



ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL FREDERICO GUILHERME SCHMIDT  
CURSO TÉCNICO EM ELETROTÉCNICA

GUSTAVO MACHADO

INGRIDY RAMOS

LEONARDO FARIAS

REFRIGERAÇÃO AUTOMOTIVA UTILIZANDO AMÔNIA

SÃO LEOPOLDO

2020

GUSTAVO MACHADO

INGRIDY RAMOS

LEONARDO FARIAS

REFRIGERAÇÃO AUTOMOTIVA UTILIZANDO AMÔNIA

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Eletrotécnica da Escola Técnica Estadual Frederico Guilherme Schmidt como requisito para aprovação na disciplina de Projetos de Pesquisa sob orientação do Prof. Natani Marques Rigol.

SÃO LEOPOLDO

2020

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo desenvolver um equipamento, com a função de reaproveitar o calor desperdiçado pelo motor de um automóvel, sendo ele um carro a combustível, onde a queima do combustível ou carro elétrico pelo calor gerado pela bateria. Com as pesquisas realizadas, descobriu-se que o gás amônia ( $\text{NH}_3$ ), ou amoníaco, é um dos gases naturais menos poluentes, mas é levemente tóxico ao contato do corpo humano, quando ingerido em grandes proporções, mesmo assim, será trabalhado um sistema seguro e eficaz. O método de funcionamento será utilizar o calor que é desperdiçado pela combustão no motor, feito por carros a combustível, ou pela liberação de calor devido ao uso da bateria do carro, tanto carros a combustível quanto carros elétricos. Este calor será usado para aquecer o gás amônia em um recipiente ideal e substituir o uso do gás refrigerante atual do ar condicionado alternativo. Atualmente, utiliza-se a energia da bateria do carro para fazer com que o gás refrigerante atual funcione, reduzindo a emissão de materiais poluentes oriundos do equipamento de ar condicionado proporcionando um menor impacto ambiental. Espera-se que no decorrer das pesquisas e na formulação do trabalho seja possível atingir os resultados esperados. Tornando a ideia inovadora e assim atingindo as expectativas, reduzindo a emissão de materiais poluentes ao meio ambiente e proporcionando uma certa economia de energia para as próximas gerações automobilísticas.

Palavras-chave: Amônia ( $\text{NH}_3$ ), Calor desperdiçado, automóvel, economia de energia, gás refrigerante.

## LISTA DE TABELAS

Tabela1: Tabela de preços..... 18

Tabela 2: Comparação dos gases.....22

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

NH <sub>3</sub>	Amônia
CFC	Clorofluorcarboneto
CH <sub>3</sub> Cl	Clorometano
SO <sub>2</sub>	Dióxido de Enxofre
HV	Heating Ventilation - Ventilação
HVAC	Heating Ventilation and Air Conditioning - Ventilação, Calefação e Ar Condicionado
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo

## Sumário

1.	INTRODUÇÃO	7
1.1.	TEMA E SUA DELIMITAÇÃO	7
1.2.	PROBLEMA DE PESQUISA	7
1.3.	OBJETIVOS	7
1.3.1.	Objetivo geral	7
1.3.2.	Objetivo específico	8
1.4.	JUSTIFICATIVA	8
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	9
2.1.	OS GASES REFRIGERANTES	9
2.2.	LEIS DA TERMODINÂMICA	9
2.2.1.	PRIMEIRA LEI DA TERMODINÂMICA	9
2.2.2.	SEGUNDA LEI DA TERMODINÂMICA	10
2.2.3.	TERCEIRA LEI DA TERMODINÂMICA	10
2.3.	COMPORTAMENTO DOS GASES	11
2.4.	DISPOSITIVOS QUE COMPÕEM O AR CONDICIONADO AUTOMOTIVO	12
2.4.1.	Compressor	12
2.4.1.1.	Compressor de ar condicionado	12
2.4.1.2.	Compressor em corte	13
2.4.2.	Evaporador	13
2.4.3.	Processo de condensação	14
2.4.3.1.	Função básica do condensador	14
2.4.4.	Filtro secador	15
2.4.5.	Válvula de expansão	17
2.5.	ESTADO DA ARTE	18
3.	MATERIAIS E METODOS	19
3.1.	RECURSOS	19
3.1.1.	Tabela de preços	19
3.2.	FUNCIONAMENTO	20
4.	ANÁLISE DE RESULTADOS	21
4.1.	Formulário	21
4.2.	Comparação dos gases	21
4.3.	Tabela de comparação dos Gases	22
5.	Segurança	22
5.1.	Detectores de vazamento	22

5.2.	Como evitar os riscos	23
6.	CRONOGRAMA	23
6.1.	Tabela de 2019	23
6.2.	Tabela de 2020	24
7.	REFERENCIAS	25

## 1. INTRODUÇÃO

O intuito deste trabalho é utilizar uma forma mais econômica e eficaz de refrigeração automotiva. Aplicando o método de aquecimento por expansão do gás amônia ( $\text{NH}_3$ ) ou amoníaco. Reaproveitando o calor desperdiçado pelo automóvel, substituindo algumas partes do atual equipamento de refrigeração automotiva, onde poderá ser aplicado o novo método de refrigeração.

### 1.1. TEMA E SUA DELIMITAÇÃO

Utilização do gás amônia para reaproveitar o calor desperdiçado pelo motor do carro, utilizando esse calor para refrigerar o carro.

### 1.2. PROBLEMA DE PESQUISA

Para que o ar condicionado automotivo funcione é necessário o auxílio de fluidos (gases) refrigerantes. Os gases utilizados como o R-12, R-437a, R-134a (atualmente utilizado) causam muitos danos ao meio ambiente. O gás Amônia trará menos danos a camada de ozônio e menor influência no aquecimento global que os outros gases?

É possível desenvolver um sistema eficaz para essa situação?

### 1.3. OBJETIVOS

#### 1.3.1. Objetivo geral

Desenvolver um equipamento que utilizará o calor desperdiçado do motor de um automóvel para aquecer amônia, e utilizar como alternativa do uso do ar condicionado.



### 1.3.2. Objetivo específico

Reaproveitar o calor (energia) gerado pelo motor do automóvel e reutilizá-lo para aquecer um reservatório de gás amônia e utilizar para refrigerar o automóvel.

Reduzir a emissão de materiais poluentes oriundos do equipamento de ar condicionado proporcionando um menor impacto ambiental.

### 1.4. JUSTIFICATIVA

A refrigeração automotiva utilizando o gás amônia é uma forma mais econômica de ar condicionado. Na prática ao invés de utilizar energia demasiada da bateria do carro para fazer com que o ar condicionado funcione, será reaproveitado energia desperdiçada em forma de calor do próprio automóvel, por meio da combustão da gasolina ou do álcool.

Nos carros elétricos também seria uma forma mais econômica, já que muitos carros estão se tornando elétricos para a redução do consumo de combustível. É uma boa ideia ressaltar que em um carro elétrico, mesmo sem ocorrer uma combustão da gasolina ou do álcool, ocorre desperdício de energia em função da liberação de calor da bateria.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. OS GASES REFRIGERANTES

De acordo com Ambientebrasil (2019), a amônia ou amoníaco, é um gás incolor, solúvel na água com facilidade, porém contém um cheiro muito forte e é extremamente tóxica.

A amônia foi utilizada pela primeira vez no intuito de refrigerar em 1876, por um físico e engenheiro chamado Carl Von Linde, até os anos de 1920, nesta época também eram usados outros refrigerantes, entre eles  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ , (DANFOSS, 2019)

Ainda de acordo com Danfoss (2019), originalmente a amônia serve de matéria prima para diversas aplicações, entre elas: plásticos, fibras, produtos de limpeza, fertilizantes, entre outros. Sendo aplicada também a refrigeradores industriais.

Em 1920 Thomas Midgley Junior melhorou o processo de síntese e levou o esforço para usar CFC (clorofluorcarbonetos) como refrigerante para substituir a amônia ( $\text{NH}_3$ ), clorometano ( $\text{CH}_3\text{Cl}$ ) e dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ), que eram comumente utilizados mesmo sendo tóxicos, na procura de um novo gás refrigerante levaram em consideração baixo ponto de ebulição, baixa toxicidade e geralmente não reativos (Ambientebrasil, 2019).

Os CFCs foram considerados extremamente seguros e estáveis, pois não podiam prever as consequências naquela época, somente em 1980 os efeitos nocivos de refrigerantes CFCs se tornaram aparentes, e o fato que os CFCs contribuíam para o aquecimento global e para o esgotamento da camada de ozônio passou a ser aceito (AMBIENTEBRASIL, 2019).

### 2.2. LEIS DA TERMODINAMICA

#### 2.2.1. PRIMEIRA LEI DA TERMODINÂMICA

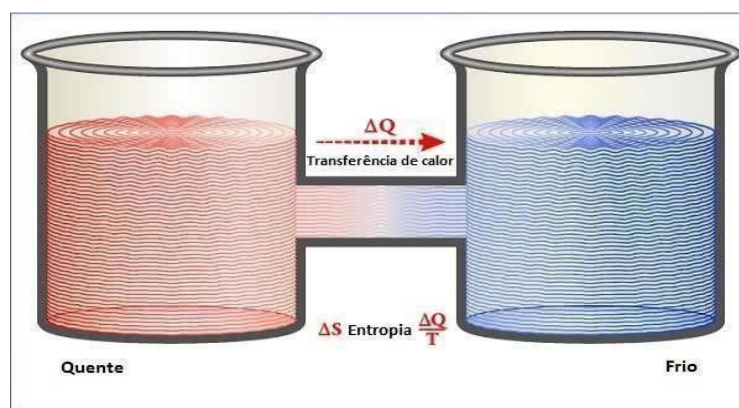
De acordo com toda matéria (2019) a Primeira Lei da Termodinâmica se relaciona com o princípio da conservação da energia. Isso quer dizer que,

a energia em um sistema não pode ser destruída nem criada, somente transformada.

Ainda de acordo com a mesma fonte, ao usar uma bomba para encher um objeto inflável, utiliza-se força para colocar ar dentro do objeto. A energia cinética faz o pistão abaixar parte dessa energia se transforma em calor, que é perdida para o meio.

### 2.2.2. SEGUNDA LEI DA TERMODINÂMICA

Figura 1: Exemplo da Segunda Lei da Termodinâmica



Fonte: Toda matéria (2019)

A imagem acima mostra como funciona a troca de calor de um corpo quente para um corpo frio, segunda lei da termodinâmica.

“As transferências de calor ocorrem sempre do corpo mais quente para o corpo mais frio, isso acontece de forma espontânea, mas o contrário não. O que significa dizer que os processos de transferência de energia térmica são irreversíveis.” (TODAMATÉRIA, 2019).

Segundo Toda matéria (2019) pela Segunda Lei da Termodinâmica, não é possível que o calor se converta integralmente em outra forma de energia. Por esse motivo, o calor é considerado uma forma degradada de energia.

### 2.2.3. TERCEIRA LEI DA TERMODINÂMICA

Segundo Toda matéria (2019) A Terceira Lei da Termodinâmica surge como uma tentativa de estabelecer um ponto de referência absoluto que determine a entropia. A entropia é, na verdade, a base da Segunda Lei da Termodinâmica.

Toda matéria (2019) Nernst, o físico que a propôs, concluiu que uma substância pura com temperatura zero não poderia apresentar a entropia zero. Por esse motivo, trata-se de uma lei polêmica, considerada por muitos físicos como uma regra.

### 2.3. COMPORTAMENTO DOS GASES

Toda matéria (2019) O comportamento microscópico dos gases é descrito e interpretado de forma mais fácil do que nos outros estados físicos (líquido e sólido). É por isso que os gases são mais usados nesses estudos.

Segundo Toda matéria (2019) nos estudos termodinâmicos são usados gases ideais ou perfeitos. É um modelo no qual as partículas se movem de forma caótica e interagem apenas nas colisões. Além disso, se considera que essas colisões entre as partículas, e delas com as paredes do recipiente, são elásticas e duram por pouquíssimo tempo.

Toda matéria (2019) em um sistema fechado, o gás ideal pressupõe um comportamento que envolve as seguintes grandezas físicas: pressão, volume e temperatura. Essas variáveis definem o estado termodinâmico de um gás.

Figura 2: Comportamento dos gases segundo as leis dos gases



Fonte: Toda matéria (2019)

A imagem acima mostra como é o comportamento dos gases conforme a temperatura, volume e pressão, seguindo a lei dos gases.

## 2.4. DISPOSITIVOS QUE COMPÕEM O AR CONDICIONADO AUTOMOTIVO

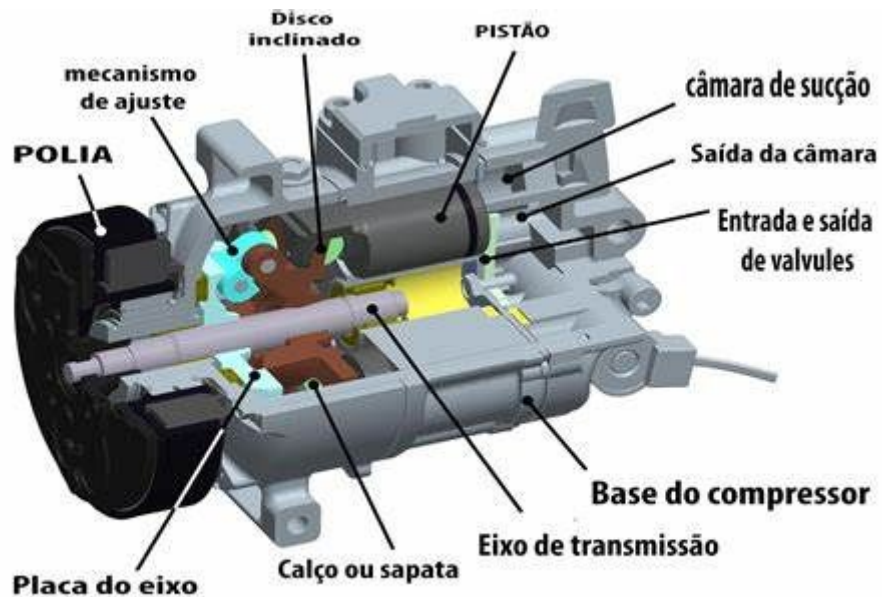
### 2.4.1. Compressor

Segundo Todamatéria (2019)

“Para que fluido refrigerante circule pela tubulação, e seja distribuído para o evaporador e condensador, torna-se necessário a instalação do compressor no ar-condicionado. A principal função é bombear o fluido refrigerando pelo sistema do ar-condicionado, possibilitando a troca e dissipação do calor gerado. Quando o compressor de ar apresenta algum tipo de avaria, compromete todo o sistema de refrigeração.”

#### 2.4.1.1. Compressor de ar condicionado

Figura 3: Como funciona compressor do ar-condicionado



[www.k2arcondicionado.com.br](http://www.k2arcondicionado.com.br)

Fonte: K2arcondicionado (2020)

A imagem acima mostra a nomenclatura, de forma figurada, dos componentes de um compressor.

**Polia:** A polia, roldana, poli ou moitão é uma peça mecânica muito comum a diversas máquinas, utilizada para transferir força e energia cinética.

**Pistão:** O pistão ou êmbolo ou piston é uma peça cilíndrica normalmente feita de alumínio ou liga de alumínio, que se move no interior do cilindro.

#### 2.4.2. Evaporador

De acordo com Canaldapeça (2019) o sistema de ar condicionado automotivo o evaporador tem a função de resfriamento do ar e controlar a umidade do ambiente, através do fluxo que passa por sua colmeia, instalado no compartimento do passageiro. Quando o ar resfria, perdendo calor para o gás refrigerante que está mais frio que o ar dentro da cabine que passa por dentro do evaporador, expulsando essa calor para exterior evaporando o mesmo.

De acordo com Canaldapeça (2019), o evaporador do ar condicionado automotivo é o mecanismo responsável pelo resfriamento do ar que será enviado para dentro da cabine do veículo. Pelo fato do fluido frio passar por dentro do evaporador, suas paredes ficam frias. Como as superfícies do evaporador estão frias, este frio pode ser aproveitado de alguma forma. A temperatura baixa do evaporador é então soprado para dentro da cabine do veículo por meio de um elemento chamado de soprador.

O início do funcionamento do soprador é feito pelo usuário do veículo através de botões no painel. Na verdade, não é o frio que está sendo gerado, e sim o calor que está sempre sendo removido de dentro da cabine do veículo. Por isso quando sai do evaporador, o fluido está com temperatura maior do que quando entrou. Pelo fato do fluido ter recebido calor externo, esse se evapora e deve sair do evaporador no estado de vapor. Dessa forma o fluido sai do evaporador no estado de vapor e retorna ao compressor.

A circulação de ar capta o externo ou interno (reciclo) para o interior do veículo, com a finalidade de ventilação da cabine do veículo. A caixa de ar com aquecimento é conhecida por HV (*Heating Ventilation*) (ventilação), composto pelo aquecedor e ventilador, A caixa de ar condicionado é conhecida por HVAC (*Heating Ventilation & Air Conditioning*) (ventilação, calefação e ar condicionado), composto pelo evaporador, aquecedor e ventilador. Podendo ainda conter um filtro Anti pólen.  
(Canaldapeça (2019)).

### **2.4.3. Processo de condensação**

Segundo com Canaldapeça (2019) no condensador, o vapor do produto refrigerante (já aquecido na compressão) é completamente arrefecido pelo ar que percorre as lâminas do condensador. Então, esse vapor volta ao seu estado líquido original.

De acordo com Canaldapeça (2019) esse líquido segue para um filtro secador, indo, em seguida, para a válvula de expansão, que é justamente um dos componentes que fazem o ar-condicionado funcionar de fato.

De acordo com Canaldapeça (2019) após a válvula de expansão, esse líquido passa por um orifício e, depois de perder pressão, perde também temperatura, ficando apto a passar pelo componente seguinte: o evaporador. Com isso, então o processo recomeça.

#### **2.4.3.1. Função básica do condensador**

Segundo Rhinoautoparts (2019) A característica principal desse componente é permitir que o ambiente do seu carro possa estar sempre bem refrigerado e climatizado. Podemos dizer que se trata do “coração” do seu ar-condicionado, que, sem esse componente, não conseguiria refrigerar o seu veículo.

De acordo com Rhinoautoparts (2019) inclusive, para evitar um possível arrefecimento do motor, todos os carros com ar-condicionado vêm equipados com outros dois componentes: um radiador de alto rendimento e um ventilador auxiliar. Ambos proporcionam que a refrigeração seja constante e estável em seu aparelho de ar-condicionado.

#### **2.4.4. Filtro secador**

De acordo com Apsdistribuidora (2019) “no sistema do ar condicionado automotivo o filtro secador possui uma importante função no sistema de refrigeração”, tem o papel de manter o sistema livre de possível umidade, e também de absorver partículas que se desprendem do sistema. Por isso o filtro secador é colocado na tubulação de forma que o fluído passe no interior do mesmo.

Apsdistribuidora (2019) sendo assim, devemos saber que em um sistema automotivo existem dois tipos de filtros secador, sendo um do tipo reservatório de líquido e outro do tipo acumulador. O filtro secador do tipo



reservatório de líquido é colocado depois do condensador e tem a função de armazenar líquido para que esse chegue até a válvula de expansão.

Apsdistribuidora (2019) O filtro secador, sendo ele do tipo acumulador fica depois do evaporador e tem a função de acumular o líquido, mas de forma que esse somente seja liberado em forma de vapor para ser enviado de volta ao compressor.

Apsdistribuidora (2019) ambos o filtro tem função secadora, porém tem funções completamente opostas na forma que ambos lidam com estado do fluido. O fato de um veículo utilizar reservatório de líquido ou acumulador está diretamente ligado ao fato do veículo possuir válvula de expansão ou tubo de orifício.

Segundo Apsdistribuidora (2019) O Acumulador desempenha as seguintes funções no sistema de ar condicionado automotivo:

Dissecante – Absorve a umidade do sistema;

Acumula refrigerante líquido nas condições de baixa carga térmica, quando o evaporador reduz sua capacidade de evaporação do gás;

Protege o compressor contra “golpes de líquido”.

Segundo Apsdistribuidora (2019)

A temperatura do ar que passa pelo evaporador diminui com a redução da carga térmica, a capacidade de evaporação do gás também é reduzida. Assim a quantidade de refrigerante em forma líquida que sai do evaporador aumenta. Nestas condições de baixa carga, o refrigerante líquido se acumula no acumulador. Quando o refrigerante encontra a carcaça do acumulador, o mesmo perde velocidade devido a diferenças de áreas, fazendo decantar o refrigerante líquido e parte do óleo somente liberando refrigerante na forma gasosa para o compressor.

Segundo Apsdistribuidora (2019)

O pequeno furo na parte inferior do acumulador dosa o retorno de óleo e refrigerante para o compressor evitando assim falhas de lubrificação no mesmo. De forma contrária

quando a carga térmica está alta, ele acumula o mínimo líquido possível, balanceando assim a demanda de refrigerante nas variações de carga de gás térmica. É feita utilizado equipamentos com tubo expensor.

Figura 5: Elementos que compõem o condicionamento de ar automotivo



Fonte: Apsdistribuidora (2019)

#### **2.4.5. Válvula de expansão**

De acordo com Apsdistribuidora (2019) A válvula de expansão tem como objetivo limitar o fluxo do gás refrigerante do ar-condicionado pelos dutos. O ar-condicionado não funciona sem essa peça, pois o gás não refrigera sem essa diferença de pressão. Com o diferencial de pressão, o gás aquece e resfria passando pela válvula em baixa pressão. Esta peça fica localizada na entrada do evaporador e condiciona o ar a uma temperatura mais fria.

A válvula de expansão está em pleno funcionamento e faz um barulho de gás soprando forte quando se arma o compressor e no momento que para de soprar, se observa o ar mais frio no interior do automóvel. Ao ligar o ar-condicionado, o compressor se arma e se essa expansão não ocorrer, o gás está passando direto e demonstra o mal funcionamento da válvula de expansão, ocorrendo necessidade de troca.

De acordo com Apsdistribuidora (2019)

Eletro-ventiladores: Normalmente têm a função, principalmente, de controlar o fluxo de ar pelo condensador, auxiliando na retirada de calor do refrigerante, o que implica na redução da temperatura e condensação do refrigerante. Atualmente os sistemas de condicionamento de ar utilizados na maioria dos veículos adotam o método de refrigeração por compressão de vapor, pode aí ser visto que o compressor succiona o refrigerante que sai do evaporador, na fase de vapor superaquecido a baixa pressão, comprime e recalca a alta temperatura e pressão. O refrigerante segue então pela linha de descarga até o condensador.

### Dinamicarpneus (2019)

Durante a troca de calor com o meio exterior, passa pelas fases de superaquecimento, condensação (bifásica), e subresfriamento. Escoa em seguida através da válvula de expansão, que tem por finalidade regular a vazão de refrigerante e provocar uma perda de carga (pressão), levando o refrigerante a fase bifásica, condição na qual entra no evaporador. Neste ponto ocorre, efetivamente, a troca de calor para o resfriamento do reservatório frio (ar do ambiente condicionado). Após este processo, o refrigerante, na fase de vapor superaquecido e a baixa pressão, retornam ao ponto inicial, para ser novamente succionado pelo compressor, fechando desta forma o ciclo de refrigeração.

## 2.5. ESTADO DA ARTE

A amônia é aplicada em grandes instalações industriais, onde suas vantagens podem ser completamente utilizadas sem comprometer a segurança.

Atualmente, é usada em aplicações de refrigeração como:

- Armazéns frigoríficos de distribuição;
- Túneis de congelamento;
- Cervejarias;

- Instalações de processamento de alimentos (matadouros, fábricas de sorvetes etc.);
- Traineiras.

Utilizava – se a amônia como refrigerante em alguns casos, como geladeiras a gás, que era geralmente usada há algum tempo atrás, pois perdeu sua fama para as geladeiras elétricas, vistas como mais fáceis e eficientes para o consumidor;

Outro sistema semelhante é o dos antigos refrigeradores a gás liquefeito de petróleo (GLP). O referido sistema baseia-se no fato de aquecer a Amônia, que causa o aumento da pressão do invólucro e sua consequente expansão no evaporador. Utilizando este princípio de funcionamento, trocaremos a queima do GLP que aquece o sistema pelo calor desperdiçado pelos motores de combustão interna, cujas perdas térmicas são em torno de 75%.

### 3. MATERIAIS E METODOS

A proposta de trabalho será reaproveitar o calor que é liberado e desperdiçado pelo motor de um automóvel para assim utilizá-lo com a finalidade de aquecer o gás amônia, ou amoníaco, contido em um recipiente.

Para a elaboração da proposta do trabalho será utilizado os seguintes materiais: *Compressor, Evaporador, Condensador, Filtro Secador, Válvula de expansão, Eletro ventiladores.*

#### 3.1. RECURSOS

##### 3.1.1. Tabela de preços

MATERIAIS	PREÇO	OCUPAÇÃO
COMPRESSOR	R\$ 600,00 – R\$ 780,00	Já está incluído no carro
EVAPORADOR	R\$ 280,00 – R\$ 380,00	Já está incluído no carro
CONDENSADOR	R\$ 184,00 – R\$ 255,00	Já está incluído no carro

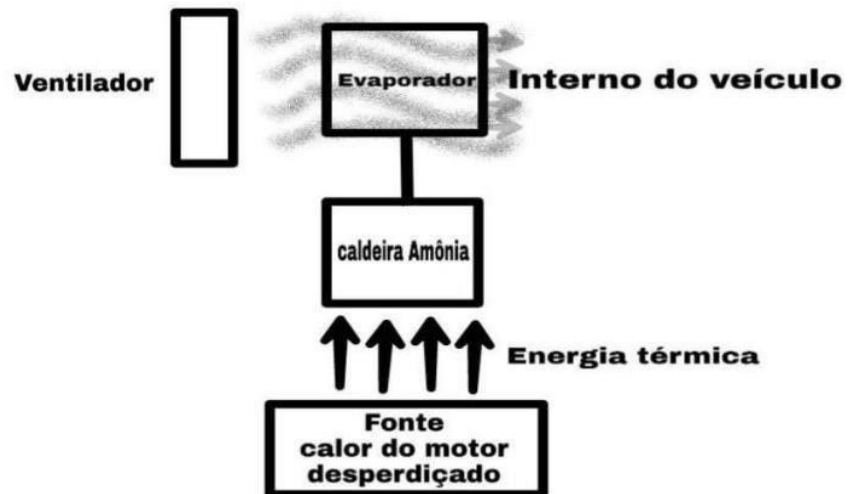
FILTRO SECADOR	R\$ 28,00 – R\$ 195,00	Já está incluído no carro
VÁLVULA DE EXPANSÃO	R\$ 95,00 – R\$ 645,00	Já está incluído no carro
RESERVATÓRIO PARA O FLUIDO REFRIGERANTE	R\$ 450,00 – R\$ 600,00	Já está incluído no carro
KIT COMPLETO COMPONENTES DE AR CONDICIONADO	R\$1.800,00 – R\$2.000,00	-----

### 3.2. FUNCIONAMENTO

O processo consiste em aquecer a amônia, em média 10L que está em estado líquido em um reservatório ideal, para fazer com que o líquido entre em estado de ebulição. Utilizando um compressor, que possui a função de provocar um diferencial de pressão no gás, com a amônia já aquecida passa a ser pressurizada passando por um tubo muito fino chamado tubo capilar, um tubo de diâmetro interno reduzido que costuma ser usado em sistemas de refrigeração para separar a linha de alta pressão, da linha de baixa pressão.

O calor é dissipado e o gás passa por uma válvula de expansão. Esse dispositivo restringe o fluxo forçando o fluido frigorífico através de um pequeno orifício, o que faz com que a pressão no evaporador caia, quando o gás se expande ele resfria, assim gelando o ambiente.

Figura 6: Exemplo do sistema de refrigeração utilizando amônia



Fonte: Autoria própria (2019)

## 4. ANÁLISE DE RESULTADOS

### 4.1. Formulário

Para termos uma análise mais objetiva, montamos um formulário com algumas perguntas, para saber a opinião pública, que também é muito importante para darmos continuidade ao TCC.

Este formulário contém algumas breves explicações de como irá funcionar o novo sistema de ar condicionado automotivo, perguntas que testam o conhecimento do assunto abordado, relevância, e se o usuário se sente seguro para utilizar o novo sistema. Ao todo são 10 perguntas, que até o momento de finalização irão nos ajudar a acrescentarmos melhoras ao projeto. O mesmo mostrou resultado que é uma ideia boa mudar o sistema, mas ainda mostra insegurança em questão da amônia.

Algumas das perguntas são , "Você sabe o que são fluidos (gases) refrigerantes?"; "Você acha a ideia relevante?"; "Você se sentiria seguro sabendo que há o risco de ocorrer um vazamento do fluido? " ; "A Amônia é fluido refrigerante que já é utilizado no meio industrial: na refrigeração, na preparação de fertilizantes como nitrato de amônia, superfosfatos e nitrogenantes que são soluções de amônia e nitrato de amônia, sais de amônia e uréia. Você sabia destas informações?" ; "Em nossa pesquisa, fizemos uma comparação entre os gases refrigerantes utilizados no meio automotivo. Você sabe o que é ODP e GWP?" ; "Em nossa pesquisa, fizemos uma comparação entre os fluidos refrigerantes utilizados no meio automotivo, e vimos que a Amônia possui ODP = 0 e GWP = 0; O fluido R1234yf possui ODP = 0 e GWP = 4; O fluido R134a possui ODP = 0 e GWP = 1430; Todos em um período de 100 anos"; " Você conhecia o fluido R1234yf?"; "O que você acha da reutilização da energia (Calor), desperdiçado pelo motor, como ideia do nosso TCC?" ; "O que achou da nossa pesquisa (TCC)?"

### 4.2. Comparação dos gases

Pode-se observar que na tabela 2, a Amônia é o único fluido natural, ODP = 0, GWP= 0, menos danos a camada de ozônio e menor influência no aquecimento global, pois seu tempo na atmosfera é de equivalente uma a duas semanas, o qual responde parte do problema de pesquisa. A Amônia pode se deixar a desejar se inflamável e tóxica ao contato com o corpo humanos. Para que não ocorra este contato deve-se atender as normas de segurança e adicionar um mecanismo de alerta ao usuário.



## 4.3. Tabela de comparação dos Gases ( tabela 2 )

Características	R-12 (CFC)	R-437a (MO49Plus)	R-134a (HFC)	R-1234yf (HFO)	Amônia (NH <sub>3</sub> )
Fluido Natural	Não	Não	Não	Não	Sim
Destruição da camada de Ozônio (ODP)	1	0	0	0	0
Potencial de aquecimento global (GWP)	10890	1955	3200	1	0
Ponto de fusão (°C)	-157,7	-175,42	-103,3	-152,2	-77,73
Ponto de ebulição (°C)	-29,8	-29	-26,3	-30	-33,34
Temperatura Crítica (°C)	111,8	96	101,15	100	133
Densidade	1,49 g/cm <sup>3</sup>	104g/mol	4,25 kg/m <sup>3</sup>	1,1g/cm <sup>3</sup>	0,73 kg/m <sup>3</sup>
Inflamável ou explosivo	Não	Não	Não	Baixa	Baixa
Toxicidade	Alta	Não	Baixa	Baixa	Alta
Tempo de vida na atmosfera	100 anos	75-100 anos	14 anos	1 ou 2 semanas	1 ou 2 semanas

Fonte: Autoria própria (2020)

## 5. Segurança

## 5.1. Detectores de vazamento

É necessário que haja um dispositivo fixo e portátil para a detecção de vazamento de amônia. O IIAR (Instituto Internacional de Refrigeração por Amônia) recomenda ainda a instalação de caixa de controle do sistema de





## 7. REFERENCIAS

Documento eletrônico: Apostila de refrigeração  
<https://www.passeidireto.com/arquivo/30741372/apostila-de-refrigeracao/3>  
 Acesso em 13 Ago.2020

Documento eletrônico: BARCELLA, Marciano dos Santos; BRAMBILLA, Flávio Régio. Energia eólica e os impactos socioambientais: estudo de caso em Parque Eólico do Rio Grande do Sul, Brasil. Revista de Ciências Ambientais, Canoas, v. 6, n. 2, p. 5-18, 2012. Disponível em: <https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Rbca/article/view/230>. Acesso em: 29 jun. 2019.

Documento eletrônico: CENTER, Frigo. Efeitos dos gases  
<https://frigocenter.com.br/blog/2018/06/06/efeitos-dos-gases-refrigerantes-no-pl-aneta/> Acesso em 11 Ago.2020

Documento eletrônico: CONECT, Equipe. Amonia e seus riscos a saude  
<https://conect.online/blog/o-que-e-amonia-e-seus-riscos-saude-na-industria-de-alimentos/> Acesso em: 28 ago.2020

Documento eletrônico: DINIZ, Anselmo Eduardo; MARCONDES, Francisco Carlos; COPPINI, Nivaldo Lemos. Tecnologia da usinagem dos materiais. 7. ed. São Paulo: Artliber, 2010. Disponível em: [https://www.artliber.com.br/amostra/tecnologia\\_da\\_usinagem.pdf](https://www.artliber.com.br/amostra/tecnologia_da_usinagem.pdf). Acesso em: 30 jun. 2019.

Documento eletrônico: EVAPORADOR DO AR CONDICIONADO, blogspot.2013. Disponível em: <http://k2arcondicionado.blogspot.com/2013/01/oevaporador-doarcondicionado.html>. Acesso em: 29 jun. 2019

Documento eletrônico: Ficha de informações de produto químico  
[https://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/produtos/ficha\\_completa1.asp?consulta=DICLORODIFLUORMETANO \(R-12\)](https://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/produtos/ficha_completa1.asp?consulta=DICLORODIFLUORMETANO (R-12)) Acesso em 11 Ago.2020

Documento eletrônico: FILTRO SECADOR, apsdistribuidora. Disponível em: <http://www.apsdistribuidora.com.br/noticias/O-filtro-secadorfuncionamentonosistema-de-ar-condicionado-veicular>. Acesso em: 29 jun. 2019.

Documento eletrônico: FUNÇÃO DO AR CONDICIONADO, blog.rhinoautoparts. Condensador. Disponível em:

<https://blog.rhinoautoparts.com.br/qual-a-funcao-do-condensador-no-ar-condicionado-automotivo/>. Acesso em: 29 jun. 2019.

Documento eletrônico: GÁS REFRIGERANTE  
<https://www.refrigeracao.net/Topicos/Refrigerante.htm> Acesso em 11 Ago.2020

Documento eletrônico: GASES, Gama. Propriedades dos gases  
<http://www.gamagases.com.br/propriedades-dos-gases-amonia.html>  
 Acesso em 11 Ago.2020

Documento eletrônico: GASES REFRIGERANTES  
<https://www.if.ufrgs.br/~dschulz/web/clorodif.htm> Acesso em 11 Ago.2020

Documento eletrônico: GASPARG, Antônio. R1234yf é o novo fluido refrigerante  
<https://www.oficinabrasil.com.br/noticia/tecnicas/r1234yf-e-o-novo-fluido-refrigerante-utilizado-no-ar-condicionado-na-europa-e-estados-unidos-continua>  
 Acesso em 16 Ago.2020

Documento eletrônico: GIACOMINI, Gabriela. Gases refrigerantes do ar condicionado  
<https://www.webarcondicionado.com.br/gases-refrigerantes-ar-condicionado-fluidos-refrigerantes> Acesso em 11 Ago.2020

Documento eletrônico: GORNI, Antônio Augusto. Prototipagem rápida, a revolução 3D. Corte e Conformação de Metais, São Paulo, ano 9, n. 103, p. 22-30, nov. 2013. Disponível em:  
[http://www.gorni.eng.br/Gorni\\_CCM\\_Nov2013.pdf](http://www.gorni.eng.br/Gorni_CCM_Nov2013.pdf). Acesso em: 30 jun. 2019

Documento eletrônico: LORENA, Susana. Amônia  
<https://www.google.com/amp/s/www.infoescola.com/compostos-quimicos/amonia/amp/> Acesso em 11 Ago.2020

Documento eletrônico: MIYAZAKI, Ernesto. Ar condicionado automotivo  
<https://www.oficinabrasil.com.br/noticia/tecnicas/ar-condicionado-automotivo-os-tipos-de-fluidos-refrigerantes-gas-do-ar-condicionado-automotivo>  
 Acesso em 11 Ago.2020

Documento eletrônico: UTILIZAÇÃO DA AMÔNIA Disponível em:  
<https://www.danfoss.com/pt-br/aboutdanfoss/ourbusinesses/cooling/refrigerants-and-energy-efficiency/refrigerantsfor-lowering-thegwp/ammonia-nh3/>. Acesso em: 29 jun.2019.

Documento eletrônico: VÁLVULA DE EXPANSÃO, Dinamicarpneus. Disponível em:  
<https://www.google.com/amp/s/dinamicarpneus.com.br/o-queevalvuladeexpansao-seu-ar-condicionado/amp/>. Acesso em 29 jun.2019.

Documento eletrônico: WICKERT, Jonathan. Introdução a engenharia mecânica. São Paulo: Thomson, 2007. Disponível em:

[https://issuu.com/cengagebrasil/docs/introducao\\_a\\_engenharia\\_mecanica\\_](https://issuu.com/cengagebrasil/docs/introducao_a_engenharia_mecanica_).  
Acesso em: 30 jun. 2019.