

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
ETEC TEREZA APARECIDA CARDOSO NUNES DE OLIVEIRA
TÉCNICO EM ELETROTÉCNICA**

**AGNALDO GUILHERME DE ALMEIDA
CARLOS ALBERTO DE BARROS
FABIO DOS SANTOS CORREIA
GUSTAVO DE LIMA PEREIRA**

TELHADO AUTOMÁTICO

SÃO PAULO

2025

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA

ETEC TEREZA APARECIDA CARDOSO NUNES DE OLIVEIRA

AGNALDO GUILHERME DE ALMEIDA

CARLOS ALBERTO DE BARROS

FABIO DOS SANTOS CORREIA

GUSTAVO DE LIMA PEREIRA

TELHADO AUTOMÁTICO

Projeto apresentado como requisito da disciplina
Desenvolvimento de Trabalho de conclusão de
curso do Técnico de nível

Médio em ELETROTECNICA

PROF:HENRIQUE TAVARES DE OLIVEIRA
FILHO

SÃO PAULO

2025

TELHADO AUTOMATICO

Projeto apresentado como requisito da disciplina

Desenvolvimento de Trabalho de Conclusão de Curso do
Técnico de Nível Médio em ELETROTECNICA

Professor: HENRIQUE TAVARES DE OLIVEIRA FILHO

Data: _____ **Resultado:** _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. _____

Assinatura _____

Prof. _____

Assinatura _____

Prof. _____

Assinatura _____

Agradecemos a DEUS, aos nossos familiares pelo incentivo o apoio, aos nossos professores pelos ensinamentos, aos nossos companheiros de turma pelo

tempo que passamos juntos nessa fase e a instituição ETEC TEREZA APARECIDA CARDOSO NUNES DE OLIVEIRA pela oportunidade de aprendizado.

**“Todo que era grandioso no passado foi ridicularizado,
condenado, combatido e reprimido, somente para
emergir com maior poder e mais
triunfante depois da luta”.**

NIKOLA TESLA

RESUMO

Atualmente a automação está presente em todos os lugares, seja em um simples sensor em uma câmera de segurança, ou até mesmo em um projeto industrial.

A nossa ideia surgiu ao imaginar uma cobertura que se ajusta as variações climáticas repentinas, principalmente na cidade de São Paulo, nosso projeto consiste em uma cobertura do tipo basculante para maior conforto e segurança do usuário, flexibilizando as opções térmicas e climáticas do ambiente interno. O projeto é totalmente eficaz e prático, pois será quase em seu todo automatizado, logo não será

necessária ação manual ou supervisionada para o seu funcionamento no modo automático. O projeto consiste na leitura de sensores que comandará toda a automação do projeto com base na linguagem de programação, quando os sensores mudarem seus estados lógicos, o dispositivo inteligente Arduino acionará os comandos pré-programados para inicio/fim do funcionamento do sistema. O nosso projeto pode ser instalado em ambiente industrial, comercial ou residencial (claro que em cada caso ela deve ser dimensionada e adaptada em seus respectivos requisitos).

Quando utilizada em residências, o local ideal seria, em um jardim, piscina, área de lazer pois a cobertura proporciona uma abertura bastante satisfatória e dando total liberdade para que o usuário possa escolher um ângulo de inclinação a sua preferência.

Palavras-chaves: Automação, programação, sensores, conforto.

ABSTRACT

Nowadays automation is present everywhere, whether in a simple sensor in a security camera, or even in an industrial design. Our idea arose when imagining a coverage that adjusts to sudden climatic variations, especially in the city of São Paulo. Our design consists of a tip-type cover for greater user comfort and safety, making the thermal and climatic options of the internal environment more flexible. The design is totally effective and practical, as it will be almost entirely automated, therefore, it will not require manual or supervised action for its operation in automatic mode. The design consists of reading sensors that will command all design automation based on programming language. When the sensors change their logic states, the Arduino smart device will trigger the preprogrammed command for the start/end of system operation.

Our design can be installed in an industrial, commercial or even residential environment (of course, in each case, it must be sized and adapted to their respective requirements).

When used in homes, the ideal location would be in a garden, swimming pool, recreation area because the roof provides a very satisfactory opening and giving full freedom so that the user can choose a preference angle of inclination.

Keywords: Automation, programming, sensors, comfort.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Cobertura abre e fecha basculante instalda	9
Figura 2 - Arduino UNO	10
Figura 3 - Imagens de shields	12
Figura 4 - imagem de shield ldr	13
Figura 5 - Imagem do shield sensor de chuva	14
Figura 6 - Imagem do shield sensor de fim de curso	15
Figura 7 - Imagem do shield LCD	16
Figura 8 - Modelos de motor de passo	17
Figura 10 - Telhado montado	22
Figura 11 – Base de fixação	22
Figura 12 - Motor de passo adquirido	24

Figura 13 - Engrenagem desenhada por AutoCAD	25
Figura 14 - Engrenagem e motor já instalados no telhado	25
Figura 15 - Programação teste do sensor LDR no Arduino	26
Figura 16 - Esquema elétrico do Sensor LDR feito no Fritzing	27
Figura 17 - Programação teste do Sensor de chuva no Arduino	28
Figura 18 - Esquema elétrico do Sensor de chuva feito no Fritzing	28
Figura 19 - Programação teste do Motor de Passo no Arduino	29
Figura 20 - Esquema elétrico do motor	30
Figura 21 - Programação finalizada	31
Figura 22 - Esquema elétrico finalizado no fritzing	33
Figura 23 - No-break	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Divisão de etapas de execução do projeto	20
Tabela 2 - Especificações técnicas da cobertura	21
Tabela 3 - Notas por etapas de cada integrante do grupo de 0 a 5.	34

Sumário

1.0 INTRODUÇÃO.....	5
2.0 DESENVOLVIMENTO TEÓRICO	6
2.1 AMBIENTE DE APLICAÇÃO.....	6
2.1.1 Dados estatísticos	6
2.1.2 Aplicações possíveis	7
2.2 O dispositivo	7
2.2.1 Telhado	7
2.2.2 Arduino	9
2.2.2 Aplicações possíveis.....	10
2.2.3 Shield	10
2.2.3.2 Sensor de chuva	12
2.2.3.3 Sensor de fim de curso	13
2.2.3.4 LCD	14
2.2.4 Motor de passo.....	16
3.0 DESENVOLVIMENTO PRÁTICO.....	18
3.1 A construção do dispositivo protótipo.....	19
Programação finalizada	30
3.2 Testes e resultados.....	32
3.3 Sugestões de melhorias.....	33
4.0 METODOLOGIA.....	35
4.1 Formação do grupo e escolha do tema	36
4.2 Definição dos objetivos do trabalho	36
4.3 Pesquisas preliminares	36
4.4 Desenvolvimento teórico	37
4.5 Idealização do protótipo.....	37
4.6 Desenvolvimento e montagem	37
4.7 Testes práticos.....	38
Conclusão	39
REFERÊNCIAS	39
ANEXO I - DOCUMENTOS DO PROJETO	41
ANEXO II CRONOGRAMA DO PROJETO.....	43

1.0 INTRODUÇÃO

A idealização do projeto surgiu quando um dos integrantes do grupo viu a instalação de um telhado abre e fecha, popularmente chamado de telha zetaflex, aeroteto ou cobertura verssol.

Que é um tipo de telhado que possibilita a abertura e fechamento de maneira manual ou com motores por acionamento de botões.

Características Principais

- Os sistemas de cobertura da Zetaflex se destacam por várias características:

- Controle Climático: Permitem o ajuste da quantidade de sol, sombra, ventilação e proteção contra chuva no ambiente.

Material de Qualidade: Utilizam componentes em alumínio e/ou policarbonato. O alumínio é resistente à corrosão e não conduz calor, enquanto o policarbonato é usado para aproveitar a luz natural.

- Mecanismo Silencioso: O sistema "abre e fecha" funciona com patins de nylon que deslizam suavemente, sem engrenagens ou graxa, garantindo um movimento silencioso e preciso.

- Durabilidade: Devido ao uso de materiais de alta qualidade e patentes próprias, os produtos são projetados para durar décadas, sem emperrar.

A partir ideia é fazer um protótipo de menor escala desse telhado e fazer o funcionamento dele ser 100% automatizado sem precisar de supervisão ou interferência para seu acionamento para abertura ou fechamento. Utilizando sensores como de luminosidade e chuva para aciona-la.

Princípio de funcionamento:

Amanheceu sem chuva – abertura

Amanheceu chovendo – permanecer fechada

Está de dia e começou a chover – fechar

Parou de chover e está de dia – abrir

2.0 DESENVOLVIMENTO TEÓRICO

2.1 AMBIENTE DE APLICAÇÃO

Nesta seção poderá ser visto um panorama geral do setor onde se enquadra o projeto estudado, bem como pontos que justificam sua utilização e aplicabilidade. É sabido que todo equipamento residencial, deve ser submetido a análises, testes e especificações minuciosas para então ser utilizado. Alguns materiais devem ser bem específicos para esta aplicação como, por exemplo, o telhado, os sensores, a programação, entre outros.

Serão apresentados também os ambientes de possível aplicação, a função que o equipamento possa desempenhar e o benefício que pode trazer esta aplicação.

Tendo em vista as dificuldades técnicas dos profissionais da área para criar um projeto específico e para a instalação da cobertura, em todas as suas ramificações, buscou-se uma forma de otimizar o trabalho desses profissionais, e ao mesmo tempo providenciar um conforto a parte do proprietário. Estas premissas partiram da visualização de dificuldades encontradas por profissionais em função de esforço e do tempo gasto nos procedimentos de montagem.

2.1.1 Dados estatísticos

De acordo com pesquisas, a empresa Verssol Coberturas, que trabalha no ramo das coberturas automatizadas. As maiores vendas são residenciais, em áreas de lazer. Mas também fazem vendas para algum comércio e também indústrias.

Os valores variam de acordo com a área ser coberta e de qual material será utilizado: alumínio ou policarbonato, com o uso do policarbonato sendo mais caro que alumínio chegando a R\$950,00/m². E quanto ao alumínio chegando a R\$600,00/m².

2.1.2 Aplicações possíveis

Há anos a cobertura automatizada está entrando no mercado, por conta da sua facilidade de uso e uma maior utilização da iluminação natural. Nesse caso, se à várias formas de uso como em áreas de piscina, churrasqueiras e em outras áreas de lazer. Muitos hotéis de luxo já utilizam esse tipo de mercadoria e cada vez mais está crescendo no mercado. Suas áreas de aplicação variam de residencial, comercial e industrial.

No Brasil ainda é algo dispendioso, e as vendas são mais geradas para a alta classe e algumas pessoas da classe média.

2.2 O dispositivo

O dispositivo objeto deste trabalho consiste em uma cobertura automatizada, que possui certa espécie de aletas (telhas), um motor, e sensores. No motor será acoplado um pinhão que, quando entram em funcionamento possam abrir e fechar a cobertura. O blog Digicom (2025) traz uma introdução sobre alguns dos principais funcionamentos da cobertura, conforme proposto para este trabalho:

"A cobertura basculante foi desenvolvida para soluções onde a ventilação ficaria prejudicada com a instalação de uma cobertura fixa e para eliminar a sensação claustrofóbica de um ambiente enclausurado, (...) além da proteção contra chuva, ventilação, e proporcionar conforto térmico". (Digicom, 2025)

Nesta seção, busca-se apresentar os componentes básicos utilizados no desenvolvimento do equipamento e como serão integrados ao projeto final.

2.2.1 Telhado

Cobertura utilizada: abre e fecha basculante

O teto abre e fecha basculante permite criar projetos que buscam maior ganho de luminosidade e ventilação, pois permite a iluminação e aeração, beleza e conforto do seu ambiente. Composto por comando de agradável manuseio, permite o giro das lâminas de forma equilibrada, com leve toque você abre e fecha e também consegue parar em qualquer posição intermediária, travando na inicial ou final.

Figura 1 Cobertura abre e fecha basculante instalda



Fonte: Verssol, 2025

2.2.2 Arduino

Figura 2 – Arduino UNO



Fonte: Arduino, 2025.

O que é o Arduino?

Falando de modo simples, o Arduino é um conjunto de ferramentas de prototipagem eletrônica "open-source" que visa tornar mais fácil a criação de aparelhos eletrônicos. Além de oferecer uma placa controladora, ele possui também um ambiente de desenvolvimento, por isso é considerado uma plataforma. Basta ligar a placa ao computador e já é possível escrever códigos para o Arduino no local de programação no software do sistema (através da linguagem C/C++).

A placa básica do Arduino permite a integração com outros dispositivos e a interação com outros aparelhos. Ou seja, ele pode funcionar através da sua própria interface ou interagir com outros aplicativos instalados no computador. Isto permite que o desenvolvedor crie tanto gadgets simples como robustos. Além disso, é possível comprar a placa original (com os circuitos "do zero") ou optar por uma pré-montada, com os circuitos já interligados.

2.2.2 Aplicações possíveis

As aplicações do Arduino são basicamente ilimitadas e dependem muito mais da criatividade e disciplina do desenvolvedor do que das limitações da plataforma ou das dificuldades de programação. Os chamados fazedores (ou makers, em inglês), estão usando a plataforma em projetos que vão desde a automação de processos em empresas até obras de arte.

Um exemplo interessante é o Twitter Enabled Coffee Pot, que, através da integração com o hardware, possibilita que a cafeteira elétrica comece a fazer café quando você envia um tweet para ela. O Garage Door Opener, por outro lado, permite que a porta da garagem de sua casa seja aberta através do seu smartphone. Estes exemplos simples (os projetos podem ser seguidos por qualquer um através de tutoriais) são excelentes introduções para as possibilidades do Arduino.

2.2.3 Shield

Shields nada mais são que módulos eletrônicos compostos por sensores e circuitos eletrônicos que funcionam como uma espécie de expansor para uma Placa arduino, sendo encaixadas diretamente para aumentar a capacidade ou funcionalidade de um arduino. Há diversos SHIELDS para arduino disponíveis no mercado, como o Ethernet Shield e o Motor Shield, e muito deles são encaixados uns nos outros, assim, um Arduino Uno por exemplo, pode ter diversos shields acoplados em sua placa a executar diversas funções sem dificuldade nenhuma, além do custo baixo e fácil programação, assim como os demais produtos da linha Arduino, oferecendo uma enorme versatilidade para os mais diversos projetos.

Figura 3 – Imagens de shields



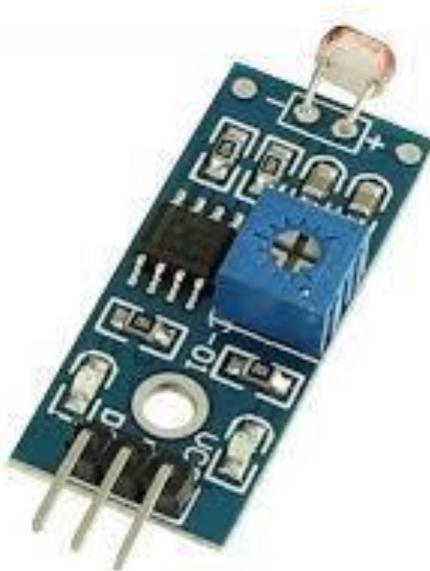
Fonte: RANDOM NERD TUTORIALS, 2025.

2.2.3.1 LDR

Um LDR (Resistor Dependente da Luz) é um tipo especial de resistor que apresenta uma mudança em sua característica de resistência elétrica quando submetido à ação da luz.

Também chamados de foto resistores, apresentam um valor de resistência elevada em um ambiente escuro, e quando expostos à luz, têm a condutividade aumentada. Ou seja, oferecem baixa resistência elétrica quando iluminados.

Figura 4 *imagem de shield ldr*



Fonte: AUTOCOREROBOTICA.COM.BR , 2025.

2.2.3.2 Sensor de chuva

O sensor de chuva para Arduino é um dispositivo simples e eficaz, geralmente composto por duas partes: uma placa sensora com trilhas condutoras e um módulo de controle. Ele detecta a presença de água na superfície da placa, o que pode ser usado em projetos de automação, como fechar janelas ou recolher varais automaticamente.

Funcionamento

O princípio de funcionamento baseia-se na condutividade elétrica da água.

Placa Sensora: Possui trilhas de cobre expostas. Quando seca, a resistência entre as trilhas é alta.

Com a Chuva: Ao cair água sobre as trilhas, a água cria um caminho condutor entre elas, diminuindo a resistência.

Módulo de Controle: Este módulo mede a variação da resistência e a converte em um sinal elétrico que o Arduino pode ler. Ele geralmente oferece saídas digital (DO) e analógica (AO).

Saída Digital (DO): Fornece um sinal lógico ALTO (HIGH) ou BAIXO (LOW), indicando se há ou não chuva (o limiar pode ser ajustado por um potenciômetro no módulo).

Saída Analógica (AO): Fornece uma faixa de valores (0 a 1023 no Arduino Uno) que varia proporcionalmente à quantidade de água na placa, permitindo medir a intensidade da chuva.

Figura 5 Imagem do shield sensor de chuva



Fonte: robocore.net , 2025

2.2.3.3 Sensor de fim de curso

Sensores de fim de curso são sensores que servem para indicar que um motor ou a estrutura ligada ao seu eixo (um robô, por exemplo) chegaram ao fim do seu campo de movimento. São sensores simples de trabalhar, principalmente na programação, já que funcionam de modo similar a uma chave liga/desliga.

Como funciona?

Quando a haste do sensor é empurrada, os terminais do sensor ficam em curto. Com isso pode-se ler se o sensor foi acionado com um micro controlador e depois enviar um sinal para o motor para que este pare ou inverta seu giro.

Uma variação possível dos sensores de fim de curso são, aqueles que têm no final da haste uma roldana. Esse tipo de sensor pode ser utilizado deslizando sobre uma superfície. Quando o sensor perder contato com a superfície, significa que terminou o campo de movimento do motor ou da estrutura ligada a ele.

Aplicações

Esse tipo de sensor é muito utilizado em máquinas industriais e em portões automáticos de garagem, por exemplo. Na robótica, pode-se utilizar esse sensor para impedir que um robô caia de uma mesa, para indicar que ele bateu em uma parede ou até mesmo como medida de segurança para impedir que algum motor seja forçado.

Figura 6 – Imagem do shield sensor de fim de curso



Fonte: Arduino e cia, 2025.

2.2.3.4 LCD

LCD é a sigla para "Liquid Crystal Display" que em português significa "tela de cristal líquido". O LCD é um painel fino utilizado para exibir imagens, vídeos e textos em suportes diversos como monitor de computador, televisores, GPS, câmeras digitais, celulares, calculadoras e outros dispositivos.

A tecnologia LCD (cristais líquidos) aplicada aos monitores de computador e televisores distingue-se dos antigos CRT (tubos de raios catódicos) pela leveza, portabilidade e menor consumo de energia elétrica, podendo ser utilizado em aparelhos portáteis alimentados por bateria.

Um monitor LCD tem uma tela plana e fina que elimina as distorções de imagem existentes nos monitores de tela curva (CRT), no entanto, possuem um ângulo de visão limitado e resolução inconstante.

As telas de plasma surgiram, em parte, para corrigir alguns dos problemas da tecnologia LCD. A melhor definição de imagem e fidelidade de cores são os pontos fortes para utilização em televisões de alta definição (HDTV).

Figura 7 Imagem do shield LCD



Fonte: Mercado livre, 2025.

2.2.4 Motor de passo

Motores de passo são atuadores eletromecânicos que convertem pulsos elétricos em movimentos mecânicos discretos e precisos, chamados de "passos". Diferente de motores comuns, eles não giram continuamente, mas avançam em incrementos fixos, permitindo controle preciso de posição, velocidade e torque. Essa característica os torna ideais para aplicações como impressoras 3D, máquinas CNC, robótica e sistemas automatizados que exigem alta precisão.

Figura 8 - Modelos de motor de passo



Fonte: kollmorgen.com , 2025.

Como funciona

- **Pulsos elétricos:** O motor recebe pulsos elétricos para avançar. Cada pulso corresponde a um movimento angular específico do eixo, medido em graus.
- **Movimento discreto:** Em vez de um movimento contínuo, o motor se move de forma controlada, passo a passo.
- **Controle de posição:** Essa capacidade de avançar um número exato de passos permite o controle preciso da posição sem a necessidade de sensores de feedback

Motor de passo utilizado:

Figura 8 - Motor escolhido: NEMA 23



Fonte: Mercado Livre, 2025.

Descrição

Quando pulsos elétricos são aplicados em uma determinada sequência nos terminais deste, a rotação de tais motores é diretamente relacionada aos impulsos elétricos que são recebidos, bem como a sequência a qual tais pulsos são aplicados reflete diretamente na direção a qual o motor gira. A velocidade que o rotor gira é dada pela frequência de pulsos recebidos e o tamanho do ângulo rotacionado é diretamente relacionado com o número de pulsos aplicados.

Motor de Passo da Action Technology contém um Molex no conectado à extremidade dos cabos para facilitar as conexões.

Um motor de passo pode ser uma boa escolha onde há necessidade de um movimento controlado. Podem ser utilizados onde é preciso controlar o ângulo de rotação, velocidade, posição e sincronismo. Por conta do seu modo de funcionamento, os motores de passo se estabeleceram em uma grande gama de aplicações, como: Routers CNC, Máquinas de Corte a Plasma, Máquinas de Corte a Laser, Rotuladoras Sleeve, Rotuladoras Autoadesivo, Máquinas de serigrafia, Máquinas Hot Stamp, Controle de Válvulas, dosadores por Rosca, Mesas de Posicionamento, Braços Manipuladores, atuadores lineares etc.

Solução que oferece o melhor custo benefício quando se necessita de movimentação com precisão de posicionamento. Dada a sua robustez possui baixíssimo índice de manutenção. Otimizado para trabalhar com resoluções de micropasso que garantem uma precisão maior ao sistema de movimentação.

Especificações:

- NEMA 23 - 20kgf.cm 3a - Eixo 8mm
- Angulo de passo: 1,8 graus(+5%)
- Tensão nominal: 2.7V
- Corrente por fase: 3A
- Resistência por fase = 0.9(+10%) ohms
- Indutância por fase = 3.5(+20%) mH
- Torque: 2N.m(20Kgf.cm)
- Temperatura ambiente: -20°C À 50°C
- Quantidade de cabos: 4
- Comprimento do motor = 76mm
- Diâmetro do eixo = 8mm
- Peso: 1kg

3.0 DESENVOLVIMENTO PRÁTICO

O desenvolvimento prático deste trabalho foi dividido em etapas para a melhor organização do desenvolvimento do projeto.

Para local de montagem foi utilizado a residência de um dos integrantes do grupo em função da disponibilidade de ferramentas para utilização na montagem do projeto. A tabela 1 a seguir mostra toda a relação de etapas consideradas para a montagem do projeto.

Tabela 1 - Divisão de etapas de execução do projeto

Etapa	Descrição
1	Montagem de base para estrutura
2	Teste dos shields
3	Modelagem computacional(simulação)
4	Montagem da estrutura

5	Testes esquema elétrico
6	Testes e avaliações finais

Fonte: Dos próprios autores, 2025.

3.1 A construção do dispositivo protótipo

A construção do dispositivo se deu através das etapas citadas anteriormente e será apresentada de maneira direta para melhor visualização dos procedimentos utilizados e das dificuldades que surgiram em cada uma das etapas.

A cobertura utilizada foi feita e doada pela empresa Verssol³ da cidade de São Bernardo, São Paulo. Suas especificações técnicas se apresentam na tabela 2 a seguir.

Tabela 2 - Especificações técnicas da cobertura

Marca:	Verssol
Dimensões	Estrutura: 81cm(C) x 45cm(L) x 25cm(A) Telhas: 45cm(C) x 24.5cm(L)
Material:	Alumínio(estrutura completa)
Funções desenvolvidas	2 movimentos: abrir e fechar telhas

Fonte: Dos próprios autores, 2025.

O equipamento que foi disponibilizado pela Verssol (desmontado), logo, a primeira etapa se tratou da montagem da estrutura mecânica e logo em seguida na mesma etapa se deu a montagem da sua base de fixação. A execução se deu seguindo o manual técnico do equipamento, promovendo suas ligações com ferramentas e procedimentos adequados. Após sua montagem, o equipamento se apresentou conforme as figuras a seguir.

Figura 9 - *Telhado montado*



Fonte: Dos próprios autores, 2025.

BASE DE FIXAÇÃO

Figura 10 – Base de fixação



Fonte: Dos próprios autores, 2025.

Paralelo à etapa de montagem, foi escolhido o motor NEMA 23 para aplicação no protótipo pelo fato do motor ter rotação por passos, onde poderiam controlar a rotação do mesmo por passos, assim, teriam uma média suficiente para abrir a cobertura em 90º e também voltá-la ao ponto de 0º novamente. Outra vantagem deste motor é que para o protótipo seria ideal um motor em corrente contínua para podermos alimentá-lo junto com o circuito elétrico, assim, desperdiçariam com gastos a mais com fios e circuitos específicos para o motor.

Definida a tipologia do motor a ser aplicado, foram elaborados cálculos para seu dimensionamento em função de encontrar especificações que atendessem as necessidades do projeto. Para este dimensionamento foram consultados alguns professores da escola e após as instruções, os cálculos foram realizados e apresentados na seção 2.2.4 deste trabalho.

Com valores de referência para os motores, foram estabelecidos requisitos mínimos para compra dos mesmos: alguma loja na cidade de São Paulo, em função de alguma eventual troca de equipamento e algum motor de custo reduzido, pelo fato de se tratar de um motor de pequeno porte somente para usar no protótipo. Considerados todos os parâmetros citados, foi feito contato com algumas lojas a respeito de orçamento e cotação dos equipamentos para avaliar, tanto a disponibilidade, quanto as características dos produtos.

O motor então foi adquirido com base nas características necessárias para o projeto.

Recebido o motor, foram realizados testes no laboratório da escola em função de conhecer melhor sua tecnologia, funcionamento, regulação e necessidades antes de aplicá-lo ao protótipo em si. Para isto, identificou-se a necessidade de uma cremalheira e um pinhão para poder fazer a fusão do motor e a mecânica da cobertura, assim, com o movimento do motor, a cobertura irá abrir e fechar. As especificações do motor adquirido constam no tópico 2.2.4.

Figura 11 - Motor de passo adquirido



Fonte: Dos próprios autores, 2025.

Com o motor em mãos, deu-se início ao processo de estudo dos esquemas estruturais do equipamento, ou seja, onde seriam realizadas as ligações da engrenagem, o melhor local para os sensores e onde ficaria o Arduino.

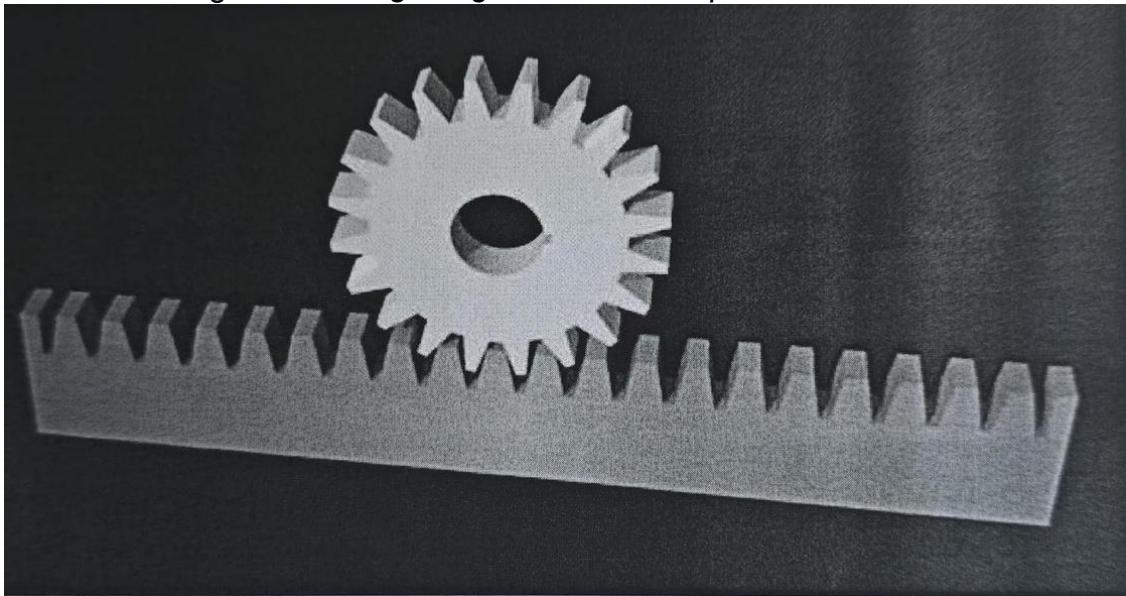
Antes da montagem do motor no equipamento, houve a necessidade de dimensionar o melhor local para colocar a cremalheira e o pinhão para que não houvesse contato com a cobertura durante o movimento abre e fecha. Essa engrenagem foi tratada com cuidado para que não ocorresse flambagem do mesmo com o passar do tempo de uso.

Através de contatos, conseguiu-se a título de doação, da engrenagem completa (pinhão e cremalheira) por colega de um dos integrantes do grupo.

Para a fixação da engrenagem, se usou parafusos que atravessaram a cremalheira, assim, fixando a mesma na cobertura sem atrapalhar o movimento do pinhão. Também foi fixado o pinhão à ponta do motor, assim fazendo o movimento da cobertura.

Após instalada a engrenagem, foi necessário acoplar ao projeto dois sensores de fim de curso, pois, quando o estado lógico do sensor LDR e do sensor chuva se alterarem, o motor entraria em rotação e permaneceria infinitamente. Com o sensor de fim de curso instalado em cada ponta da cremalheira, no momento em que o pião do motor entrar em contato com o sensor, o motor irá parar.

Figura 12 - *Engrenagem desenhada por AutoCAD*



Fonte: Dos próprios autores, 2025.

Figura 13 - Engrenagem e motor já instalados no telhado



Fonte: Dos próprios criadores, 2025.

Em paralelo, a toda esta preparação foi iniciada a elaboração a elaboração da parte computacional. Inicialmente fizemos a programação do Sensor LDR(sensor de luz) no Arduino e simulamos o esquema elétrico, após conferir seu funcionamento, montamos o circuito no protoboard, após conferir seu funcionamento, desenhamos o esquema elétrico no software Fritzing, para apresenta-lo organizado.

Figura 14 - Programação teste do sensor LDR no Arduino

```
const int sensor_ldr = 10;      // pino de leitura digital do sensor
const int rele = 4;            // pino de comando do modulo rele

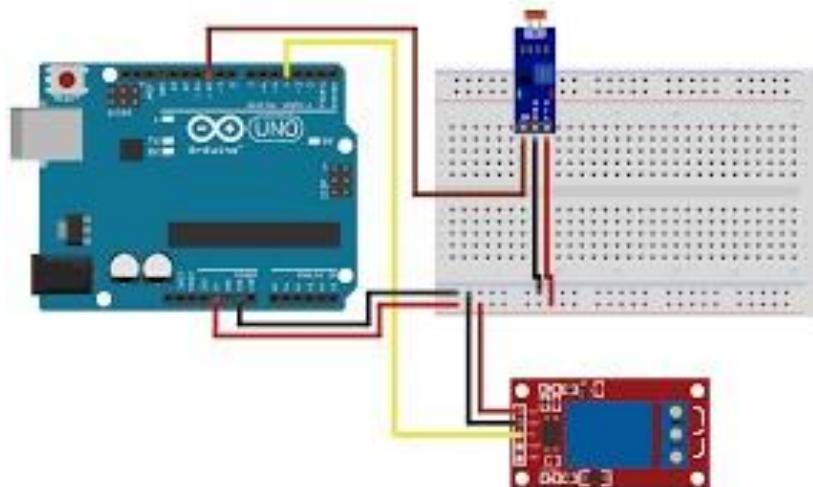
void setup() {
    // define o pino relativo ao rele de saida
    pinMode(rele, OUTPUT);
    // define o pino relativo ao sensor como entrada digital
    pinMode(sensor_ldr, INPUT);
}

void loop() {
    // lê o estado do sensor e armazena na variavel leitura
    int leitura = digitalRead(sensor_ldr);

    // verifica se há luz ambiente. Se não houver, aciona rele
    if (leitura == LOW) {
        // aciona rele (obs: este rele é acionado em nivel LOW)
        digitalWrite(rele, LOW);
    } else {
        // desliga rele
        digitalWrite(rele, HIGH);
    }
}
```

Fonte: Dos próprios autores, 2025.

Figura 15 - Esquema elétrico do Sensor LDR feito no Fritzing



Fonte: Dos próprios autores, 2025.

Após a calibragem e o funcionamento de 100% do Sensor LDR, passamos para o teste do Sensor de chuva. O processo foi praticamente o mesmo, começamos pela programação do Sensor no Arduino, e paralelamente simulamos o esquema elétrico fisicamente, após o funcionamento, desenhamos o circuito no software Fritzing para apresenta-lo.

Figura 16 - Programação teste do Sensor de chuva no Arduino

```
#define sensorPower 7
#define sensorPin 8

void setup() {
  pinMode(sensorPower, OUTPUT);
  digitalWrite(sensorPower, LOW);
  Serial.begin(9600);
}

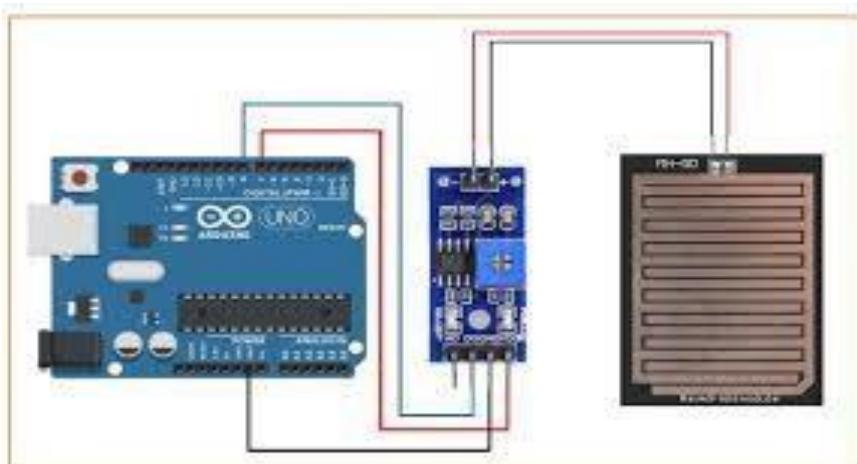
void loop() {
  int val = readSensor();
  Serial.print("Saída Digital:");
  Serial.println(val);

  if(val) {
    Serial.println("Status: Não está chovendo");
  } else {
    Serial.println("Status: Está chovendo");
  }
  delay(1000);
  Serial.println();
}

int readSensor(){
  digitalWrite(sensorPower, HIGH);
  delay(10);
  int val = digitalRead(sensorPin);
  digitalWrite(sensorPower, LOW);
  return val;
}
```

Fonte: Dos próprios autores, 2025.

Figura 17 - Esquema elétrico do Sensor de chuva feito no Fritzing



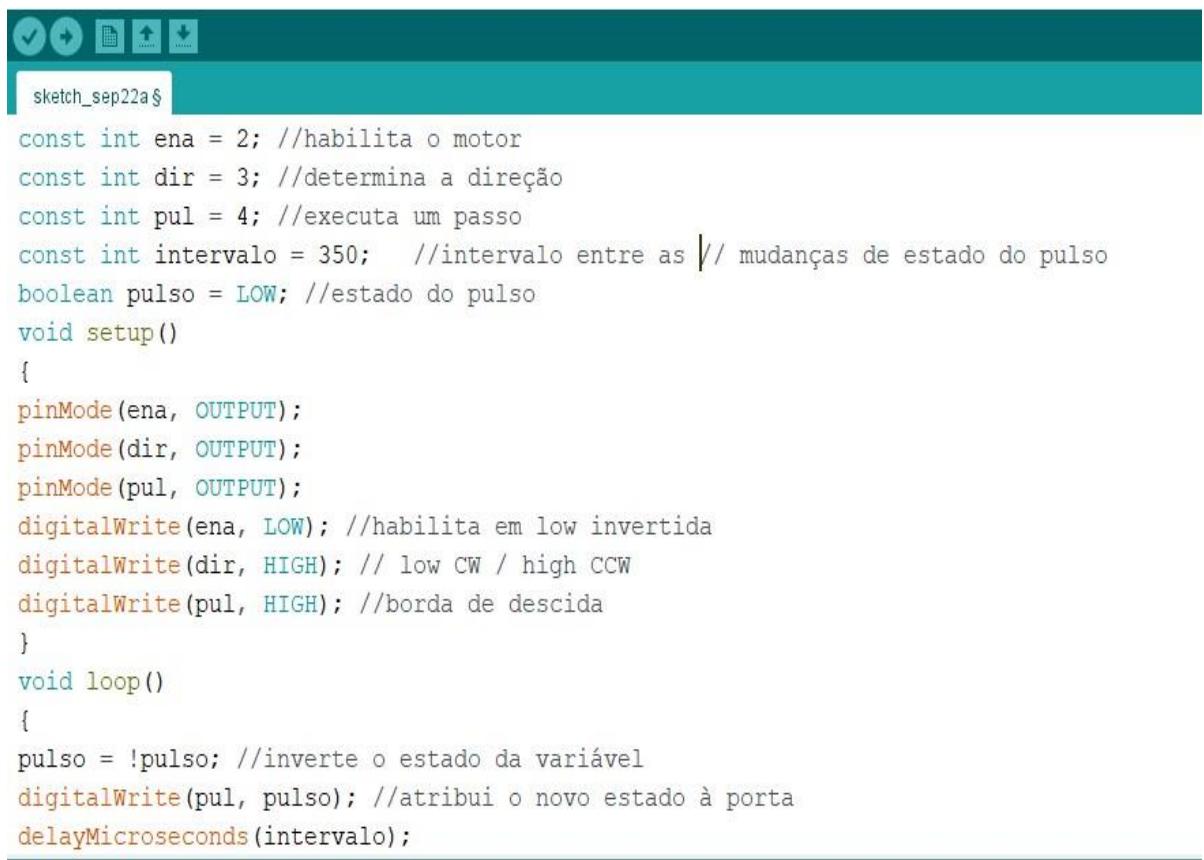
Fonte: Dos próprios autores, 2025.

Na terceira etapa, antes de fazer a ligação do motor, preferimos também fazer sua modelagem computacional para não correr riscos de queimá-lo, pois, os motores de passo são sensíveis, e podem queimar de uma maneira muito fácil.

Começamos com a programação dele no Arduino para seu movimento de 90° abrindo a cobertura, quando o Sensor de Chuva não estiver recebendo gotas de água e o Sensor LDR estiver recebendo luz, e também seu movimento para 0° novamente quando o Sensor de Chuva receber gotas d'água e o Sensor LDR não estiver recebendo luz, caso o Sensor de Chuva esteja recebendo gotas d'água e o Sensor LDR esteja recebendo luz, a cobertura também não abrirá, pois, simulará uma chuva, o nosso intuito é fechar a cobertura mesmo que aconteça o caso de chover durante o dia. Lembrando que a cobertura aberta estará em 90° e a cobertura fechada em 0°.

Após todo o processo de programação, pegamos o Desenho do circuito elétrico do motor.

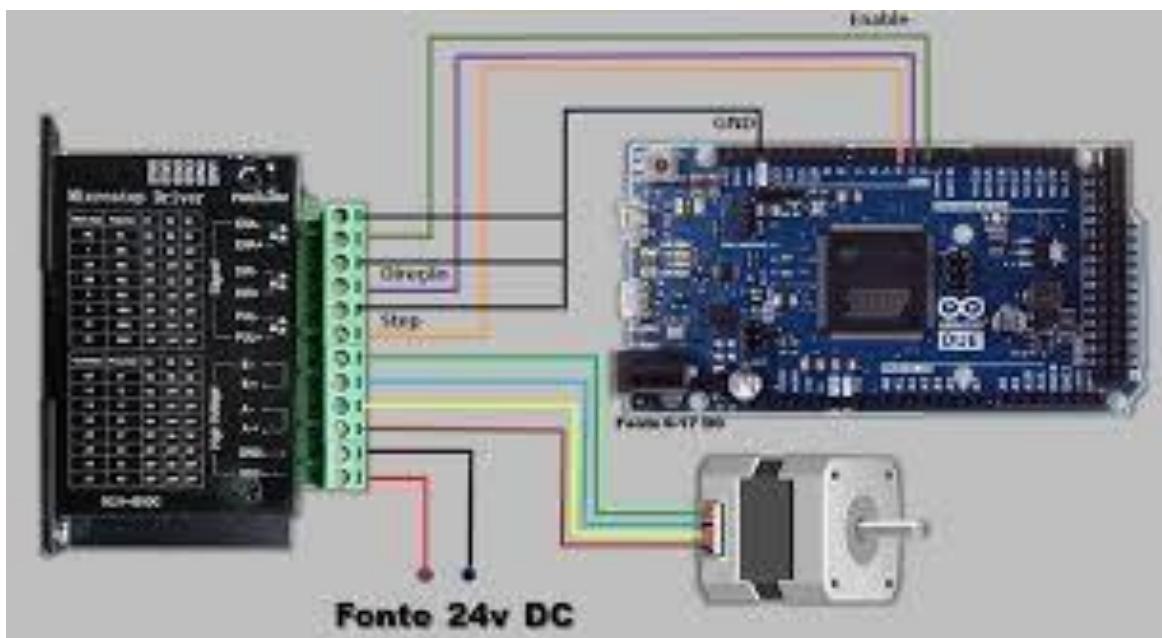
Figura 18 - Programação teste do Motor de Passo no Arduino



```
sketch_sep22a§
const int ena = 2; //habilita o motor
const int dir = 3; //determina a direção
const int pul = 4; //executa um passo
const int intervalo = 350; //intervalo entre as mudanças de estado do pulso
boolean pulso = LOW; //estado do pulso
void setup()
{
pinMode(ena, OUTPUT);
pinMode(dir, OUTPUT);
pinMode(pul, OUTPUT);
digitalWrite(ena, LOW); //habilita em low invertida
digitalWrite(dir, HIGH); // low CW / high CCW
digitalWrite(pul, HIGH); //borda de descida
}
void loop()
{
pulso = !pulso; //inverte o estado da variável
digitalWrite(pul, pulso); //atribui o novo estado à porta
delayMicroseconds(intervalo);
```

Fonte: Dos próprios autores, 2025.

Figura 19 - Esquema elétrico do motor



Fonte: Fernando k tecnologia, 2025

Programação finalizada

Figura 20 - Programação finalizada

```
//const int sensorchuva = 12;      //Pino digital sensor
de chuva
#define pinSensorA A0    //Pino analogico sensor de chuva
const int fimdecurso2 = 11;      //Pino fim de curso
const int fimdecurso = 10;      //pino fim de curso 2
const int sensor = 8;           //Pino sensor ldr
const int ena = 2;
const int dir = 3;
const int pul = 4;
const int intervalo = 300;

boolean pulso = LOW;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  //pinMode(sensorchuva, INPUT);    //Habilitando sensor
  de chuva
  pinMode(fimdecurso2, INPUT);    //Habilitando sensor
  fim de curso 2
  pinMode(fimdecurso, INPUT);    //Habilitando sensor
  fim de curso
  pinMode(sensor, INPUT);         //Habilitando sensor ldr
  pinMode(ena, OUTPUT);
  pinMode(dir, OUTPUT);
  pinMode(pul, OUTPUT);
  digitalWrite(ena, LOW);         //habilita em
  low invertida
  //digitalWrite(dir, HIGH);      //direção
  digitalWrite(pul, HIGH);        //borda de descida
}
void loop() {
  //int chuva = digitalRead(sensorchuva);
  int fim = digitalRead(fimdecurso);
  int fim2 = digitalRead(fimdecurso2);
```

```

int luz = digitalRead(sensor);
// Serial.println("intensidade=");
if( (analogRead (pinSensorA) < 400)) {
    digitalWrite(dir, LOW);
    pulso = !pulso;
    digitalWrite(pul, pulso);
    delayMicroseconds(intervalo);
}
if(luz == LOW & (analogRead (pinSensorA) > 700)) {
// Serial.println("LIGADO");
    digitalWrite(dir, HIGH);
    pulso = !pulso;
    digitalWrite(pul, pulso);
    delayMicroseconds(intervalo);

    if(fim == LOW)

        Serial.println( "fim de curso");
        digitalWrite(pul,LOW);
    }
if (luz == HIGH) {
    digitalWrite(dir, LOW);
    pulso = !pulso;
    digitalWrite(pul, pulso);
    delayMicroseconds(intervalo);

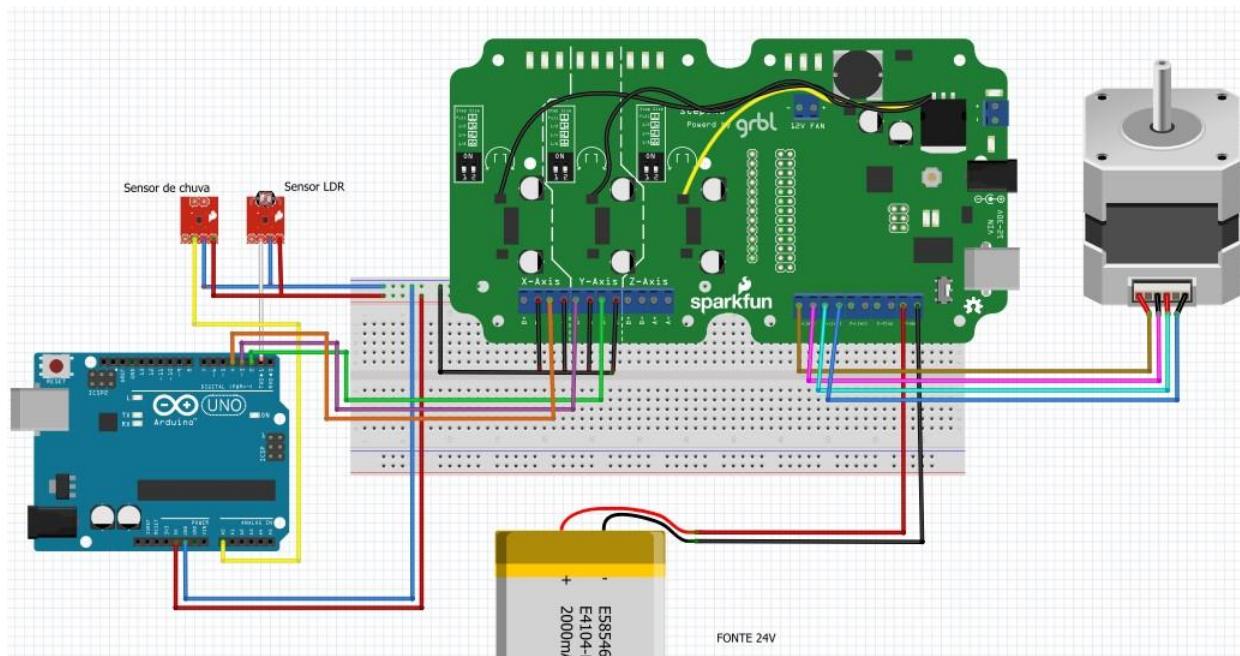
    if(fim2 == LOW)

        Serial.println( "fim de curso");
        digitalWrite(pul,LOW);
}
}

```

Fonte: Dos próprios criadores, 2025.

Figura 21 - Esquema elétrico finalizado no fritzing



Fonte: Dos próprios autores, 2025.

3.2 Testes e resultados

Os testes foram feitos por cada integrante do grupo. Começamos a realizar os testes com a parte de programação do Arduino realizando o ensaio para conferir se os seus pinos estavam funcionando corretamente. Logo após de realizarmos esta parte, analisamos os sensores de chuva e o sensor de luz (LDR) e, logo após o LCD, para averiguarmos se todos os componentes estavam funcionando corretamente.

Fizemos uma pesquisa sobre motores de passo para sabermos o torque e o peso necessário para mover os telhados da cobertura. Com isso o motor que foi necessário para mover a cobertura o motor de passo NEMA 23. Para o motor girar usamos uma cremalheira sob a estrutura da cobertura e um pinhão encaixado na ponta do motor.

Os resultados foram positivos, todos os componentes utilizados funcionaram corretamente, como já era de se esperar. Outra parte que foi testada e executada com sucesso foi à parte do esquema elétrico, usando um protoboard e simulador.

Esta tabela corresponde à montagem do trabalho com notas de 0 a 5 de cada integrante do grupo.

Tabela 3 - *Notas por etapas de cada integrante do grupo de 0 a 5.*

Integrante	Agnaldo	Carlos	Fabio	Gustavo
ETAPAS				
Montagem	5	5	5	5
Estrutural	5	5	5	4
Programação	4	4	4	5
Circuito Elétrico	5	5	4	5

Fonte: Dos próprios autores, 2025.

Com o protótipo finalizado e testado, foi realizado um balanço comparativo entre os ideais anteriores ao desenvolvimento prático do protótipo e com o equipamento em questão, funcionando. A avaliação se mostrou positiva, além das expectativas do grupo, porém houve a identificação de pontos com potencial de melhoria para aprimorar o equipamento, que poderá ser utilizado em trabalhos futuros.

3.3 Sugestões de melhorias

Alguns pontos a ser melhorados foram identificados durante os testes e avaliações, porém, não foram aplicadas as melhorias a este trabalho por não se tratar de um produto para comercialização e sim de um protótipo didático. Foram eles:

Custo de projeto – pois a principal parte do projeto foi doada, a estrutura, caso não estivéssemos o patrocínio da Verssol para estrutura, o gasto seria consideravelmente elevado, no caso de numa aplicação em maior escala, estes custos deveriam ser repensados para assim, ser acessível a todos.

- **Outro modo de controle e acionamento** – seria possível utilizar o acionamento manual caso o indivíduo não queira desfrutar de sua total

automação, este, seria feito pela multiplicação de força por engrenagens e reduções.

- **Utilização de mais equipamentos controladores** – aplicação de controladores com tecnologia Bluetooth ou via wireless para integração do equipamento ao celular, por exemplo.
- **Sugestão externa** – submeter o equipamento a avaliação externa de profissionais envolvidos ao processo é de fundamental importância para que eles possam sugerir melhorias e apontar pontos críticos, que podem fazer o equipamento não ser bem aceito pelo consumidor final.
- **Um sistema que entre em ação caso ocorra falta de energia** – durante a fase de testes, foi levantada a hipótese de uma eventual falta de energia na residência, logo, a cobertura não responderia a qualquer um dos acionamentos automáticos. Diante do exposto, o ideal seria utilizar um nobreak.

O que é no-break?

Fonte de alimentação ininterrupta, também conhecida pelo acrônimo UPS (sigla em inglês de uninterruptible power supply) ou no-break no Brasil, é um sistema de alimentação secundário de energia elétrica que entra em ação, alimentando os dispositivos a ele ligados, quando há interrupção no fornecimento de energia primária.

Um UPS, popularmente conhecido como no-break, é empregado em aparelhos eletrônicos, como computadores. Sua alimentação é provida por uma bateria, que fica sendo carregada enquanto a rede elétrica está funcionando corretamente. Essa bateria possui uma autonomia em geral não muito grande (algo entre 10 e 15 minutos, dependendo da quantidade de equipamentos utilizados e do modelo), tempo suficiente, no entanto para salvar os dados ou aguardar o início da operação de gerador. Quanto mais equipamentos conectados ao no-break, menos autonomia ele terá, pois estará consumindo mais carga que o necessário. (Autonomia é o tempo que a bateria da fonte consegue

fornecer energia para o computador depois de um corte de fornecimento através da rede elétrica.)

Figura 22 - No-break



Fonte: Blog Intelbras, 2025.

O nobreak, além de proteger os aparelhos em casos de quedas energia, serve para conter:

- Sobtensão ou sobretensão na rede elétrica;
- Sobrecarga;
- Descarga das baterias;
- Curto circuito nas saídas;
- Picos de tensão;
- Também fornece uma energia lima e ininterrupta

4.0 METODOLOGIA

Para apresentação da metodologia optou-se pela divisão em tópicos, de forma que ficasse mais fácil a compreensão de todo o processo de criação, desenvolvimento e elaboração do projeto. Cada etapa será descrita de forma a detalhar o máximo possível todos os passos tomados na elaboração deste trabalho.

4.1 Formação do grupo e escolha do tema

O grupo para desenvolvimento do trabalho de conclusão de curso veio com uma formação pré-definida ao longo do período de estudos. Buscou-se aliar perfis distintos entre os integrantes para que o trabalho pudesse ter um maior valor agregado em sua conclusão mediante cada habilidade individual. As discussões sobre qual assunto iria ser tratado se iniciaram desde então, com o surgimento de diversos temas. Com o passar das discussões e debates, o grupo optou por reduzir a três, todas as ideias.

A escolha do tema se deu por este ser um projeto inovador e pelo tamanho do desafio que estava sendo proposto ao grupo. Sua origem se deu através de uma reunião onde, inicialmente faríamos uma janela automatizada, porém, o professor orientador nos auxiliou a realizar outro projeto. Então, o grupo entrou em um comum acordo e projetou a cobertura, inicialmente com aletas de ar condicionado. Futuramente com a pesquisa de campo descobrimos que há uma empresa especializada em coberturas, entramos em contato com a mesma e ela nos forneceu um pequeno protótipo como patrocínio.

Para o nome, foram feitas pesquisas cuja função era analisar qual seria o mais usual e de fácil pronúncia, definindo-se: Cobertura Automatizada.

4.2 Definição dos objetivos do trabalho

A princípio, empiricamente, foi discutido entre os membros do grupo o que poderia ser construído para que fosse possível pôr em prática as ideias discutidas. Foi debatida a necessidade de misturar técnicas de várias áreas como mecânica e eletroeletrônica.

Logo, surgiram as primeiras dificuldades uma vez que as ideias debatidas não eram completas e sempre havia algum ponto crítico em toda situação que era proposta. Para tirar as ideias do papel, determinou-se então a busca de bases e referências para que fosse possível delinear todas reais necessidades e exigências deste aparelho.

4.3 Pesquisas preliminares

Optou-se por uma pesquisa preliminar de como seria o equipamento, como funcionaria e quais componentes poderiam ser utilizados. Encontrou-se então, em uma destas pesquisas, um vídeo demonstrativo de equipamentos de cobertura similares ao proposto neste trabalho. A partir deste ponto, pôde-se ter uma visão mais clara de que o equipamento que estava sendo proposto era viável.

4.4 Desenvolvimento teórico

A partir dos resultados obtidos nas etapas anteriores, foram determinados os mecanismos de pesquisa que seriam fundamentais para o desenvolvimento do trabalho: pesquisa bibliográfica e desenvolvimento prático na montagem do protótipo.

No que diz respeito a área de tecnologia, os subtemas foram escolhidos em função de cada parte do protótipo, para que o grupo pudesse delinear quais as maneiras de projetar este dispositivo como partes mecânica, elétrica, automática e comando.

O desenvolvimento prático do protótipo teve a função de unir os resultados obtidos nas pesquisas de campo e nas pesquisas bibliográficas de forma que fosse possível a montagem do equipamento em si.

4.5 Idealização do protótipo

Com relação a aplicabilidade ou versatilidade, foi possível desenvolver um equipamento adaptável e prático de modo a ser instalado em qualquer local. O protótipo irá sofrer variação de tamanho e quantidade de telhas de acordo com cada projeto, logo, foi possível garantir uma versatilidade e eficiência diante de um ambiente tão variável.

Após a análise e comparação de todas as pesquisas, o grupo definiu preliminarmente o protótipo da seguinte forma: acionado através de dois tipos de sensores, um sensor de luz e um de chuva, que ao serem acionados enviam um sinal para o motor, fazendo assim, com que a cobertura se movimente.

Com base nessas premissas e idealizações, iniciou-se então a montagem do equipamento.

4.6 Desenvolvimento e montagem

Inicialmente, o grupo utilizou de um software para testes preliminares, fazendo assim, com que todo o circuito seja simulado antes de ser acoplado no protótipo. Além do software, também foi utilizada a ajuda de professores da escola.

Partindo para a parte construtiva do protótipo, foram idealizadas as conexões e fixações dos motores e sensores para que tudo fique bem protegido e esteticamente bonito, sempre visando segurança e estética do projeto.

Em função das exigências do protótipo, foi escolhido o motor de passo NEMA 23, pois este foi inserido dentro do próprio para que seja efetuado seu movimento. Evitou-se assim, necessidade de dimensionamento de peças acopladas ao motor para acionamento mecânico, gastos extras com essas peças e assegurou-se a segurança do equipamento.

Em relação ao sistema automação e controle, foi cogitada a utilização de um CLP (Controlador Lógico Programável) por se tratar de um hardware largamente utilizado na indústria devido sua precisão e confiabilidade, porém o desenvolvimento do trabalho demonstrou não ser necessária tal tecnologia. No lugar deste, foi usado um Arduino.

Na parte elétrica, comando e de potência foram utilizados sensores convencionais para automação, dispostos em um compartimento de fácil acesso aos operadores.

Com o objetivo e limitações em mente, com peças mecânicas e eletrônicas acabadas, começou então a montagem do protótipo. Naturalmente apareceram as dificuldades e contratemplos na hora da montagem, portanto, foi considerado e previsto uma utilização de tempo extra e de um plano alternativo quanto a estrutura física e de comando. Houve alguns impasses pontuais quanto a encaixes mecânicos e configuração de programação devido à pouca prática dos integrantes com esta frente de serviço, mas não chegaram a comprometer as peças e as aplicações da ideia original.

4.7 Testes práticos

Um membro do grupo se incumbiu de realizar os testes com a estrutura, já que este nunca havia sido testado antes. Após vários testes, foi possível ter um direcionamento melhor quanto a necessidades de ajustes.

Com o equipamento montado, os testes foram registrados e apresentados para professores para saber se o resultado final era realmente satisfatório. A partir da avaliação de todos os envolvidos e de inúmeros debates e discussões, ajustes foram feitos e o projeto enfim se tornou real e pode atingir o objetivo a que se propôs inicialmente.

Conclusão

O desenvolvimento do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) saiu mais do que esperávamos, tivemos uma grande aprendizagem não só dos nossos conhecimentos sobre o curso de Automação Industrial, mas também de como trabalharmos em equipe e pôr nossa sabedoria na área em prática no nosso projeto.

O resultado atingido foi avaliado como satisfatório tendo em vista que foi cumprida grande parte dos objetivos inicialmente propostos, além de promover as melhorias mencionadas nas justificativas deste trabalho.

A realização do protótipo da cobertura automatizada foi trazida para a mais realidade possível, fazendo as melhorias necessárias com os sensores, porém, para uma venda no mercado terá de serem em maior proporção todos os componentes utilizados, havendo um maior valor financeiro.

Quanto ao seu valor de custo total do trabalho foi muito bem controlado, tendo em vista uma questão de custo x benefício foi muito boa. Pois do ponto de vista de todos os integrantes do grupo o trabalho saiu muito bem realizado com grandes benefícios e poucos gastos. Analisando todas as funcionalidades, a cobertura atende a sua principal função que é dar um melhor conforto, lazer e a funcionalidade de abrir e fechar conforme o clima e por opção do usuário quando quiser utilizá-la.

A sugestão é que seja incentivada esta interdisciplinaridade não só entre as áreas envolvidas neste estudo, porém, em todas elas, quaisquer que sejam suas combinações, pois através de estudos, pesquisas e dedicação é que se pode contribuir para um desenvolvimento econômico e social, melhorando a qualidade de vida das pessoas envolvidas e consequentemente, alavancar o desenvolvimento do país.

REFERÊNCIAS

Dados **introdução.**

Disponível em:

<https://www.grupoprotec.com.br/blog/categorias/artigos/coberturaautomatica-tudo-o-que-voce-precisa-saber-sobre-essa-solucao-pratica-eversatil>

Acesso em: 01/12/2025

CITAÇÃO. DIGICOM, 2025. Disponível em:

<https://www.digicomweb.com.br/tag/coberturas-retrateis.html>

Acesso: 20/11/2025

TELHADO BASCULANTE. Disponível em:

<https://www.verssol.com.br/produto/telhado-basculante/50>

Acesso: 20/11/2025 **ARDUINO.** Disponível em:

<https://www.opservices.com.br/o-que-e-arduino/>

Acesso: 01/12/2025 **SHIELD.** Disponível em:

<https://www.curtocircuito.com.br/arduino/shield-arduino>

Acesso em: 01/12/2025 **LDR.**

Disponível em:

<https://www.blogdarobotica.com/2020/09/29/utilizando-o-sensor-de-luminosidade-ldr-no-arduino/>

Acesso em: 01/12/2025 **Sensor**

de chuva. Disponível em:

<https://www.blogdarobotica.com/2024/02/23/como-utilizar-o-sensor-de-chuva-com-arduino/>

Acesso em: 01/12/2025

Sensor fim de curso. Disponível em:

<https://www.roboliv.re/conteudo/sensor-de-fim-de-curso>

Acesso em: 17/11/2025 **LCD.**

Disponível em:

<https://www.significados.com.br/lcd/>

Acesso em: 01/12/2025 **Motor**

de passo. Disponível em:

<https://www.kalatec.com.br/motor-de-passo-nema-23/>

Acesso em: 01/12/2025

Fritzing. Disponível em:

[Https://en.wikipedia.org/wiki/fritzing](https://en.wikipedia.org/wiki/Fritzing)

Acesso em: 01/12/2025

ANEXO I - DOCUMENTOS DO PROJETO

Custos do projeto

Item	Foto	Quantidade	Preço
Arduino Uno		1X	\$40,00
Sensor Ldr		1X	\$20,00
Sensor de chuva		1X	\$20,00
Protoboard		1X	\$17,00
Conectores banana		1X	\$15,00
Driver TB6600		1X	\$58,00
Motor NEMA 23		1X	\$167,00
Protótipo		1X	\$0,00
Fonte chavadeada		1X	\$34,00
Suporte Motor		1X	\$27,00
Custo peças			\$421,00
Mão de obra		4X	\$100,00

CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

ANEXO II CRONOGRAMA DO PROJETO

TAREFAS	INÍCIO EM MARÇO				DESENVOLVIMENTO				CONCLUSÃO DO TCC						
	M	T	W	TH	F	M	T	W	TH	F	M	T	W	TH	F
Formação do grupo															
Definição do tema															
Orçamento dos componentes															
Compra dos componentes															
Montagem do protótipo															
Montagem do esquema elétrico															
Montagem da parte mecânica															
Testes de funcionamento															
Ajustes															
Finalizando															
Apresentação															