

ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL FREDERICO GUILHERME SCHMIDT

TÉCNICO EM ELETROMECAÂNICA

PROJETO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO TÉCNICO



DVTP - DESEMBAÇADOR DE VIDRO PARA TRANSPORTE PÚBLICO

GABRIEL COELHO

GABRIEL VIEIRA

SÃO LEOPOLDO

2025

GABRIEL COELHO

GABRIEL VIEIRA

DVTP - DESEMBAÇADOR DE VIDRO PARA TRANSPORTE PÚBLICO

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso Técnico apresentado ao Curso de Eletromecânica da Escola Técnica Estadual Frederico Guilherme Schmidt como requisito para aprovação nas disciplinas do curso sob orientação do professor Maury Carvalho e coorientação da professora Cristiana Martinez.

SÃO LEOPOLDO

2025

RESUMO

O transporte público rodoviário é um dos meios mais utilizados pela população urbana, tendo uma importância significativa no cotidiano socioeconômico de uma cidade, sabendo disso, foi analisado em ônibus de linha no município de São Leopoldo - RS, a falta de um dispositivo de segurança, nesse caso, o desembaçador de vidro. Nesse contexto, a implementação de um dispositivo capaz de desembaçar o para-brisa do veículo se faz necessária. Ao avaliar modelos de desembaçadores convencionais, foi visto que os desembaçadores funcionam a partir do ar condicionado presente no veículo, o que traz um custo grande para a implementação do dispositivo. A partir disso, um modelo mais barato foi buscado, onde a alternativa de um botão de comando no console do motorista que ative o circuito de Peltier em complemento de dois coolers 12V ligados na bateria do veículo, onde formam ar frio e ar quente em suas polaridades inversas, que serão direcionados ao para-brisa, sendo um dispositivo selecionável de acordo com a preferência e necessidade através de dois registros hidráulicos nas passagens de ar, foi tido como um modelo eficiente, viável e econômico. Para alcançar tal conclusão, pesquisas bibliográficas referentes aos âmbitos técnicos de funcionamento dos dispositivos e componentes, além de análises de dados relativos às influências das condições adversas de clima no trânsito e a segurança do transporte público rodoviário, foram realizadas. Diante disso, o projeto visa alcançar os objetivos colocados, onde os resultados esperados se baseiam na implementação do Dispositivo Desembaçador de Vidro para Transporte Público (DVTP), onde atenda os requisitos técnicos e socioeconômicos previstos.

Palavras-chave: transporte público; pastilha Peltier; segurança.

ABSTRACT

Public road transportation is one of the most widely used modes of transportation by the urban population, playing a significant role in the socioeconomic life of a city. Knowing this, a study of buses operating in the municipality of São Leopoldo, RS, analyzed the lack of a safety device—in this case, a window defroster. In this context, the implementation of a device capable of defogging the vehicle's windshield became necessary. When evaluating conventional defroster models, it was found that they operate using the vehicle's air conditioning, which entails significant implementation costs. Therefore, a cheaper model was sought. A control button on the driver's console activates the Peltier circuit, complementing two 12V coolers connected to the vehicle's battery, generating cold and hot air in reverse polarity, which are directed to the windshield. This device is selectable according to preference and need through two hydraulic valves in the air passages. This was deemed an efficient, viable, and economical model. To reach this conclusion, bibliographical research was conducted on the technical aspects of the devices and components, as well as data analysis on the influence of adverse weather conditions on traffic and public road transport safety. Therefore, the project aims to achieve the stated objectives, with the expected results based on the implementation of the Public Transport Window Defogger (PVDT) that meets the expected technical and socioeconomic requirements.

Keywords: public transport; Peltier tablet; security.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Esquema de uma pastilha Peltier

Figura 2 – Pastilha Peltier

Figura 3 – Ventoinha 12V

Figura 4 – Dissipador

Figura 5 – Fonte de alimentação

Figura 6 – Botão de comando

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estado da arte

Tabela 2 – Cronograma 2025

Tabela 3 – Valores referentes ao protótipo

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CLT – Consolidação das Leis de Trabalho

COP – Coeficiente de Desempenho

DVTP – Desembaçador de Vidro para Transporte Público

NR – Normas Regulamentadoras

s.d. – sem data

LISTA DE SÍMBOLOS

°C – graus Celsius

V – Volts

A – ampere

W – watt

R\$ – Reais

m - metro

SUMÁRIO

9

1 INTRODUÇÃO

1.1 TEMA E SUA DELIMITAÇÃO

1.2 PROBLEMA

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

1.3.2 Objetivos Específicos

2 ESTADO DA ARTE

2.1 DESEMBAÇADOR DE PARA-BRISA AUTOMÁTICO

2.2 REFRIGERAÇÃO UTILIZANDO PASTILHAS DE EFEITO PELTIER

2.3 ESTUDO EXPERIMENTAL DE SISTEMA CLIMATIZADOR AUTOMOTIVO
OPERANDO COMO AR CONDICIONADO E BOMBA DE CALOR

2.4 DESEMBAÇADOR DE VIDRO PARA TRANSPORTE PÚBLICO

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 FORMAÇÃO DO EMBAÇAMENTO

3.2 CONSEQUÊNCIAS DO EMBAÇAMENTO DOS VIDROS

3.3 PASTILHA PELTIER

3.4 COOLER OU VENTONHA 12 V

3.5 DISSIPADOR DE CALOR

3.6 FONTE DE ALIMENTAÇÃO

3.7 BOTÃO DE COMANDO

3.8 REGISTRO HIDRÁULICO

4 METODOLOGIA

4.1 TIPO DE PESQUISA

4.2 FUNÇÃO DOS COMPONENTES

4.2.1 Pastilha Peltier

4.2.2 Cooler

4.2.5 Botão de comando

4.3.1 Legenda do Esquema Elétrico

5 CRONOGRAMA

6 RECURSOS

7 RESULTADOS

REFERÊNCIAS

1 INTRODUÇÃO

O transporte público rodoviário urbano é de fato um instrumento muito necessário e importante para a população de cidades urbanas. Sem ele, o transporte de pessoas no dia a dia seria inviável para muitos, pois é um transporte barato e eficiente dentro de sua proposta, porém, dentro disso, há pontos em que prejudicam e comprometem a qualidade do transporte público, desde a experiência de conforto e acessibilidade dos passageiros e motorista, mas principalmente a segurança dos mesmos.

De acordo com isso, um dos elementos que se tornam um empecilho com risco muito grande é o embaçamento dos vidros do ônibus, onde, principalmente nos dias de chuva, neblina ou frio, a temperatura no interior do ônibus é maior do que a de fora, nisso, as moléculas de água que se encontram vaporizadas no interior do ônibus são condensadas no vidro em razão da diferença de temperatura existente.

Como consequência, as superfícies translúcidas de vidro não permitem que o motorista tenha uma visão coerente do que há na sua frente, tendo uma visão parcial. Este fato põe em risco a segurança das pessoas que estão dentro do transporte público, como também no trânsito em geral.

Diante desse risco, observou-se que em sua grande maioria, os ônibus de linha não possuem dispositivo para desembaçar vidro, onde em dias que são necessários desobstruir-lo, tende ser feito de forma manual e ineficiente, o que torna a demorar e atrasar o trabalho do motorista, prejudicando os passageiros.

O projeto Desembaçador de Vidro para Transporte Público (DVTP) soluciona esse problema, utilizando-se de um dispositivo eficiente e barato que é capaz de produzir ar frio e ar quente, por meio de um sistema com componentes adequados para determinada tarefa, sendo acionado com regulagem e rapidez, pressionando um botão que fica disposto no console do motorista, região de fácil acesso para que o funcionamento seja ágil.

1.1 TEMA E SUA DELIMITAÇÃO

Um dispositivo que tem como objetivo desembaçar o vidro de veículos de transportes públicos por meio de ar frio ou ar quente.

1.2 PROBLEMA

É possível desenvolver um desembaçador para vidro em veículos de transporte público que seja acessível e eficiente?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Desenvolver um desembaçador de vidro para veículos de transporte público através de ar frio ou ar quente que seja acessível financeiramente e prático no modo de utilizar.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Utilizar circuito de peltier e coolers para o funcionamento do desembaçador.
- Fazer com que o sopro de ar seja eficiente contra a umidade no vidro.
- Acionar o dispositivo a partir de um único botão de acionamento automático.
- Acoplar o dispositivo na região do console do motorista, onde seja direcionado ao para-brisa.

1.4 JUSTIFICATIVA

O dispositivo a ser desenvolvido traz consigo impactos de grande relevância para a área aplicada, buscando apresentar um desembaçador de vidro eficiente e de baixo custo, disposto a rede de transporte público de ônibus da região.

O projeto oferece impacto na segurança, o desembaçador é crucial para garantir a visibilidade adequada do motorista em condições climáticas adversas, como chuva, neblina e frio. O dispositivo pode reduzir significativamente o risco de

acidentes, melhorando a segurança não apenas dos passageiros, mas de todos os usuários das vias por onde os ônibus circulam.

O tempo gasto pelo motorista para lidar com o embaçamento dos vidros pode impactar a eficiência operacional do serviço de transporte. O desembaçador ajuda a minimizar interrupções e atrasos decorrentes do problema, o que traria uma melhora significativa na qualidade do serviço prestado à população. Além de melhorar a imagem da empresa de transporte, ao indicar preocupação com a qualidade de seu serviço e compromisso com os cidadãos.

2 ESTADO DA ARTE

As pesquisas foram realizadas a partir de trabalhos relacionados ao projeto desembaçador de vidro, sendo utilizados para fundamentar e esclarecer o funcionamento técnico dos componentes através de outras ideias semelhantes.

Tabela 1: Estado da arte

Pesquisa	Autoria	Ano de publicação
Desembaçador de para-brisa automático	Leonardo SILVA Matheus ALMEIDA	2021
Refrigeração utilizando pastilhas de efeito Peltier	Jainne F. S. Fernandes Alailson de Freitas Braz Ludmila S. X. Machado Edfranklin Pimentel Aécio Amorim Farias Antonio Siqueira Campos	2010
Estudo experimental de sistema climatizador automotivo operando como ar condicionado e bomba de calor	MW Tristão FP Lanes FM Roballo Ferreira	2015

Fonte: os autores (2024)

2.1 DESEMBAÇADOR DE PARA-BRISA AUTOMÁTICO

Os avanços da tecnologia estão cada vez mais presentes no cotidiano facilitando a vida de muitos. Novos produtos trazem facilidade na hora dos condutores dirigirem seus veículos e conforto para os seus ocupantes. Cada vez mais consumidores procuram veículos mais modernos e com novas tecnologias, e para atender essa demanda as empresas automobilísticas estão investindo no setor tecnológico. Nesse contexto, o sistema desembaçador de para-brisas automático objeto do projeto de pesquisa visa atender a comodidade e ao conforto dos

passageiros, além de evitar distração do condutor do veículo com o embaçamento do para-brisa em dias com baixas temperaturas. Seu funcionamento é bem simples. Trata-se de um sistema com sensores e um módulo eletrônico de análise e controle que monitora continuamente a temperatura e umidade no interior do veículo. ao detectar uma condição na qual possa ocorrer o embaçamento do para-brisa o módulo aciona automaticamente o ar-condicionado do veículo ou o ar quente, caso esse não possua o ar-condicionado. O sistema continua o monitoramento da temperatura e umidade e desliga o ar-condicionado ou ar quente quando as condições para embaçamento não estiverem mais presentes.

2.2 REFRIGERAÇÃO UTILIZANDO PASTILHAS DE EFEITO PELTIER

Este trabalho aborda conceitos envolvidos na fabricação e funcionamento desses dispositivos tais como: histórico do efeito Peltier e desenvolvimento de placas de efeito Peltier. É feito um estudo de eficiência da refrigeração de água utilizando uma placa de efeito Peltier existente no Campus Natal – Zona Norte. Para isso, é implementada uma estrutura de refrigeração de água e são feitas medições para determinar a eficiência do sistema. Por fim, são apresentadas conclusões sobre o estudo desenvolvido.

2.3 ESTUDO EXPERIMENTAL DE SISTEMA CLIMATIZADOR AUTOMOTIVO OPERANDO COMO AR CONDICIONADO E BOMBA DE CALOR

O aquecimento de cabines em veículos convencionais utiliza o calor rejeitado pelo motor de combustão interna, mas esse processo é lento em temperaturas severas devido ao tempo necessário para a abertura da válvula termostática. Em veículos elétricos, que não têm calor rejeitado do motor, o aquecimento da cabine pode ser realizado mais eficientemente por meio de bombas de calor elétricas com COP superior a 1, ao contrário dos aquecedores elétricos com COP unitário. Essas bombas de calor automotivas funcionam alterando a utilização dos trocadores de calor: o trocador interno é usado como condensador e o externo como evaporador. Estudos, como o de Torregrossa et al. (2013), desenvolveram ferramentas de simulação para otimizar sistemas de climatização em veículos elétricos, incluindo simulações de aquecimento a partir de 0°C.

2.4 DESEMBAÇADOR DE VIDRO PARA TRANSPORTE PÚBLICO

O presente projeto tem como diferencial em relação aos estudos e projetos citados acima o baixo custo de produção de seus componentes e protótipo, tendo um funcionamento simples e direcionado para um alvo específico, que se apresenta como transporte público rodoviário.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 FORMAÇÃO DO EMBAÇAMENTO

De acordo com Helier (s.d.), existem diversos fatores que influenciam na formação do embaçamento de vidros e para-brisas, dentre eles estão:

- Umidade: O ar quente contém mais umidade comparado ao ar frio. Assim, quando o ar quente entra em contato com o vidro do veículo, a umidade presente se condensa e se transforma em pequenas gotas de água.
- Frio ou tempo chuvoso: Em dias chuvosos ou frios, a chance de os vidros embaçarem é maior. Isso acontece devido à elevada umidade do lado de fora e à acentuada diferença de temperatura entre o interior e o exterior do veículo.
- Materiais úmidos dentro do veículo: Itens molhados ou úmidos, como roupas ou tapetes, podem elevar a umidade dentro do veículo, contribuindo para que os vidros fiquem embaçados. Este quesito é consoante com o ambiente do transporte público, tendo em vista que, em dias chuvosos, os cidadãos tendem a encontrar-se com as roupas e itens pessoais molhados ou úmidos, e isso combinado com a falta de ventilação devido ao frio e chuva, são determinantes para o embaçamento dos vidros.

3.2 CONSEQUÊNCIAS DO EMBAÇAMENTO DOS VIDROS

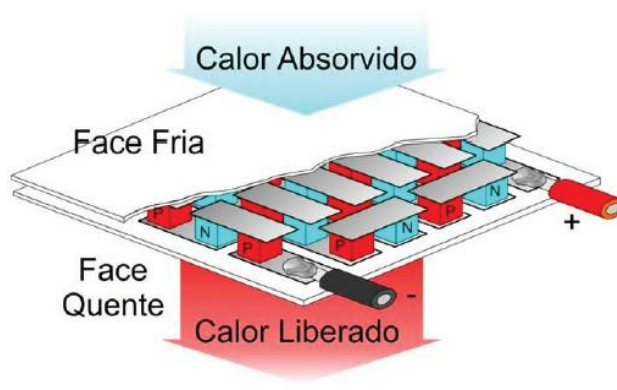
O fator causal primário e principal dos vidros e parabrisas embaçados é a baixa visibilidade dos motoristas que estão trafegando pelas ruas e estradas no meio urbano, tendo esse aspecto como fundamental para a falta de segurança na condução do veículo, colocando a vida dos motoristas e passageiros em risco. Segundo Psique Treinamentos (2024):

De acordo com dados da Polícia Rodoviária Federal (PRF), as condições climáticas adversas elevam o risco de acidentes em até 30%. Além disso, pesquisas recentes indicam que acidentes relacionados à chuva intensa contribuem significativamente para as estatísticas de colisões e incidentes, principalmente em estradas.

3.3 PASTILHA PELTIER

De acordo com TP Silva (2021), a pastilha Peltier, também conhecida como módulo Peltier, é um dispositivo eletrônico que utiliza o efeito Peltier para criar uma diferença de temperatura entre suas duas faces. Quando uma corrente elétrica passa através do módulo, uma das faces se aquece e a outra esfria. Esse efeito é usado para aplicações de resfriamento e aquecimento em dispositivos eletrônicos.

Figura 1: Esquema de uma pastilha Peltier



Fonte: EasyTrom Labs (2017)

Figura 2: Pastilha Peltier



Fonte: HU Infinito (2024)

3.4 COOLER OU VENTONHA 12 V

Um *cooler* ou ventoinha é um sistema de refrigeração utilizado em vários tipos de hardware eletrônico para prevenir o excesso de calor produzido por esses componentes. Seu propósito é manter a temperatura dos dispositivos dentro de limites seguros, evitando o superaquecimento que pode comprometer o desempenho e a durabilidade dos equipamentos.

Figura 3: Ventoinha 12 V



Fonte: TechTudo (s.d.)

3.5 DISSIPADOR DE CALOR

O dissipador de calor ou dissipador térmico é um componente trocador de calor passivo, onde transfere o calor gerado por um dispositivo mecânico ou eletrônico, é dissipado para longe do dispositivo, mantendo a temperatura devidamente regulada.

Figura 4: Dissipador



Fonte: Nova Eletrônica (s.d.)

3.6 FONTE DE ALIMENTAÇÃO

Segundo Rosana Guse (2024), Fontes de energia são dispositivos eletrônicos criados para transformar um tipo de energia elétrica em outra forma apropriada para alimentar circuitos eletrônicos ou dispositivos elétricos. Sua função essencial é fornecer energia estável e regulada, garantindo o funcionamento correto dos componentes eletrônicos, mesmo diante de variações na rede elétrica de entrada.

Figura 5: Fonte de alimentação



Fonte: MULTIEXPRESS (2024)

3.7 BOTÃO DE COMANDO

Os botões de comando, também conhecidos como botoeiras, são componentes essenciais e desempenham funções importantes, como ligar e desligar equipamentos. Eles fazem parte da interface do usuário responsável pelos acionamentos.

Figura 6: Botão de comando



Fonte: Santil (2024)

3.8 REGISTRO HIDRÁULICO

O registro hidráulico, também conhecido como registro de água, é um acessório que desempenha a função de abrir e fechar o fluxo de água, ar ou fluido que passa por canos. Dessa forma, fica responsável também por controlar a vazão.

Figura 7: Registro hidráulico



Fonte: Ar-Cotec (2025)

4 METODOLOGIA

4.1 TIPO DE PESQUISA

O presente projeto adotou uma pesquisa bibliográfica, reunindo e tendo como principais fontes as teses, artigos, documentos e dissertações acadêmicas, na qual foi realizado uma busca extensa a respeito de dados estatísticos referentes a influência de climas adversos no trânsito, tal como a segurança de transportes públicos (ônibus), que pode ser afetada em meio a falta de dispositivos de seguridade como os desembaçadores de vidro, também fizemos questionamentos informais com motoristas da empresa Viação Leopoldense e da Sinoscap, referente a importância de um desembaçador em um ônibus, levantando assim, a conclusão da relevância do projeto e o que ele pode oferecer às pessoas em relação ao cenário atual do transporte público.

Outra abordagem de pesquisa foi acerca do funcionamento técnico dos dispositivos usados no projeto, assim como sua operação em conjunto, tendo nisso, uma pesquisa planejada e direcionada em conjunto com nosso orientador Maury Carvalho, apoiando-se em um levantamento de literatura científica e fontes seguras de pesquisa.

Diante disso, a abordagem do projeto é de quali-quantitativa, pois leva a combinação de dados quantitativos referente a eficiência do sistema e também leva a uma abordagem qualitativa, tendo nisso o feedback sobre as necessidades e expectativas dos usuários do projeto.

4.2 FUNÇÃO DOS COMPONENTES

4.2.1 Pastilha Peltier

Este componente tem a função de gerar o frio de um lado e o calor do outro, onde são direcionados para o restante dos componentes, esta pastilha será ligada a uma fonte, na qual será utilizada apenas para energizar a pastilha.

4.2.2 Cooler

Com também tensão de 12 V, esse dispositivo quando ligado a energia, gira suas hélices e gera vento, um dos coolers fica na parte quente da placa em contato com o dissipador e o outro cooler se dispõe da mesma maneira, porém, no lado oposto, os coolers tem a função de imprimir a temperatura da pastilha em forma de vento.

4.2.3 Dissipador térmico

Essa peça de alumínio tem o papel de dissipar o calor gerado pela parte quente da placa Peltier e conduzir o frio da parte oposta, fazendo com que os lados opostos não se anulem, e então os dois lados tenham boa eficiência.

4.2.4 Fonte de alimentação

Este componente tem a atribuição de gerar energia que alimentará os componentes, duas fontes são utilizadas, ambas com 12V, porém, com uma tendo 5A e outra 6A. Para se tornar possível a ligação, é utilizada a fonte com 5A para ligar os coolers em paralelo e a fonte com 6A para ligar a pastilha Peltier, não se torna possível a utilização da mesma fonte por sobrecarga de corrente dos componentes.

4.2.5 Botão de comando

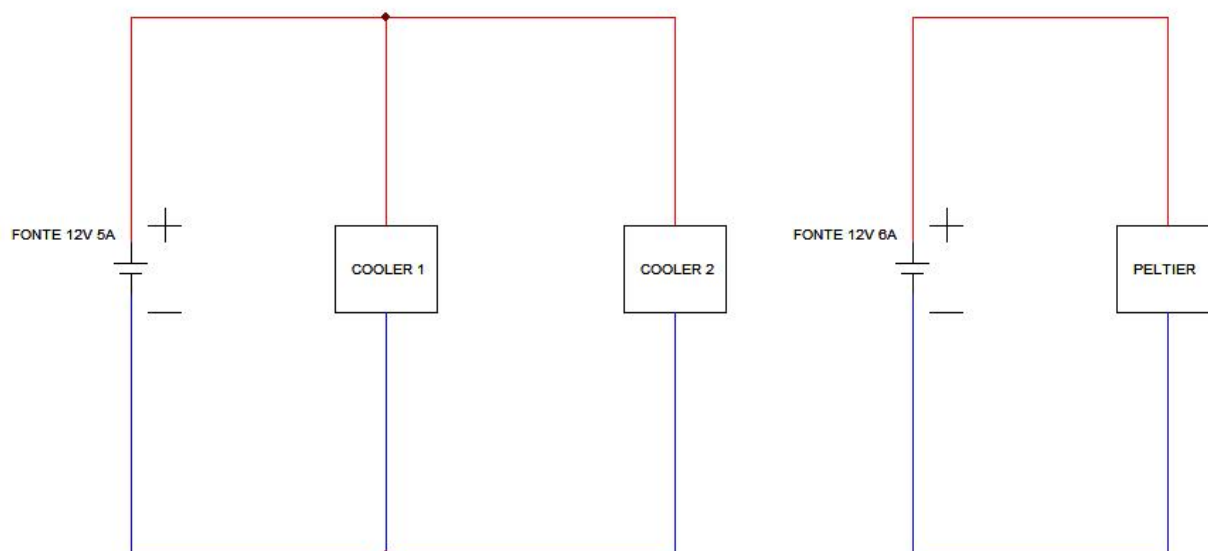
Tem a função de ligar e desligar o protótipo, será acoplado através dos fios das ligações existentes entre os componentes.

4.2.6 Registro Hidráulico

O registro hidráulico de $\frac{3}{4}$ " de esfera tem a função de abrir ou fechar a passagem de ar vinda dos coolers, serão dispostos eletrodutos corrugados nas saídas de ar dos coolers, onde, estão embutidos dois registros no meio da passagem dos eletrodutos, um para cada lado, permitindo a escolha do ar desejado, quente ou frio, através do bloqueio da passagem de ar do lado não preferido, e da liberação da passagem de ar do lado preferido.

4.3 ESQUEMA ELÉTRICO

Figura 8: Esquema Elétrico



Fonte: os autores (2025)

4.3.1 Legenda do Esquema Elétrico

- Fonte 12V 5A: Fonte de alimentação para o circuito de coolers.
- Fonte 12V 6A: Fonte de alimentação para a pastilha Peltier.
- Pastilha Peltier: Componente termoelétrico que, ao ser energizado, resfria um lado da superfície e aquece o outro.
- Coolers: Ventiladores responsáveis por direcionar o ar tratado pela pastilha Peltier, contribuindo para a eficiência do processo de resfriamento ou aquecimento.

2024	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV
Produção do Banner								X	
26ª Exposchmidt									X

Fonte: os autores (2024)

6 RECURSOS

Material	Valor unitário	Quantidade	Valor total	Fonte	Data
Placa termoeletrica de Peltier 12V	R\$ 30,00	1	R\$ 30,00	Mercado Livre	24/04/25
Cooler 12V	R\$ 15,00	2	R\$ 30,00	Mercado Livre	29/10/24
Botão interruptor	R\$ 6,99	1	R\$ 6,99	PNP componentes eletrônicos	24/08/24
Dissipador térmico	R\$ 21,99	2	R\$ 43,98	PNP componentes eletrônicos	24/08/24
Fonte 12V 5A	R\$ 65,00	1	R\$ 65,00	Califórnia som e imagem	07/10/24
Fonte 12V 6A	R\$ 30,00	1	R\$ 30,00	Mercado Livre	04/06/25
Registro hidráulico de $\frac{3}{4}$ "	R\$ 7,99	2	R\$ 15,98	Feldmann	14/06/25
Vidro 18x18cm	R\$ 10,00	1	R\$ 10,00	Vidraçaria Escouto	17/06/25
Carcaça de isopor	R\$ 5,80	1	R\$ 5,80	Prudenplástico	29/10/24
Eletroduto corrugado 25mm	R\$ 10,00 / m	2m	R\$ 20,00	Feldmann	14/06/25

Tabela 3: Valores referentes ao protótipo

Valor total: R\$ 257,75

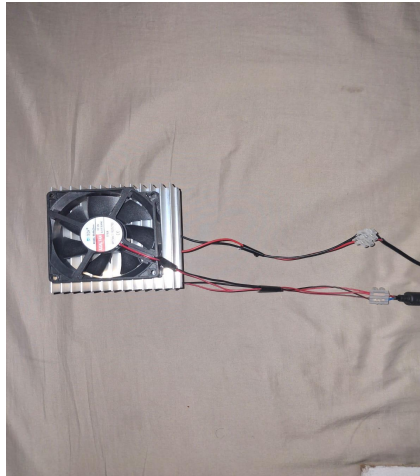
Fonte: os autores (2025)

7 RESULTADOS

O processo da montagem do protótipo está em andamento, na fase de finalização e, posteriormente, medições de acordo com registros atingidos e parâmetros satisfatórios do projeto. Espera-se que, a partir da instalação do dispositivo desembaçador, o vento soprado pelos coolers seja capaz de atingir um

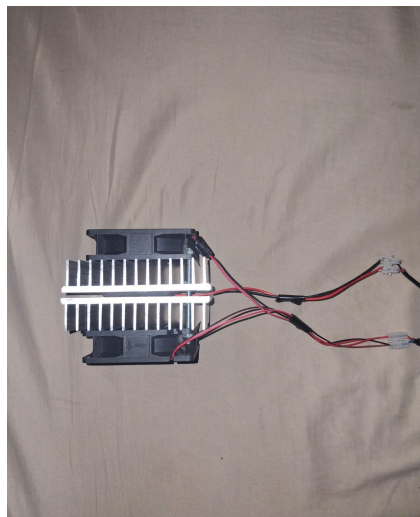
nível pleno de atuação, tal como a pastilha Peltier imprima sua máxima potência nas suas faces, tendo alta diferença de temperatura entre os lados para que possa ser eficiente como esperado.

Figura 9: Módulo termoeletrico



Fonte: os autores (2025)

Figura 10: Módulo termoeletrico



Fonte: os autores (2025)

Conforme o módulo termoeletrico, composto pela pastilha Peltier 12706, prensada entre dois dissipadores térmicos de alumínio e, tendo como condutor de temperatura uma pasta térmica e um isolante de EVA. São dispostos dois coolers 12V em contato com os dissipadores, fazendo com que os dois lados sejam aproveitados. O módulo é alimentado por duas fontes 12V, sendo uma com 5A energizando os coolers em paralelo e outra com 6A fornecendo energia para a pastilha Peltier.

A disposição do material de regulação da passagem de ar foi feita a partir de registros hidráulicos de $\frac{3}{4}$ " e 1,5 metros de eletroduto corrugado, que serão dispostos nas saídas de ar dos coolers, permitindo assim, a escolha do vento desejado, seja frio ou quente, através do fechamento e abertura dos registros, sendo assim, uma forma eficiente e de fácil manuseio do operador.

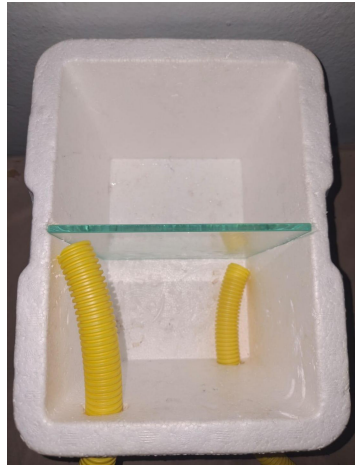
Figura 11: Sistema de regulação do ar



Fonte: os autores (2025)

A saída de ar das mangueiras foram dispostas através de furos nos cantos inferior direito e superior esquerdo da caixa de isopor, dessa forma a disposição inferior refere-se ao vento quente, pois, de acordo com a convecção térmica, o ar quente tende a subir e o ar frio tende a descer, logo, a disposição superior refere-se ao vento frio.

Figura 12: Disposição das saídas de ar



Fonte: os autores (2025)

Por fim, o instrumento para simular a condição semelhante ao caso real de embaçamento nos ônibus e automóveis foi utilizar uma caixa de isopor de 7 litros, possuindo um vidro disposto em sua transversal medial, vidro esse que simula o para-brisa do ônibus, onde as medidas de espessura se assemelham a realidade (6mm).

Para a simulação do embaçamento, será utilizado um produto que traga o efeito semelhante ao que ocorre no cotidiano, uma diferença de temperatura entre externo e interno. Diante disso, todos os elementos necessários para a realização da simulação do funcionamento real do protótipo estão alinhados.

Figura 13: Caixa de simulação



Fonte: os autores (2025)

Notou-se uma maneira mais eficiente em comparação com o sistema que está sendo utilizado atualmente no transporte público, sistema esse que em muitos casos, são utilizados panos com álcool para fazer o desembaçamento, e isso é uma

forma inadequada, pois além de não ter uma boa abrangência, pode danificar a superfície do para-brisa em contato com o álcool.

A ideia do projeto baseia-se em custos reduzidos em relação ao conjunto final do sistema, para o protótipo, o custo máximo é de R\$ 257,75.

Diante do apresentado, foi realizado estudos e a realização do protótipo, onde verificou-se após testes e medições, o adequado funcionamento da parte elétrica, temperatura e controle, porém, a baixa potência dos coolers diminui a vazão para os eletrodutos, conseqüentemente, uma menor eficiência, entretanto, notou-se a boa possibilidade de aplicação e conseqüente melhoria para o transporte público, atingindo os objetivos do projeto, tanto em âmbitos técnicos, socioeconômicos e de segurança, pois o transporte público é um fator chave para a economia de uma cidade, onde nele uma grande parte da população é conduzida para seus respectivos destinos, sendo assim, melhorias nesse meio é de suma importância, onde a segurança e eficiência do transporte são os principais pontos.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Normas Regulamentadoras - NR. [Brasília]: **Ministério do Trabalho e Emprego**, 22 out. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/inspecao-do->

trabalho/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/normas-regulamentadoras-nrs. Acesso em: 24 ago. 2024.

Fernandes, Jainne Daniele F. S.; de Freitas Braz, Alailson; Sayonara S. X. Machado, Ludmila; de Souza Pimentel, Edfranklin; Amorim Farias, Aécio Vinícius; Pereira de Siqueira, Antonio Luiz. **Refrigeração utilizando pastilhas de efeito peltier**. HOLOS, v. 2, p. 25-31, 2010. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte Natal, Brasil. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/4815/481549220003.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2024.

GUSE, Rosana. **Fonte de alimentação: o que é, funcionamento, tipos e exemplos**. Maker Hero, 23 abr. 2024. Disponível em: <https://www.makerhero.com/guia/componentes-eletronicos/fonte-de-alimentacao/>. Acesso em: 24 ago. 2024.

MW Tristão, FP Lanes, M Automotiva. **ESTUDO EXPERIMENTAL DE SISTEMA CLIMATIZADOR AUTOMOTIVO OPERANDO COMO AR CONDICIONADO E BOMBA DE CALOR**. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-Rio. 2015. Disponível em: https://www.puc-rio.br/ensinopesq/ccpg/pibic/relatorio_resumo2015/relatorios_pdf/ctc/MEC/MEC-Felipe,%20Marcelo,%20Felipe%20Lanes.pdf. Acesso em: 16 ago. 2024.

Período de chuvas: A influência das condições climáticas na segurança ao dirigir. **Psique Treinamentos**. 28 fev. 2024. Disponível em: <https://www.psiquetreinamentos.com.br/periodo-de-chuvas-condicoes-climaticas-seguranca-dirigir/>. Acesso em: 24 ago. 2024.

SILVA, TP. **Utilização do efeito Peltier para resfriamento de ambientes**, Universidade Federal de Uberlândia, 20 dez. 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/>. Acesso em: 16 ago. 2024.

SILVA, Leonardo Augusto Evangelista da ; ALMEIDA, Matheus Silva de. **Desembaçador de para-brisa automático**, 2021. Trabalho de conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Eletrônica Automotiva) - Fatec Taubaté, Taubaté, 2021. Disponível em: <http://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/8333>. Acesso em: 16 ago. 2024.

Vidro embaçado: confira dicas para evitar o problema. **Heliar**. Disponível em: <https://www.heliar.com/blogs/vidro-embacado-dicas>. Acesso em: 24 ago. 2024.