário sem apresentar sinais de desgaste excessivo? Verifique se há ruídos estranhos, vibrações ou lentidão no movimento.
- **Proteção dos Componentes:** A caixa de proteção está vedando os componentes eletrônicos de forma eficaz? Após uma chuva, abra a caixa e verifique se há qualquer sinal de umidade. A umidade pode causar curtos-circuitos e falhas no sistema.
- **Segurança Elétrica:** A fonte de alimentação está estável? Os cabos estão bem isolados e fora do alcance de danos? A inclusão de um fusível de segurança é um resultado positivo que garante a proteção do motor e do circuito em caso de sobrecarga.

5.8 - Propostas de Melhorias Futuras

Com base na análise dos resultados, você pode planejar melhorias para a próxima versão do projeto.

- **Otimização da Lógica:** Se o telhado abre e fecha com frequência por causa de chuva intermitente, considere aumentar o tempo de espera antes de reabrir, ou adicione um segundo sensor para confirmar a ausência de chuva.
- **Notificações:** Para um sistema mais avançado, com um ESP8266 ou ESP32, adicione notificações por e-mail ou aplicativo (usando plataformas como o IFTTT) para informar o usuário quando o telhado for acionado.
- **Controle Manual:** Para maior conveniência, adicione um painel de controle ou botões físicos para permitir que o usuário abra ou feche o telhado a qualquer momento.

- **Sensores Adicionais:** A integração de um sensor de vento, por exemplo, poderia fechar o telhado automaticamente em condições de ventania, prevenindo danos à estrutura.

A análise dos resultados não é apenas uma avaliação final, mas sim um processo contínuo de aprendizado e aprimoramento. Ela transforma um protótipo funcional em uma solução robusta e confiável.

6 - CONCLUSÃO

A criação de um sistema de telhado automatizado com sensor de chuva é um projeto que une eletrônica, mecânica e programação para resolver um problema prático do dia a dia. A partir da metodologia apresentada, fica claro que a automação é um processo acessível e, com a devida atenção a cada etapa, o resultado é um sistema confiável e eficiente.

- **Relevância e Benefícios:** O principal resultado desse projeto é a proteção de bens e espaços contra a chuva de forma autônoma. A automação libera o usuário da necessidade de monitorar o tempo constantemente, oferecendo conveniência e tranquilidade.
- **Integração de Tecnologias:** O sucesso do projeto depende da integração harmoniosa entre os componentes. O **microcontrolador (ESP-32)** atua como o cérebro, interpretando os dados do **sensor de chuva** e controlando o movimento do **motor** através do **driver**. Os **sensores de fim de curso** são a peça de segurança que garante a durabilidade e a operação correta do sistema.
- **Aprendizado e Escala:** O processo de desenvolvimento proporciona um aprendizado valioso em diversas áreas, desde a eletrônica básica até a lógica de programação. O projeto também serve como uma plataforma para futuras melhorias, como a integração com a internet das coisas (IoT) para controle remoto ou a adição de outros sensores (vento, luz) para funcionalidades mais avançadas.

Em suma, este projeto demonstra o potencial da tecnologia para simplificar tarefas e melhorar a qualidade de vida. Ele transforma um problema simples em uma solução inteligente, mostrando que a inovação pode ser aplicada em qualquer escala.

7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Blog da Demótica. Como utilizar o sensor de chuva com Arduino. Disponível<<https://www.blogdarobotica.com/2024/02/23/como-utilizar-o-sensor-de-chuva-com-arduino/>>. Acesso em: 26 out. 2025.

You tube. Sensor de chuva com Arduino para protótipo de cobertura retrátil automatizada. Disponível<<https://www.youtube.com/watch?v=v55qmTqTM-c>>_. Acesso em 26 out. 2025.

You tube. Sensor de chuva no Arduino - Como ligar e programa. Disponível<<https://www.youtube.com/watch?v=Uuf9zQ2Nllg>>_. Acesso em 26 out. 2025.

You tube. sensor de chuva para automação sem precisar de arduino. Como ligar e programa. Disponível<<https://www.youtube.com/watch?v=af52GSh1kcg>>_. Acesso em 26 out. 2025.

Eletrogate. Módulo relé de pulso. Disponível<<https://www.usinainfo.com.br/rele-arduino/modulo-rele-5v-10a-2-canais-com-optoacopladores-2300.html>>. Acesso em: 16 set. 2025.

Smartcomponente. Chave fim de curso. Disponível em:<https://www.smartcomponentes.com/produto/chave-fim-de-curso-v1561c2515amicroswitchcomrolete.html?srsId=AfmBOoq_tcGzfh1b7HxvVrxqZbwQSKcyQP5hquOLyPMuK3HI1Ace9xF>. Acesso em 16 set. 2025.

Usina info. Sensor de chuva. Disponível<<https://www.usinainfo.com.br/outros-sensores-arduino/sensor-de-chuva-fc37-para-arduino-modulo-de-leitura-2579.html>>_. Acesso em 23 set. 2025.

Eletrogate. Fonte 5V. Disponível <

[https://www.eletrogate.com/fonte5v1a?srsltid=AfmBOor3ltkOg4GZC8wdTmqrN
WgSwBAH19ZHk2ecrPYv-dcqOmhd2S_C](https://www.eletrogate.com/fonte5v1a?srsltid=AfmBOor3ltkOg4GZC8wdTmqrNWgSwBAH19ZHk2ecrPYv-dcqOmhd2S_C)> . Acesso em: 16 set. 2025.