



**ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL
DEP. ARY DE CAMARGO PEDROSOTÉCNICO
EM ELETRÔNICA**

Adriano Barbosa
Cauã Gomes
Gabriel França Tapia
Lucas Silva
José Luiz Ferreira Nunes

**Sistema de Telhado Retrátil Com Fechamento de Sensor De Chuva Com
Arduino**

PIRACICABA

2024

Adriano Barbosa

Cauã Gomes

Gabriel França Tapia

Lucas Silva

José Luiz Ferreira Nunes

**Sistema de Telhado Retrátil Com Fechamento de Sensor De Chuva Com
Arduino**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Etec Deputado Ary de
Camargo Pedroso, como requisito
parcial para obtenção do título de
Técnico em eletrônica.

Orientador: Prof. Cláudio Volcov

Coorientador: Gabriel Martins Pinto

PIRACICABA

2024

TERMO DE CONSENTIMENTO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO – TCC

Nós, alunos abaixo assinados, regularmente matriculados no **Curso Técnico de Eletrônica na ETEC Deputado Ary de Camargo Pedroso do Município de Piracicaba/SP** declaramos ter pleno conhecimento dos Regulamentos para realização do Trabalho de Conclusão de Curso do Centro Paula Souza. Declaramos, ainda que, o trabalho apresentado é resultado do nosso esforço e autorizamos a divulgação do mesmo pela instituição.

Piracicaba, 10 de dezembro de 2024.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, por ter me concedido saúde e determinação para persistir na realização deste trabalho. Agradeço também aos professores, pelas correções e ensinamentos valiosos que aprimoraram meu desempenho e contribuíram significativamente para minha formação profissional ao longo do curso. Além disso, estendo meus agradecimentos a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

EPÍGRAFE

“A verdadeira motivação vem de realização, desenvolvimento pessoal, satisfação no trabalho e reconhecimento”

Frederick Herzberg

DEDICATÓRIA

Dedico este projeto aos professores, amigos e familiares que nos apoiaram desde o início.

Sumário

JUSTIFICATIVA	9
INTRODUÇÃO	11
DESENVOLVIMENTO.....	14
Arduíno como Controlador Central:	14
Sensor de Chuva:	14
Motores de Passo:.....	14
Fuso com Castanha:	15
Sensores de Fim de Curso:	15
Display LCD:	15
Acionamento do Mecanismo e Programação do Arduíno:	16
Fonte de Alimentação e Consumo de Energia:.....	16
Integração de Sensores Adicionais:	17
Segurança e Proteção do Sistema	18
Programação e Expansão do Sistema:.....	18
Manutenção e Durabilidade:	19
programação do sistema	20
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23

JUSTIFICATIVA

O desenvolvimento de um telhado retrátil automatizado, controlado por Arduino e acionado automaticamente por condições meteorológicas, visa oferecer uma solução prática e eficaz para proteção contra a chuva em ambientes externos, como jardins, varandas, áreas de lazer e comércios. O projeto propõe a integração de um sistema de sensores de chuva ao mecanismo de fechamento do telhado, de modo que, ao detectar a presença de água, o telhado se feche automaticamente, sem a necessidade de intervenção manual ou controle remoto.

A motivação para a criação desse sistema é fornecer uma solução simples e acessível para ambientes que precisam ser protegidos rapidamente da chuva, sem a necessidade de ações do usuário ou de tecnologias complexas. A implementação do Arduino como controlador principal do sistema se justifica pelo seu baixo custo, fácil programabilidade e capacidade de integração com sensores e atuadores, tornando o projeto viável do ponto de vista econômico e técnico.

O uso de sensores de chuva como entrada do sistema é um diferencial, pois permite que o telhado reaja automaticamente às condições climáticas. Esse tipo de automação é ideal para situações em que não se pode confiar na presença constante de um usuário para acionar o fechamento manual do telhado. A solução proposta minimiza os riscos de danos causados pela chuva em áreas externas, como infiltrações e deterioração de móveis ou estruturas, além de proporcionar maior conforto aos usuários, garantindo que o ambiente seja automaticamente protegido sempre que necessário.

Além disso, ao eliminar a necessidade de controle remoto ou interação constante do usuário, o sistema se torna mais intuitivo e prático, especialmente em situações em que a presença do usuário no ambiente não é constante ou é difícil de prever. A simplicidade do projeto, com base no Arduino e sensores de chuva, proporciona uma solução de baixo custo e fácil manutenção, ao mesmo tempo que oferece funcionalidade e confiabilidade.

Em termos de aplicabilidade, esse sistema pode ser adotado em uma ampla gama de cenários, desde residências e comércios até espaços públicos ou áreas de lazer, garantindo versatilidade e eficiência na proteção contra intempéries. Além disso, o sistema pode ser facilmente ampliado e adaptado para incorporar novos sensores e funcionalidades, como monitoramento de temperatura, umidade e intensidade de

luz, permitindo que o projeto evolua conforme a necessidade de maior automação ou controle ambiental.

Portanto, o telhado retrátil com Arduino, que se fecha automaticamente em caso de chuva, oferece uma solução prática, acessível e eficiente para otimizar o uso de espaços ao ar livre, ao mesmo tempo que protege contra as condições climáticas adversas, sem depender da intervenção constante do usuário ou de sistemas complexos.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a automação de ambientes tem se consolidado como uma tendência crescente, com a incorporação de tecnologias inovadoras que visam otimizar o uso de espaços e aumentar o conforto e a eficiência energética. Entre as soluções mais promissoras, destaca-se o uso de sistemas automatizados para controle de elementos arquitetônicos, como telhados, que podem ser ajustados de acordo com as condições climáticas. Este trabalho propõe o desenvolvimento de um *telhado retrátil automatizado*, controlado por uma plataforma Arduino, para realizar o fechamento do telhado automaticamente em caso de chuva, sem a necessidade de intervenção manual.

A principal motivação para o desenvolvimento desse projeto é a necessidade de proteger áreas externas, como jardins, varandas e áreas de lazer, de forma eficiente e prática, evitando danos causados pela exposição à água da chuva. Muitas dessas áreas são utilizadas para atividades ao ar livre, mas frequentemente não oferecem proteção contra intempéries, o que pode comprometer o conforto e até a segurança dos usuários. Com um telhado retrátil automatizado, é possível resolver essa questão de forma simples, criando um ambiente protegido sem a necessidade de ações constantes do usuário.

O uso do Arduino, uma plataforma de baixo custo e de fácil programação, é ideal para esse tipo de projeto, permitindo a integração de sensores de chuva que acionam o fechamento do telhado automaticamente quando detectam a presença de água. A proposta não inclui controles remotos, o que torna o sistema ainda mais prático, funcionando de maneira autônoma, de acordo com as condições climáticas. Isso garante que o sistema esteja sempre pronto para agir, sem que o usuário precise se preocupar em controlar manualmente o mecanismo.

Este trabalho visa explorar o desenvolvimento de um protótipo funcional que seja capaz de automatizar o fechamento do telhado com base na detecção de chuva, utilizando sensores adequados e a programação de Arduino para garantir uma operação eficiente e sem erros. Além disso, busca-se demonstrar a viabilidade técnica e econômica do projeto, destacando o seu potencial de aplicação em diferentes contextos, desde residências até espaços comerciais, proporcionando uma solução acessível e sustentável para problemas comuns enfrentados em ambientes externos.

Dessa forma, este estudo visa não apenas contribuir para a área da automação residencial e comercial, mas também apresentar uma solução prática e eficaz para melhorar a utilização de espaços ao ar livre, sem comprometer a segurança ou o conforto.

Para a implementação do sistema de telhado retrátil automatizado, propõe-se a utilização de diversos componentes eletrônicos e mecânicos que trabalham em conjunto para garantir um funcionamento eficiente e preciso. Entre os principais elementos do projeto, destaca-se o uso de motores de passo, que serão responsáveis pelo movimento do telhado, permitindo seu fechamento e abertura de maneira suave e controlada. Esses motores são escolhidos pela sua capacidade de realizar movimentos de precisão, essenciais para o controle do telhado, além de garantir um funcionamento mais silencioso e estável, mesmo em longos períodos de operação.

Para transmitir o movimento dos motores de passo de forma eficaz, será utilizado um fuso com castanha. Este mecanismo de transmissão é ideal para converter o movimento rotacional dos motores em movimento linear, abrindo ou fechando o telhado de forma controlada. A castanha, que se movimenta ao longo do fuso, é acoplada ao mecanismo de fechamento do telhado, permitindo que o mesmo se desloque para as posições desejadas com precisão e sem folgas, evitando assim falhas no funcionamento.

A detecção de condições climáticas adversas, como a chuva, será feita por meio de um sensor de chuva, responsável por identificar a presença de água sobre o telhado. Este sensor envia sinais para o Arduino, que, ao identificar que a quantidade de chuva atingiu um valor predeterminado, aciona automaticamente o motor de passo, acionando o fechamento do telhado. O Arduino será o cérebro do sistema, responsável por coordenar todos os componentes e garantir que o processo de fechamento ocorra sem falhas e no momento adequado.

Além disso, o projeto incluirá um display LCD, que servirá para fornecer informações em tempo real sobre o estado do sistema, como o status do telhado (aberto ou fechado) e a detecção de chuva. O display permitirá ao usuário monitorar facilmente o funcionamento do sistema, além de possibilitar a realização de ajustes básicos, como a calibração do sensor de chuva ou a visualização de alertas. O uso do display também facilita a manutenção do sistema, tornando mais fácil diagnosticar qualquer falha ou erro de funcionamento.

Por fim, o sistema contará com sensores de fim de curso, que garantirão que o telhado pare de se mover assim que atingir a posição desejada, seja ao abrir ou fechar. Esses sensores servem para proteger o mecanismo contra movimentos excessivos que poderiam danificar os componentes, assegurando o funcionamento seguro e preciso do sistema.

Dessa forma, a integração de motores de passo, fuso com castanha, sensores de chuva, display LCD, Arduino e sensores de fim de curso resulta em um sistema automatizado completo, que proporciona a funcionalidade de fechamento do telhado de forma inteligente e autônoma. O sistema será capaz de reagir rapidamente às condições climáticas, garantindo a proteção do ambiente externo sem a necessidade de intervenção manual, ao mesmo tempo que oferece controle e monitoramento ao usuário, tornando o processo de automação acessível e eficiente.

DESENVOLVIMENTO

Este projeto tem como objetivo a construção de um sistema automatizado de telhado retrátil, controlado por uma plataforma Arduino, que fecha automaticamente quando detecta chuva, proporcionando uma solução prática e eficiente para proteger áreas externas. A seguir, será detalhado o funcionamento de cada componente envolvido no projeto, explicando sua função e integração no sistema como um todo.

Arduíno como Controlador Central:

O Arduíno é a peça central do projeto, responsável por receber os sinais dos sensores, processar as informações e acionar os mecanismos necessários para o funcionamento do telhado retrátil. A escolha do Arduíno se deve à sua simplicidade, baixo custo e facilidade de programação. A plataforma é capaz de controlar diversos componentes simultaneamente, como sensores, motores e displays, garantindo a automação do sistema.

No caso deste projeto, o Arduíno processa os dados recebidos do sensor de chuva e dos sensores de fim de curso, acionando os motores de passo quando necessário. Além disso, o Arduíno controla a exibição de informações no display LCD, permitindo o monitoramento do status do sistema em tempo real. A comunicação entre os componentes é realizada através de pinos de entrada e saída do Arduíno, que gerenciam os sinais de controle e os dados recebidos dos sensores.

Sensor de Chuva:

O sensor de chuva é um componente essencial para detectar as condições meteorológicas e acionar o fechamento do telhado. Este sensor funciona através da detecção da presença de água na superfície, com base na condutividade elétrica. Quando a chuva entra em contato com o sensor, ele gera um sinal elétrico que é enviado ao Arduíno, informando sobre a necessidade de fechar o telhado.

A vantagem do uso de um sensor de chuva simples e eficiente é garantir uma resposta rápida e precisa ao clima, sem a necessidade de monitoramento constante por parte do usuário. O valor de detecção da chuva pode ser ajustado via programação no Arduíno, permitindo uma personalização do sistema conforme as condições ambientais.

Motores de Passo:

Os motores de passo são responsáveis pelo movimento preciso do telhado retrátil. A escolha por motores de passo se dá devido à sua capacidade de controlar

a posição de forma precisa e com baixo risco de erros, o que é crucial para o funcionamento adequado do sistema. Ao contrário dos motores DC convencionais, que não possuem um controle preciso de rotação, os motores de passo realizam movimentos incrementais, permitindo que o telhado se mova suavemente para a posição desejada.

O controle dos motores de passo é feito por meio de um driver de motor conectado ao Arduíno. Quando o Arduíno recebe o sinal do sensor de chuva, ele envia comandos ao driver de motor para acionar os motores de passo, fechando ou abrindo o telhado de acordo com a necessidade. O controle dos motores é programado para garantir um movimento suave, sem sobrecarga ou travamento, aumentando a vida útil do sistema.

Fuso com Castanha:

O fuso com castanha é o mecanismo de transmissão utilizado para converter o movimento rotacional dos motores de passo em movimento linear, responsável pelo deslocamento do telhado. O fuso é um eixo roscado que, ao girar, empurra uma castanha (uma peça com uma rosca interna que se move ao longo do fuso) para frente ou para trás, movendo o telhado de acordo com a direção desejada.

Esse mecanismo é amplamente utilizado em sistemas de automação devido à sua capacidade de gerar movimento com precisão e de maneira eficiente. A castanha move-se ao longo do fuso, acionando o movimento do telhado, que se fecha ou abre dependendo da rotação do fuso. O uso do fuso com castanha garante que o movimento do telhado seja controlado com precisão, sem folgas que possam comprometer o funcionamento do sistema.

Sensores de Fim de Curso:

Os sensores de fim de curso são dispositivos de segurança que garantem que o telhado pare de se mover ao atingir a posição desejada (aberto ou fechado). Eles funcionam detectando quando o telhado chega ao final do seu percurso, enviando um sinal ao Arduíno para interromper o movimento do motor de passo.

Esses sensores são essenciais para evitar danos aos motores e aos componentes mecânicos do sistema. Caso o telhado atinja uma posição limite e o motor continue operando, isso pode resultar em sobrecarga e falhas. Portanto, os sensores de fim de curso asseguram que o sistema de movimentação pare no ponto exato, evitando danos ao mecanismo.

Display LCD:

O display LCD serve para fornecer informações em tempo real sobre o estado do sistema, como o status de abertura ou fechamento do telhado, a detecção de chuva e qualquer mensagem de erro que possa ocorrer durante o funcionamento. Ele se comunica diretamente com o Arduino, que controla o conteúdo exibido no display.

Por exemplo, quando o sensor de chuva detecta a presença de água, o display LCD pode mostrar a mensagem “Chuva detectada – Fechando telhado”. Caso o telhado esteja aberto e o sistema tenha sido acionado para fechá-lo, o display pode mostrar “Telhado fechado”. Esse feedback visual é útil tanto para monitoramento quanto para manutenção, facilitando a identificação de problemas ou a verificação do funcionamento do sistema.

Acionamento do Mecanismo e Programação do Arduino:

O Arduino controla o acionamento do sistema com base nas entradas dos sensores. O algoritmo de controle é simples, mas eficaz, e pode ser descrito da seguinte forma:

1. O sensor de chuva é monitorado constantemente pelo Arduino.
2. Quando a chuva é detectada, o Arduino envia um sinal para os motores de passo, que começam a mover o telhado para a posição de fechamento.
3. Durante o movimento, os sensores de fim de curso monitoram a posição do telhado, garantindo que ele pare quando atingir o ponto final.
4. O display LCD exibe o status do sistema, informando ao usuário se o telhado está aberto ou fechado e se a chuva foi detectada.

A programação do Arduino é feita em C/C++, utilizando a IDE do Arduino para escrever o código de controle. O código inclui a leitura dos sensores, o controle dos motores de passo e a atualização do display LCD. A lógica de controle garante que o telhado seja fechado rapidamente quando a chuva for detectada e que o sistema opere de forma autônoma, sem a necessidade de intervenção manual.

A seguir, vamos detalhar mais profundamente a interação entre os diferentes componentes do sistema e discutir aspectos adicionais do projeto, como o uso de fontes de energia, a implementação de segurança e possíveis expansões para o sistema.

Fonte de Alimentação e Consumo de Energia:

Um dos pontos importantes no projeto é a escolha da fonte de alimentação para os componentes do sistema, especialmente para os motores de passo, que exigem uma corrente significativa para operar de forma eficiente. A fonte de

alimentação deve ser escolhida de acordo com a especificação dos motores e do Arduino, garantindo que todos os componentes funcionem corretamente sem sobrecarga.

A alimentação do Arduino pode ser feita por uma fonte de 5 V, proveniente de um adaptador ou de uma bateria recarregável, que fornecerá energia suficiente para a execução das tarefas de controle e monitoramento. Já os motores de passo, dependendo de sua especificação, podem exigir uma fonte de alimentação separada, com uma tensão e corrente mais altas, comumente entre 12 V e 24 V, para garantir que o movimento do telhado seja fluido e sem travamentos.

O consumo de energia do sistema será moderado, uma vez que os motores de passo só são acionados quando necessário — ou seja, durante a detecção de chuva ou ao abrir/fechar o telhado. Além disso, o uso do Arduino contribui para a eficiência energética do sistema, já que ele é projetado para operar com baixo consumo, tornando o sistema economicamente viável para uso contínuo.

Integração de Sensores Adicionais:

Embora o sensor de chuva seja o principal responsável pela ativação do sistema de fechamento, há várias possibilidades de integração com sensores adicionais que poderiam tornar o sistema ainda mais robusto e eficiente. Entre esses sensores, podemos destacar:

- **Sensor de Temperatura e Umidade:** Este sensor poderia ser utilizado para monitorar as condições ambientais da área coberta pelo telhado. Combinado ao sensor de chuva, o sistema poderia avaliar não apenas a necessidade de fechamento devido à chuva, mas também a intensidade da umidade ou a temperatura para atuar de forma mais inteligente. Por exemplo, o telhado poderia ser fechado automaticamente se a temperatura baixasse a um ponto em que a água condensada na superfície do telhado pudesse causar danos aos móveis ou outros objetos.

- **Sensor de Luminosidade (LDR):** Um sensor de luminosidade poderia ser adicionado para monitorar a intensidade da luz. Em áreas de lazer ou jardins, esse sensor poderia servir para abrir o telhado em dias de sol e fechá-lo à noite ou quando a luminosidade fosse muito baixa, garantindo conforto térmico e controle de iluminação.

- **Sensor de Movimento:** Em um cenário onde o telhado é controlado em uma área de lazer, um sensor de movimento poderia ser adicionado para verificar a

presença de pessoas e determinar se o fechamento do telhado é necessário ou não, ajustando o sistema conforme a movimentação no ambiente.

Com a adição de tais sensores, o projeto se tornaria ainda mais inteligente e flexível, proporcionando controle mais preciso sobre as condições ambientais e otimizando o uso do espaço.

Segurança e Proteção do Sistema

A segurança é um fator crítico quando se trabalha com sistemas automatizados que controlam mecanismos de movimentação, como é o caso do telhado retrátil. Abaixo, são descritas algumas estratégias para garantir a segurança do sistema:

- **Proteção contra Sobrecarga:** O uso de sensores de fim de curso não só evita que o telhado continue se movendo após atingir a posição final, mas também serve como proteção contra sobrecarga do motor de passo. Caso o telhado não consiga se mover devido a um obstáculo, o sistema automaticamente interrompe o movimento, prevenindo danos ao mecanismo.
- **Desligamento de Emergência:** Para garantir maior segurança, o sistema pode ser programado com uma função de desligamento de emergência. Se houver algum problema com o movimento ou o sistema de controle, o usuário poderia interromper o funcionamento do telhado instantaneamente por meio de um botão físico de emergência.
- **Proteção Contra Curto-circuitos:** O uso de fusíveis e circuitos de proteção em pontos críticos do sistema, como a alimentação dos motores e do Arduino, é uma medida importante para evitar falhas causadas por curto-circuitos ou picos de tensão. Esses fusíveis garantem que os componentes do sistema não sejam danificados em caso de falha elétrica.

Programação e Expansão do Sistema:

A flexibilidade do Arduino permite que o sistema seja facilmente expandido e adaptado às necessidades do usuário. A programação do sistema pode ser modificada para incluir novos sensores, ajustar os parâmetros de funcionamento e melhorar o desempenho do telhado retrátil. Por exemplo:

- **Ajuste do Tempo de Fechamento:** O tempo que o telhado leva para abrir ou fechar pode ser ajustado no código do Arduino, dependendo das preferências do usuário ou da velocidade do motor de passo escolhido. Além disso, é possível adicionar uma programação de delay, permitindo que o telhado seja

fechado gradualmente em caso de chuva leve, evitando movimentos bruscos e prolongando a vida útil do sistema.

- **Controle Remoto via App (Futuro):** Embora o projeto inicial não inclua controle remoto, o Arduino pode ser facilmente integrado com módulos de comunicação sem fio, como o Wi-Fi ou o Bluetooth, permitindo a criação de um aplicativo para smartphone. Com essa funcionalidade, o usuário poderia monitorar o sistema à distância, verificar o status do telhado e até mesmo abrir ou fechar o telhado manualmente, se desejado.

- **Integração com Sistema de Automação Residencial:** O telhado retrátil pode ser integrado a sistemas de automação residencial como o Home Assistant ou Google Home, permitindo que o sistema interaja com outros dispositivos da casa, como sistemas de iluminação, controle de temperatura e segurança. A integração com esses sistemas pode adicionar novas funcionalidades, como a abertura automática do telhado ao detectar que ninguém está em casa ou o fechamento do telhado ao acionar o sistema de segurança.

Manutenção e Durabilidade:

Outro aspecto importante do projeto é a manutenção do sistema, que deve ser simples e acessível. A escolha de componentes de fácil acesso e baixo custo, como o Arduino e os motores de passo, torna a manutenção do sistema relativamente simples. No entanto, é importante realizar manutenções periódicas para garantir a durabilidade e o funcionamento eficiente dos componentes:

- **Limpeza dos Sensores:** O sensor de chuva, por ser um dispositivo sensível à umidade e poeira, deve ser limpo periodicamente para garantir que ele continue funcionando corretamente. Isso pode ser feito utilizando um pano seco ou uma solução de limpeza adequada.

- **Lubrificação do Fuso e Castanha:** O mecanismo de fuso com castanha deve ser lubrificado periodicamente para garantir que o movimento do telhado seja suave e sem atritos excessivos, evitando o desgaste prematuro do sistema.

- **Verificação dos Motores e Cabos Elétricos:** A verificação dos motores de passo e dos cabos elétricos deve ser feita para garantir que não haja falhas de conexão ou sinais de desgaste nos cabos. Isso pode prevenir problemas de funcionamento e reduzir o risco de curto-circuitos.

PROGRAMAÇÃO DO SISTEMA

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

LiquidCrystal_I2C lcd(0X27, 16, 2);

const int PinoSensorChuva = A0;
const int PinoStep1 = 7;
const int PinoDir1 = 8;
const int PinoStep2 = 9;
const int PinoDir2 = 10;
const int PinoFimDeCursoInicio = 3;
const int PinoFimDeCursoFim = 2;

int valorSensorChuva = 0;

void setup() {
    Serial.begin(9600);
    lcd.begin(16, 2);
    lcd.backlight();

    Serial.print("Medicao do sensor de chuva: ");
    pinMode(PinoStep1, OUTPUT);
    pinMode(PinoDir1, OUTPUT);
    pinMode(PinoStep2, OUTPUT);
    pinMode(PinoDir2, OUTPUT);
    pinMode(PinoFimDeCursoInicio, INPUT_PULLUP);
    pinMode(PinoFimDeCursoFim, INPUT_PULLUP);

    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Sistema Iniciado");
    delay(2000);
    lcd.clear();
}

void loop() {
    valorSensorChuva = analogRead(PinoSensorChuva);
    float voltagemChuva = (valorSensorChuva / 1023.0) * 5;
```

```

Serial.print(voltagemChuva);
Serial.println(" V");

bool fimDeCursoInicio = digitalRead(PinoFimDeCursoInicio) == LOW;
bool fimDeCursoFim = digitalRead(PinoFimDeCursoFim) == LOW;

Serial.print("Fim de curso inicio: ");
Serial.println(fimDeCursoInicio ? "Ativado" : "Desativado");
Serial.print("Fim de curso final: ");
Serial.println(fimDeCursoFim ? "Ativado" : "Desativado");

if (fimDeCursoInicio && !fimDeCursoFim) {
    atualizarLCD("Telhado Fechado", "");
} else if (fimDeCursoFim && !fimDeCursoInicio) {
    atualizarLCD("Telhado Aberto", "");
}

if (voltagemChuva > 0.75 && !fimDeCursoInicio) {
    moverMotor(true);
} else if (voltagemChuva <= 0.75 && !fimDeCursoFim) {
    moverMotor(false);
} else {
    pararMotor();
}

delay(250);
}

void moverMotor(bool fechar) {
    digitalWrite(PinoDir1, fechar ? HIGH : LOW);
    digitalWrite(PinoDir2, fechar ? LOW : HIGH);
    Serial.println(fechar ? "Fechando o telhado..." : "Abrindo o
telhado...");
    atualizarLCD(fechar ? "Chovendo" : "Sem Chuva",
                fechar ? "Fechando o telhado..." : "Abrindo o telhado...");

    for (int i = 0; i < 200; i++) {
        digitalWrite(PinoStep1, HIGH);
        digitalWrite(PinoStep2, HIGH);
        delayMicroseconds(500 );
    }
}

```

```

        digitalWrite(PinoStep1, LOW);
        digitalWrite(PinoStep2, LOW);
        delayMicroseconds(500);
    }
}

void pararMotor() {
    Serial.println("Motor parado.");
    atualizarLCD("Status", "Motor parado.");
}

void atualizarLCD(const char* linha1, const char* linha2) {
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print(linha1);
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print(linha2);
}

```

No início, o código inclui as bibliotecas necessárias para a comunicação I2C com o LCD e a leitura dos dados do sensor de chuva. O LCD é configurado para um display de 16 colunas por 2 linhas e é inicializado com a mensagem "Sistema Iniciado", que fica visível por 2 segundos. O código também define os pinos usados para o controle do motor e para os interruptores de fim de curso. O motor tem dois pares de pinos: um para controlar a direção e outro para o controle de passos, o que permite ao motor mover o telhado para abrir ou fechar. Já os pinos de fim de curso são usados para determinar se o telhado atingiu as posições de "aberto" ou "fechado".

Na função **loop()**, o código lê continuamente o valor do sensor de chuva, que é um valor analógico entre 0 e 1023, e converte esse valor para uma voltagem entre 0 e 5 volts. Se a voltagem for maior que 0.75V (indicando que está chovendo), o código aciona o motor para fechar o telhado, desde que o telhado ainda não esteja fechado (verificado através do interruptor de fim de curso de fechamento). Se a voltagem for menor ou igual a 0.75V (indicando que não está mais chovendo), o motor é acionado para abrir o telhado, desde que o interruptor de fim de curso de abertura ainda não tenha sido ativado. Caso os interruptores de fim de curso estejam em posições opostas, o motor é parado.

Além disso, o código exibe continuamente no LCD e no monitor serial o estado atual do sistema. Se o telhado estiver fechado, a mensagem "Telhado Fechado" é exibida no LCD; se o telhado estiver aberto, a mensagem "Telhado Aberto" aparece. Quando o motor é acionado, o LCD também mostra a ação que está

sendo realizada, como "Fechando o telhado..." ou "Abrindo o telhado...". A comunicação serial é usada para depuração, permitindo ao desenvolvedor monitorar a voltagem do sensor de chuva e o status dos interruptores de fim de curso.

As funções auxiliares do código são responsáveis por mover o motor passo a passo, parando o motor quando necessário, e atualizar o LCD com as informações relevantes sobre o estado do sistema. A função **moverMotor** controla a direção e o movimento do motor de acordo com a necessidade de fechar ou abrir o telhado, enquanto a função **pararMotor** é usada para parar o movimento do motor quando o telhado já está na posição desejada. A função **atualizarLCD** é chamada para atualizar o conteúdo exibido no display LCD, proporcionando uma interface de fácil leitura para o usuário.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Vídeo no YouTube - Open Maker:**
 - Open Maker. (2022, Maio 19). Sensor de chuva com arduino para protótipo de cobertura retrátil automatizada [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=v55qmTqTM-c>
2. **Produto no AliExpress - ELEGOO Arduino UNO R3 Project Starter Kit:**
 - ELEGOO. (s.d.). ELEGOO Arduino UNO R3 Project Starter Kit mais completo, Tutorial compatível com Arduino IDE, 63 Itens [Descrição do Produto]. AliExpress. <https://pt.aliexpress.com/item/1005005150525795.html>
3. **Vídeo no YouTube - Eletrônica Com Alison Freitas:**
 - Eletrônica Com Alison Freitas. (2015, Dezembro 17). AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL - SENSOR DE CHUVA [Vídeo]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=O-PZ_fqMhww
4. **Vídeo no YouTube - Beto EletroEletrônica:**
 - Beto EletroEletrônica. (2023, Agosto 31). Telhado Retrátil com Sensor de Chuva e LDR [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=afEH7BiZ3uE>