



GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ
Secretaria da Educação

**ESCOLA ESTADUAL DE
EDUCAÇÃO PROFISSIONAL - EEEP**
ENSINO MÉDIO INTEGRADO À EDUCAÇÃO PROFISSIONAL

CURSO TÉCNICO EM MANUTENÇÃO AUTOMOTIVA

SISTEMA DE AR-CONDICIONADO



**GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ**
Secretaria da Educação

Governador

Cid Ferreira Gomes

Vice Governador

Domingos Gomes de Aguiar Filho

Secretária da Educação

Maria Izolda Cela de Arruda Coelho

Secretário Adjunto

Maurício Holanda Maia

Secretário Executivo

Antônio Idilvan de Lima Alencar

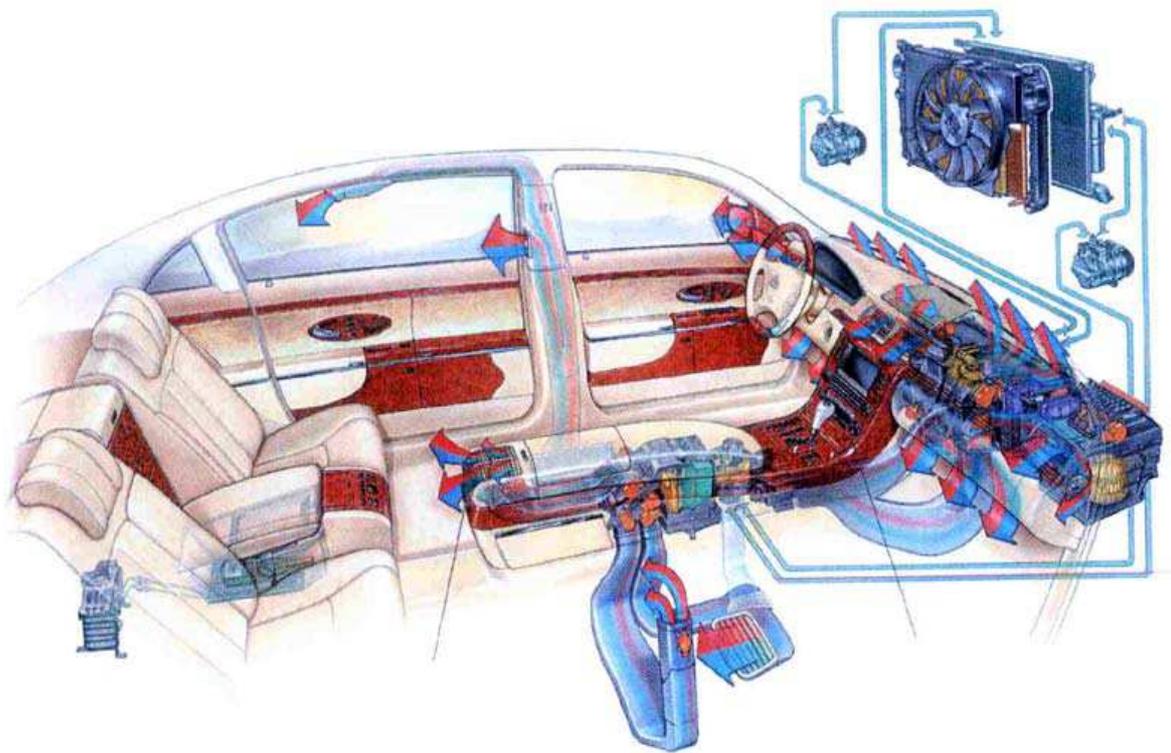
Assessora Institucional do Gabinete da Seduc

Cristiane Carvalho Holanda

Coordenadora da Educação Profissional – SEDUC

Andréa Araújo Rocha

SISTEMA DE AR CONDICIONADO



SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	03
2 – NOÇÕES BÁSICAS	06
3 – FLUIDOS REFRIGERANTES	13
4 - CIRCUITO BÁSICO DE REFRIGERAÇÃO	16
5 – COMPONENTES DO SISTEMA DE AR CONDICIONADO	17
6 – EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS PARA MANUTENÇÃO DE AR CONDICIONADO	32
7 – EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL	32
8 – NOÇÕES DE SEGURANÇA	35
9 – PROCEDIMENTOS DE MANUTENÇÃO	36
10 – PROCEDIMENTOS DE LIMPEZA INTERNA DO SISTEMA (FLUSHING)	49
11 – DIAGNÓSTICO DE FALHAS	52
12 – IDENTIFICAÇÃO DE VAZAMENTOS	58
13 – RECOLHIMENTO E RECICLAGEM DE FLUIDOS REFRIGERANTES	59
14 – ESQUEMA ELÉTRICO	63
15 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64

1 - INTRODUÇÃO A REFRIGERAÇÃO

O uso do ar-condicionado em automóveis, que hoje é bem comum, está completando 70 anos. O primeiro carro a oferecer o equipamento como opcional foi o **Packard 1939**, fabricado nos Estados Unidos. O primeiro veículo de montadora com ar condicionado foi um **Pontiac em 1954**.

O primeiro ar-condicionado não era muito prático, ocupava todo o porta-malas do carro e não tinha regulagem de temperatura. Se esfriasse demais, a única coisa que o motorista podia fazer era desligá-lo. Outra curiosidade era o alto preço, equivalente a um quarto do valor que custava o carro. Se isso acontecesse hoje um carro no valor de R\$ 57 mil, custaria mais de R\$ 71 mil. Graças ao desenvolvimento da tecnologia e o aumento circunstancial do consumo hoje o valor gira em torno de 6 a 8% no país.

O condicionador de ar veicular é item de série em alguns países da Europa, América do Norte e Oceania. Além de trazer o conforto para os ocupantes, o condicionador de ar está ligado com a segurança ativa do veículo.

No Brasil, percebemos o crescimento deste setor, devido a maior oferta de veículos com este equipamento, oferecido pelas montadoras, seja como item de série ou até mesmo em instalações aftermarket, realizadas pelas concessionárias ou rede independente. Vemos tudo isto com bons olhos, mas ainda necessitamos de profissionais capacitados para atender esta demanda crescente.

Será apresentado o sistema mecânico do condicionador de ar automotivo, os cuidados com manuseio deste equipamento, procedimentos e diagnósticos que ajudarão no aprendizado e no aprimoramento deste fascinante mundo da climatização automotiva. Bons estudos.

Meio Ambiente

A CAMADA DE OZÔNIO

Para entendermos os efeitos dos CFC's na camada de ozônio, vamos conhecer primeiro as camadas da atmosfera terrestre, onde se localiza a faixa de ozônio protetora da Terra.

Termosfera

Esta é a camada mais elevada da atmosfera. O ar na termosfera é extremamente escasso. Mais de 90% de todo o ar da atmosfera, encontra-se abaixo dessa camada.

Mesosfera

O topo da mesosfera tem as temperaturas mais baixas da atmosfera. As trilhas feitas pelos meteoros aparecem nestas camadas superiores da mesosfera.

Estratosfera

A temperatura do ar na Estratosfera varia de acordo com sua altitude. No topo desta camada, o ar atinge temperaturas de até -3°C . É nesta camada que voam os aviões a jato.

Troposfera

A maioria das nuvens e tempestades ocorrem na troposfera, a camada de ar mais próxima da Terra. Nesta camada, quanto maior a altitude, menor é a temperatura.

O ozônio é um gás composto de 3 de átomos de oxigênio (O_3) levemente azulado, gerado quando as moléculas de oxigênio (O_2) absorvem raios ultravioleta (U.V.). Nesta condição, o oxigênio se decompõe,

fazendo com que os átomos deste elemento químico se juntem a outras moléculas de oxigênio formando o gás ozônio $O_2 + O = O_3$.

90% da camada de ozônio da Terra está contida na estratosfera numa faixa fria da atmosfera, localizada entre 9.600m e 24.000m da Terra. Esse ozônio da estratosfera é que protege a Terra contra a radiação ultravioleta.

Qual a importância da camada de ozônio?

A luz do sol é formada por vários tipos de raios chamados de radiações. Os raios ultravioletas presentes em grande quantidade na luz do sol são muitos nocivos a qualquer organismo vivo. A função da camada de ozônio é justamente filtrar estes raios solares permitindo que somente uma pequena quantidade de raios U.V. atinjam a superfície da Terra.

O que são os raios Ultravioletas?

Raios ultravioletas são ondas luminosas as quais se encontram exatamente acima do extremo violeta do espectro da luz visível que chega a terra. De acordo com o comprimento de onda seja ela curta ou longa, a mais prejudicial são as ondas curtas. Os raios ultravioletas (raios UV) são classificados em raios UV-A, UV-B e em raios UV-C.

O Buraco na Camada de Ozônio

A camada de ozônio é uma capa desse gás que envolve a Terra e a protege de vários tipos de radiação, sendo que a principal delas, a radiação ultravioleta, é a principal causadora de câncer de pele. No último século, devido ao desenvolvimento industrial, passaram a utilizar produtos que emitem cloro flúor carbono (CFC), um gás que ao atingir a camada de ozônio destrói as moléculas que a formam (O_3), causando assim a destruição dessa camada da atmosfera. Sem essa camada, a incidência de raios ultravioletas nocivos a Terra fica sensivelmente maior, aumentando as chances de contração de câncer.

Nos últimos anos tentou-se evitar ao máximo a utilização do CFCs e, mesmo assim, o buraco na camada de ozônio continua aumentando, preocupando cada vez mais a população mundial. As ineficientes tentativas de se diminuir a produção de CFCs, devido à dificuldade de se substituir esse gás, principalmente nos refrigeradores, provavelmente vêm fazendo com que o buraco continue aumentando, prejudicando cada vez mais a humanidade. Um exemplo do fracasso na tentativa de se eliminar a produção de CFCs foi a dos EUA, o maior produtor desse gás em todo planeta. Em 1978 os EUA produziam, em aerossóis, 470 mil toneladas de CFCs, aumentando para 235 mil em 1988. Em compensação, a produção de CFCs em outros produtos, que era de 350 mil toneladas em 1978, passou para 540 mil em 1988, mostrando a necessidade de se utilizar esse gás em nossa vida cotidiana. É muito difícil encontrar uma solução para o problema.

No Brasil ainda há pouco com que se preocupar

No Brasil, a camada de ozônio ainda não perdeu 5% do seu tamanho original, de acordo com os instrumentos medidores do INPE (Instituto de Pesquisas Espaciais). O instituto acompanha a movimentação do gás na atmosfera desde 1978 e até hoje não detectou nenhuma variação significativa, provavelmente pela pouca produção de CFCs no Brasil em comparação com os países de primeiro mundo. No Brasil apenas 5% dos aerossóis utilizam CFCs, já que uma mistura de butano e propano é significativamente mais barata, funcionando perfeitamente em substituição ao clorofluorcarbono.

Efeitos negativos ao meio ambiente

A principal consequência da destruição da camada de ozônio será o grande aumento da incidência de câncer de pele, prejuízos ao sistema imunológico, maior incidência de cegueira e queimaduras, desde que os raios ultravioletas são mutagênicos. Além disso, a hipótese da destruição da camada de ozônio causa o desequilíbrio no clima, resultando no "efeito estufa", o que causa o descongelamento das geleiras polares, conseqüentemente inundação de muitos territórios que atualmente se encontram em condições de habitação, redução da fotossíntese e do crescimento das plantas, destruição dos fitos plânctons, base da cadeia alimentar marinha, com conseqüente aumento da emissão de gás carbônico. De qualquer forma, a maior preocupação dos cientistas é mesmo com o câncer de pele, cuja incidência vem aumentando nos últimos vinte anos. Cada vez mais se aconselha a evitar o sol nas horas em que esteja muito forte, assim como a utilização de filtros solares, são as únicas maneiras de se prevenir e proteger a pele.

Que efeito trás para nós o aumento da radiação ultravioleta?

A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos pesquisou esta situação e prevê que a radiação incrementada de U.V. que alcança a superfície da Terra, poderá ter os seguintes efeitos:

- elevação na ocorrência dos casos de câncer de pele;
- danos às colheitas;
- danos a organismos marinhos;
- aumento do aquecimento do globo terrestre.

Protocolo de Montreal

Em função desses dados alarmantes, 87 países, dentre eles o Brasil, firmaram o Protocolo de Montreal com o objetivo de proteger a camada de ozônio.

As adições ao Protocolo de Montreal exigiram a supressão da produção dos CFC's em fases, começando em julho de 1989 e uma interdição total da produção a partir de 01 de janeiro de 1996 (Para os países subdesenvolvidos esta data tem carência de 10 anos).

A eliminação em fases da produção de R-12, tornou necessário o desenvolvimento de um outro refrigerante apropriado para usar em sistemas móveis de condicionamento de ar. O R-134A tem tomado o lugar do R-12. No entanto, o R-134A não pode ser usado em sistemas que usam atualmente o R-12. O R-12 e R-134A não são compatíveis.

No final da década de 90 ocorreu uma escassez de R-12, mas mesmo assim muitos veículos com sistemas de condicionador de ar que usavam R-12, ainda continuam a circular.

Os produtores estão desenvolvendo refrigerantes alternativos que podem ser usados para essas aplicações. Além disso, eles estão estudando a possibilidade de adaptar veículos mais velhos, ao uso de novos refrigerantes.

Considerações futuras de design dos sistemas de condicionamento de ar não devem concentrar-se apenas em alternativas de refrigerantes, mas também na eficiência desses sistemas com o intento de reduzir a quantidade do refrigerante utilizado.

Conclusões

- Na linha dos esforços globais para proteção do clima, há um interesse em "refrigerantes naturais";
- O uso de refrigerantes não-sintéticos, naturais, basicamente amônia (R-717), dióxido de carbono (R-744) e HC (R-600A, R-290, R-1270) está aumentando em função das suas características ambientais e de desempenho favoráveis;
- Os refrigerantes naturais são muito baratos, o que tem um efeito positivo não só na carga inicial de uma instalação, mas também, considerando os custos operacionais devido aos vazamentos;

- Por outro lado devido à questão de segurança, estima-se que os custos de investimentos para instalações usando refrigerantes naturais são mais alto que para instalações usando refrigerantes sintéticos, dependendo do tipo e tamanho do sistema.
- Não há atualmente um refrigerante ideal, deve-se considerar que cada sistema de RAC dentro de suas particularidades para a escolha do refrigerante.
- Comparando com CFCs e HCFCs o uso destas alternativas apresenta desafios técnicos, incluindo as questões de segurança e eficiência.

Cuidados com a manipulação de fluidos refrigerantes

É preciso chamar a atenção sobre dois procedimentos aparentemente inofensivos, que na realidade provocam danos ambientais. Primeiro: achar que a liberação de compostos do tipo HFC não impacta o meio ambiente. Não devemos liberar nenhum gás para a atmosfera, sob pena de contribuir para o aumento do efeito estufa. Descartar o solvente R-141B após a sua utilização na limpeza dos sistemas frigoríficos na rede de esgoto. O correto é recolher e envasar este composto, após sua utilização, em cilindros apropriados e depois enviar às empresas certificadas pelos órgãos ambientais para que seja dada a destinação final segura.

Danos à saúde:

- Maior incidência de câncer de pele;
- Prejuízos ao sistema imunológico;
- Maior incidência de catarata;
- Queimaduras.

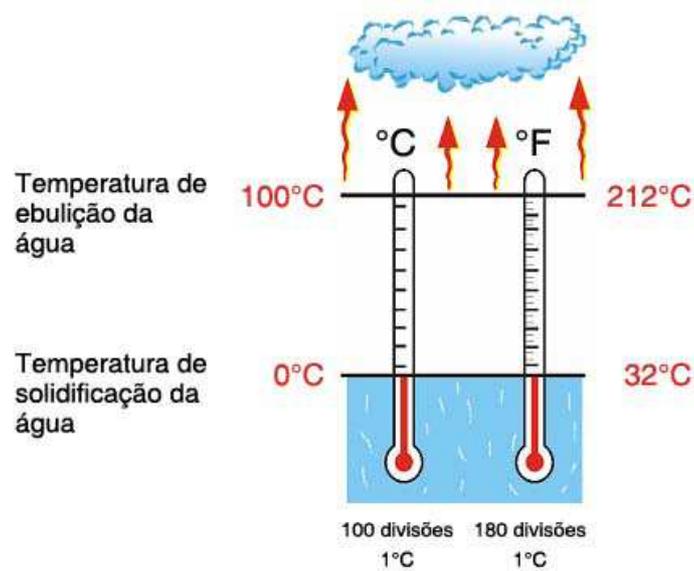
Danos ao Meio Ambiente:

- Redução da fotossíntese e do crescimento das plantas;
- Destruição dos fitos plânctons, base da cadeia alimentar marinha, com conseqüente aumento da emissão de gás carbônico;
- Aumento dos Gases do Efeito Estufa;
- Chuvas ácidas.

2 - NOÇÕES BÁSICAS

TEMPERATURA

Temperatura é definida como grau de agitação molecular de um corpo, ou seja, quanto maior a agitação molecular, maior a temperatura do corpo. A temperatura pode ser determinada pela utilização de um termômetro, como instrumento de medida, e que pode se apresentar no condicionador de ar automotivo em duas escalas de medidas distintas: Celsius (°C) e Fahrenheit (°F).



Para converter graus Celsius em Fahrenheit ou vice-versa, podemos aplicar a seguinte equação de conversão:

Celsius e Fahrenheit

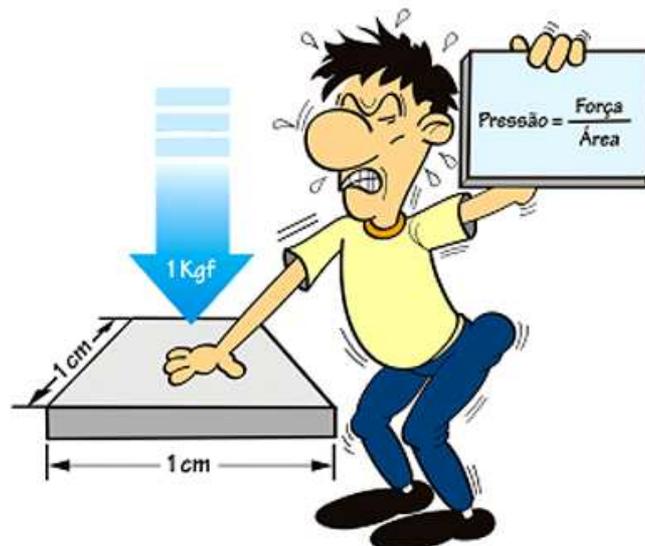
$$\frac{T_c}{5} = \frac{T_f - 32}{9}$$

Celsius e Kelvin

$$T_k = T_c + 273$$

PRESSÃO

É a força exercida sobre uma determinada área.



Pressão atmosférica é o resultado do peso da coluna de ar sobre um determinado ponto. Ao nível do mar, isso representa 1,033 Kgf/cm² ou 14,7 PSI.

Unidades de medidas de pressão

Dependendo do sistema de unidade de medida adotado na linha automotiva, a pressão de um fluido pode ser expressa em kgf/cm², bar e lb/pol².

PSI - Pfare Square Inch - Libras por polegada ao quadrado

CONVERSÃO DE UNIDADES	
1 kgf/cm ²	➔ 14,23 PSI *
1 BAR	➔ 14,5 PSI *
1 atm	➔ 1,033 Kgf/cm ²
1 BAR	➔ 1 Kgf/cm ² (aprox.)

* PSI (libras por polegada quadrada) ou ainda PSig (libras por polegada quadrada manométrica)

Tipos de pressão

Além da pressão atmosférica, existem mais três tipos de pressão:

Manométrica

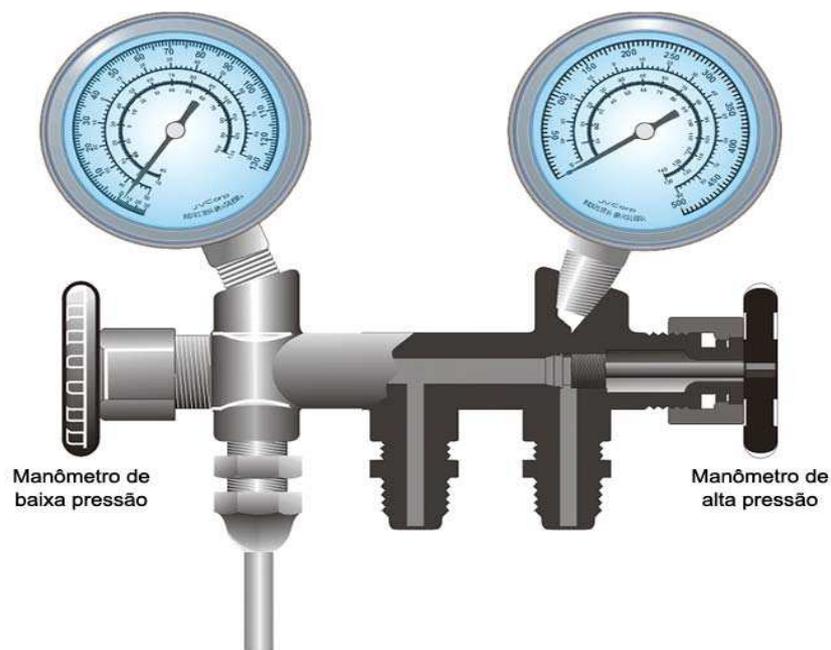
É a pressão medida no manômetro.

Negativa ou vácuo

É a ausência relativa de matéria em um espaço.

Absoluta

É a soma da pressão atmosférica mais a pressão manométrica.



CALOR

É uma forma de energia resultante do movimento vibratório das moléculas em um corpo. A intensidade dessa energia nos transmite as sensações de quente ou frio, em relação à temperatura do corpo humano. Ou seja, é uma forma de energia resultante da diferença de temperatura entre dois corpos, ou seja, calor é a transmissão da energia térmica.

Quando em duas regiões do universo existe uma diferença de temperatura, esta tende a desaparecer espontaneamente pelo aparecimento da forma de energia **CALOR**.

O conjunto de fenômenos que caracterizam esta passagem da forma de energia calor é que denominamos **Transmissão de Calor**.

Teoricamente a transmissão de calor pode ocorrer isoladamente por condução, convecção ou radiação.

Unidade de medida de calor

A unidade de medida mais tradicional para determinar a quantidade de calor é o BTU (British Thermal Unit). Essa unidade térmica inglesa representa a quantidade de calor para aquecer um grau Fahrenheit (1°F), a quantidade equivalente a uma libra (454g) de água.

Existe uma tendência mundial em se utilizar o sistema métrico para medir a intensidade de calor. Por esse sistema, a unidade de medida do calor é a Quilocaloria (Kcal), que representa o calor necessário para levar em um grau Celsius (1°C) a temperatura de 1 Kg de água.

Equivalência	→	1 Kcal = 3,968 BTU
		1 BTU = 0,252 Kcal

Suas unidades de medidas podem ser: Joule, Cal, Kcal, Watt-hora, BTU...

A transferência de calor segue os seguintes princípios:

- Calor sempre transfere do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura (do mais “quente” para o mais “frio”);
- A massa dos corpos não se altera durante a transferência de calor;
- A taxa de transferência de calor é maior quanto maior for à diferença de temperatura entre os corpos.

As formas de transmissão de calor são definidas como Condução - Convecção – Radiação

Conceitos básicos de termodinâmica

O que é Refrigeração?

É o ato de remover ou transferir o calor de um ambiente para outro.

O que é Calor?

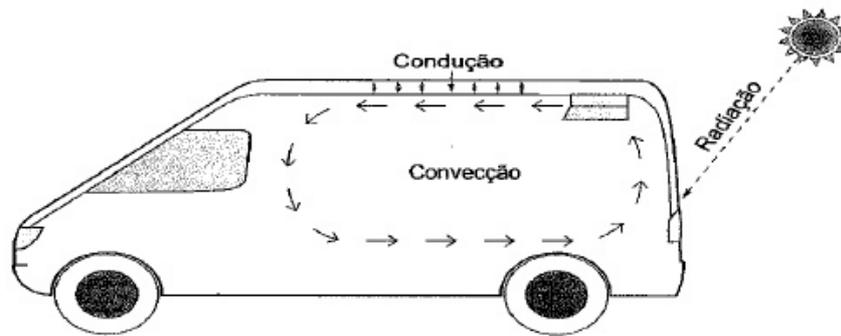
É uma forma de energia que se transmite de um corpo para o outro, como resultado de uma diferença de temperatura entre eles.

Fontes de Calor:

Condução: é a transferência de calor nos sólidos. Na figura, condução é a transferência de calor através das paredes do ônibus.

Convecção: é transferência de calor nos fluidos. Na figura, convecção é a transferência de calor através das correntes de ar dentro do ônibus.

Radiação: é a transferência de calor por raios, ou seja, é a transferência de calor do sol para a terra.



Pessoas: transferência de calor através da transpiração e respiração das pessoas.

Calor sensível: quando o calor absorvido ou cedido por um material causa uma mudança de temperatura no mesmo.

Calor latente: é a energia que causa ou acompanha uma mudança de fase, não mudando a temperatura da matéria.

Calor específico

É representado pela quantidade de calor necessário para mudar a temperatura de uma massa em grau (1°C). As unidades de calor específico são:

- Kcal/Kg $^{\circ}\text{C}$
- BTU/lb $^{\circ}\text{F}$

Na tabela abaixo apresentamos o calor específico médio de algumas substâncias, válido entre 0°C a 100°C .

CALORES ESPECÍFICOS	
SUBSTÂNCIA	Kcal/Kg $^{\circ}\text{C}$
Água	1
Gelo	0,55
Vapor d'água	0,5
Vidro	0,2
Ferro	0,11
Cobre	0,09
Prata	0,05
Mercúrio	0,03
Chumbo	0,03

Calor sensível

É a quantidade de calor recebida ou cedida por um corpo, capaz de provocar, neste corpo, uma variação de temperatura.

Calor latente

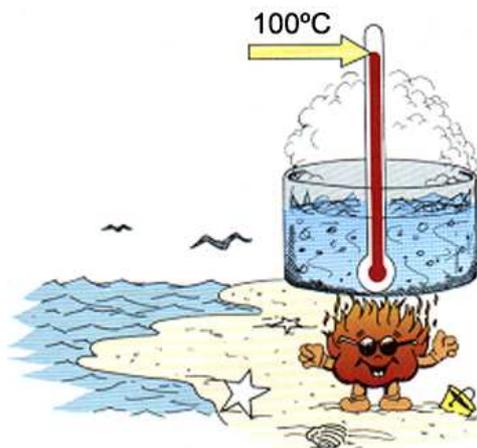
É aquele que provoca mudança de fase sem que haja variação de temperatura.

Temperatura X Pressão

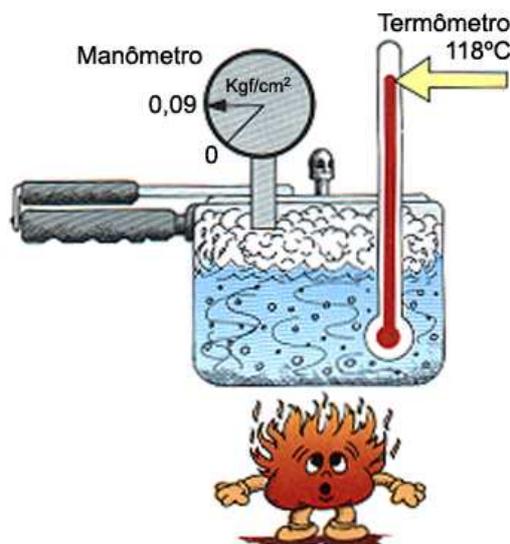
De acordo com a Lei de Charles: “Para cada temperatura, existe uma pressão correspondente”.

Isso quer dizer que, se elevarmos a temperatura de um fluido no interior de um recipiente, sua pressão também se elevará.

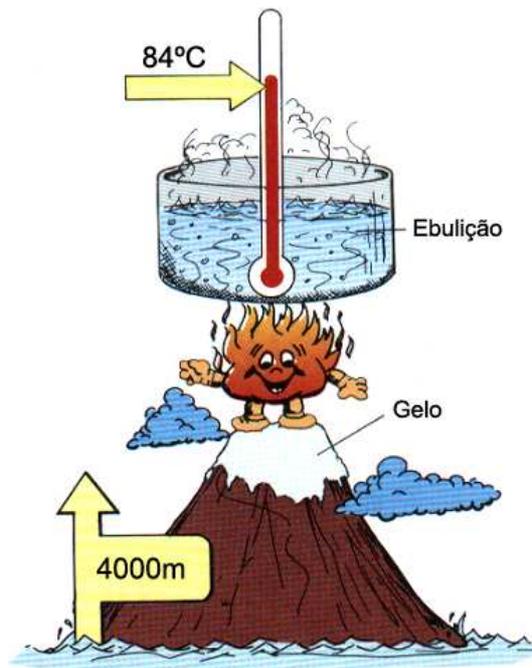
O inverso também é verdadeiro, ou seja, se aumentarmos a pressão de um fluido, sua temperatura também aumentará. A água sobre pressão atmosférica normal (nível do mar) ferve a 100°C.



A temperatura de ebulição da água depende da pressão exercida. Se a pressão exercida sobre a água aumentar em 0,09 kgf./cm², a água não ferverá até que a temperatura atinja 118°C.



A água sob pressão menor que a atmosférica começa a ferver em temperaturas inferiores a 100°C.



Quando a pressão é alta, o ponto de ebulição do líquido também se torna alto. Quando a pressão é baixa, o líquido começa a ferver a uma temperatura mais baixa.

Para facilitar o entendimento, podemos dizer que a cada 400 metros de altitude, a temperatura de ebulição da água diminui em 1°C.

Exemplo:

- Em São Paulo a altitude é de 800 metros..... a água ferve a 98°C
- Em Campos de Jordão a 1.600 metros..... a água ferve a 96°C
- Em La Paz (Bolívia) a 4.000 metros..... a água ferve a 90°C

Por essa razão, surgiu a panela de pressão. Com ela podemos elevar o ponto da ebulição e conseqüentemente a sua temperatura.

Calor x Temperatura

No dia-a-dia estamos constantemente entrando em contato com objetos ou ambientes onde podemos ter a sensação de quente ou frio, percebendo diferentes temperaturas. Algumas expressões podem até apresentar as palavras com seus conceitos trocados, como no caso da expressão “como está calor hoje!”, onde se usa a palavra calor para expressar a temperatura do ambiente. A partir disso se deduz que as sensações de quente e frio que temos também não são sensações de calor e sim de temperatura. Na verdade, temperatura de um objeto ou meio é a medida de o quanto estão agitados seus átomos e moléculas, enquanto que calor ou energia térmica é a quantidade de energia envolvida nessa agitação molecular.

Por exemplo:

Uma xícara de café contém pequena quantidade de calor, mesmo sabendo-se que sua temperatura é de 60°C.

E também podemos dizer que uma piscina tem grande quantidade de calor, mesmo sabendo-se que a água está a uma temperatura de 20°C.

Concluimos então que apesar da pequena quantidade de calor existente na xícara, o café tem uma temperatura mais elevada do que a água da piscina, por estar esse calor concentrado em um pequeno

volume.

UMIDADE

Quando colocamos água e gelo dentro de um copo, podemos notar que surgem gotas de água sobre a superfície externa do copo. Estas gotas de água vêm do ar ao redor do copo, portanto é resultado do vapor de água que estava contido no ar.



Essa umidade do ar pode ser representada de duas formas diferentes:

- Umidade Relativa do ar
- Umidade Absoluta

Umidade Relativa do ar (U.R.)

É a quantidade de água contida no ar, em relação à quantidade de água que o ar pode conter, a uma determinada temperatura. A capacidade de retenção de água do ar frio é menor do que a do ar quente. O ar com 10°C suporta uma quantidade de água menor do que o ar com uma temperatura de 30°C, para um mesmo volume de ar.

A U.R. é obtida através da divisão entre a quantidade real de água pela quantidade máxima de água contida do ar.

Umidade Absoluta

Representa a quantidade de água no ar comparada com ar seco.

Estados da matéria

Podemos definir Estado da Matéria como as características de existência de um corpo sob determinadas condições físicas. Um corpo pode existir em três estados distintos: Sólido, líquido e gasoso.

3 - FLÚIDOS REFRIGERANTES

Fluído refrigerante é a substância que absorve calor de um ambiente a ser refrigerado. O processo através do qual se realiza essa troca de calor é chamada de refrigeração ou condicionamento de ar. Trata-se de flúidos que além de outras características, tem um baixo ponto de ebulição a pressão atmosférica.

Após nadarmos em um dia quente, nós sentimos uma sensação de frescor. Isto ocorre, porque a água retira

o calor do nosso corpo por evaporação. Pelo mesmo motivo, nós sentimos frescor quando aplicamos álcool sobre nossos braços. O álcool retira o calor dos braços também por evaporação.

Todos os fluidos para se evaporarem necessitam ganhar calor e para se liquefazerem, precisam perder calor.

O termo refrigerante se refere ao fluido usado no sistema do condicionador de ar para produzir “frio” pela absorção de calor.

Em geral, um refrigerante é uma substância que circula através das partes do sistema para obtenção do efeito refrescante, absorvendo calor através do processo de evaporação.

Propriedades dos fluidos refrigerantes

Um fluido refrigerante ideal deve ter as seguintes propriedades:

- Liquefazer-se no condensador à temperatura ambiente e a pressões moderadas.
- Evaporar-se à pressão acima da pressão atmosférica.
- Ter pequeno volume específico (pequeno volume em relação a seu peso).
- Ter um elevado calor latente de vaporização.
- Ser quimicamente estável (não alterar, mesmo com repetidas mudanças de fase no circuito).
- Não ser tóxico em ambiente aberto.
- Não ser corrosivo ao material aplicado no equipamento.
- Não ser inflamável.
- Permitir fácil localização de vazamentos.
- Não atacar o óleo lubrificante ou ter qualquer efeito indesejável sobre outros materiais da unidade.
- Ter boa solubilidade com óleo lubrificante aplicado no sistema.
- Ser ecológico (não agredir o meio ambiente).

Aplicações dos fluidos refrigerantes

R-12

É o fluido refrigerante mais utilizado, sobretudo na refrigeração doméstica, comercial e automotiva. Não é tóxico, não é inflamável e nem corrosivo. Além de ser altamente estável, sua temperatura de ebulição à pressão atmosférica, é de $-29,8^{\circ}\text{C}$. Isto significa que ao ser liberado para a atmosfera na forma líquida, o R-12 passa da fase líquida para a fase gasosa, baixando a sua temperatura para $-29,8^{\circ}\text{C}$. Por outro lado, o ponto de solidificação ocorre a -158°C .

R-134A

É um fluido refrigerante alternativo que veio para substituir o R-12. O desenvolvimento e uso do R-134a em sistemas de condicionador de ar responde às preocupações a respeito do meio-ambiente, e mais especificamente à eliminação da camada de ozônio que se encontra em volta da Terra. O consenso mundial é que o cloro originário dos produtos sintéticos químicos chamados clorodifluorcarbonos (CFC's) e o bromo originário dos produtos químicos chamados halogênios, vêm eliminando o ozônio da estratosfera. O R-12 é um clorofluorcarbono usado universalmente como refrigerante, em sistemas de condicionadores de ar automotivos.

O R-134A, foi escolhido pela maioria dos fabricantes de equipamentos, dada a excelência do seu desempenho, como substituto, a longo prazo, do R-12 em aplicações, tais como:

- ar condicionado móvel;
- ar condicionado industrial (chillers centrífugos);
- refrigeração doméstica;
- refrigeração comercial e de transporte.

Como todos os HFC, o R-134A necessita da utilização de óleos sintéticos, por forma a assegurar o retorno ótimo de óleo ao compressor.

O R-134A não contém cloro e, portanto, apresenta menor ameaça ao meio ambiente do que o R - 12. Seu ponto de ebulição é de $-26,15^{\circ}\text{C}$ e seu ponto de solidificação é aproximadamente -139°C .

R - 12	R - 134a
CCl_2F_2	CH_2FCF_3
Estrutura Química	Estrutura Química
<pre> F F — C — Cl Cl </pre>	<pre> H F H — C — C — F F F </pre>
Nome Químico Diclorodifluormetano	Nome Químico Tetrafluoretano
Ponto de Ebulição $-29,79^{\circ}\text{C}$	Ponto de Ebulição $-26,15^{\circ}\text{C}$
Ponto de Congelamento -158°C	Ponto de Congelamento -139°C

Características do R – 134A

O refrigerante R-134A é quimicamente similar ao refrigerante R-12 porém, os dois não são intercambiáveis ou compatíveis. Os designers de sistemas de condicionador de ar em veículos tiveram que modificar os seus desenhos para assegurar um desempenho adequado e operações qualitativas a longo prazo.

Em geral, o desempenho do R-134A é menos eficiente do que o R-12 e requer componentes maiores. O R-134A exige mais pressão do sistema e mais fluência de ar através do condensador para retirar o calor armazenado no fluido refrigerante.

O R-12 e o R-134A desenvolvem mais ou menos as mesmas pressões em temperaturas mais baixas. Acima de 8°C , o R-134A começa a atingir valores de pressão superiores a do R-12 quando submetido à mesma temperatura.

O R-134A não contém cloro e tem uma potência de eliminação de ozônio igual a zero.

As principais alterações feitas para utilização do gás refrigerante R-134A foram:

- Forma e material das juntas e vedadores.
- Valores de pressão reajustados.
- Material do filtro ou acumulador
- Aumento da capacidade do condensador.

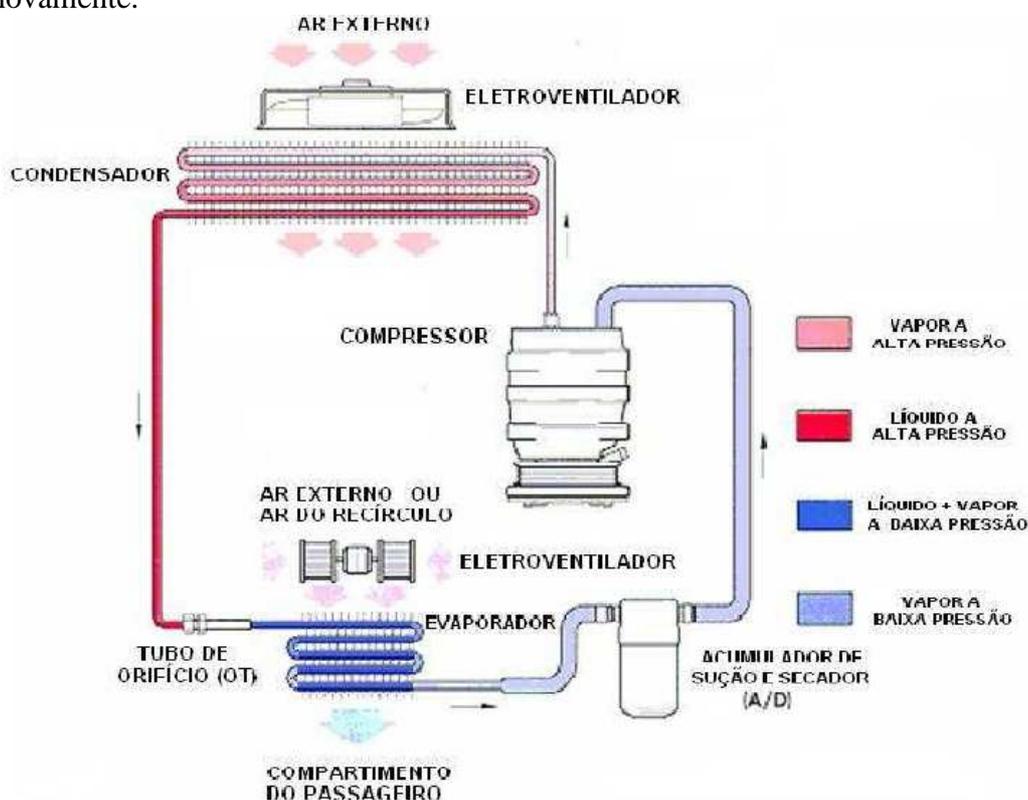
Diferenças entre os sistemas R-12 e R-134A

- R-134A absorve mais água que o R-12. São necessários novos agentes dessecadores;
- R-134A penetra nas mangueiras de borracha com maior frequência que o R-12, necessita-se de mangueiras com forro de nylon;
- Óleos baseados em minerais não providenciam lubrificação adequada em sistemas com R-134A. O óleo desenvolvido para uso com R-134A em combinação com R-12 se decompõe formando algo parecido com “lama” e podem danificar sistemas;

- Sistema de condicionamento de ar que utilizam R-134A operam compressões maiores daqueles com R-12.
- Ambos os refrigerantes não são inflamáveis na temperatura ambiente. Contudo, o R-134A pode tornar-se inflamável nas pressões acima da pressão atmosférica, em combinação com concentrações de ar superiores a 60%.
- O R-134A absorve mais água do que o R-12. Isso significa que novos agentes dessecadores são necessários. O R-134A precisa de aproximadamente de 10% a 20% mais de agentes dessecadores do que sistemas com R-12.
- Foram desenvolvidos óleos especiais de polialquilenglicol sintéticos (óleos PAG) para uso em sistemas com R-134A. Os óleos lubrificantes para sistemas de condicionadores de ar baseados em minerais, não providenciam lubrificação adequada em sistemas com R-134A.
- O R-134A tem um potencial de eliminação de ozônio (ODP) igual a zero. Entretanto, tem um potencial de aquecimento global de halocarbono de aproximadamente de 0,3. Portanto, a recuperação do R-134A é obrigatória nos Estados Unidos desde 1995.

4 - CIRCUITO BÁSICO DE REFRIGERAÇÃO

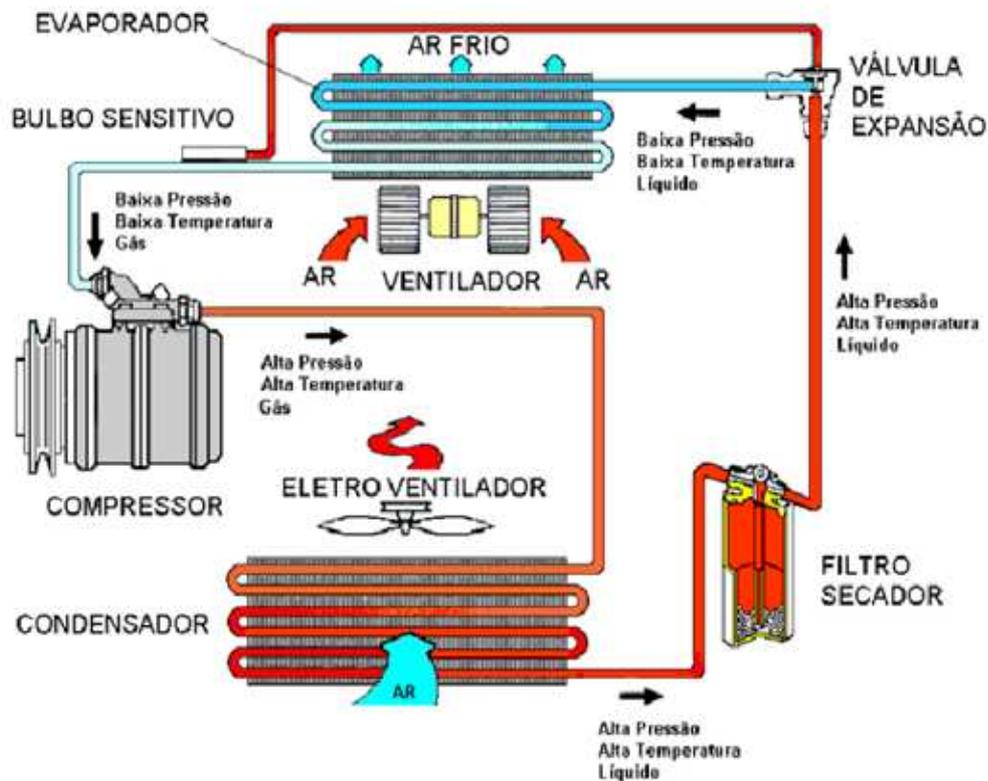
O princípio de funcionamento dos condicionadores de ar, nada mais é do que a troca de temperatura do ambiente interno pelo externo, através da passagem do ar pela serpentina do evaporador (radiador frio) que por contato sofre queda de temperatura, baixando a umidade relativa do ar. A refrigeração é possível graças às mudanças de estado do refrigerante, ora em estado líquido (alta pressão), ora gasoso (baixa pressão). Ao mudar do estado líquido para o gasoso, processo chamado de evaporação, absorve o calor do ar dentro do habitáculo, superaquecendo o gás refrigerante. De modo inverso, ao passar do estado gasoso para o líquido, o refrigerante perde calor na parte externa do veículo, processo chamado de condensação, onde o gás refrigerante recebe super-resfriamento. Ou seja, perde o calor absorvido no evaporador. Quando alcançado a temperatura desejada é feita leitura através de um sensor localizado no evaporador que este por sua vez desliga o compressor, fazendo com que o equipamento mantenha a temperatura de conforto humano por algum tempo, qualquer variação nessa temperatura automaticamente aciona o compressor novamente.



O compressor succiona o fluido refrigerante no estado gasoso (vapor super aquecido) e descarrega em alta pressão para o condensador. Ao entrar no condensador, o fluido refrigerante muda do estado gasoso para o estado líquido perdendo calor para o fluxo de ar frontal. Ao sair do condensador (líquido sub resfriado e ainda em alta pressão) vai para o filtro dessecante onde serão absorvidas as impurezas e a umidade provenientes do desgaste de componentes e exposição do sistema “em aberto”.

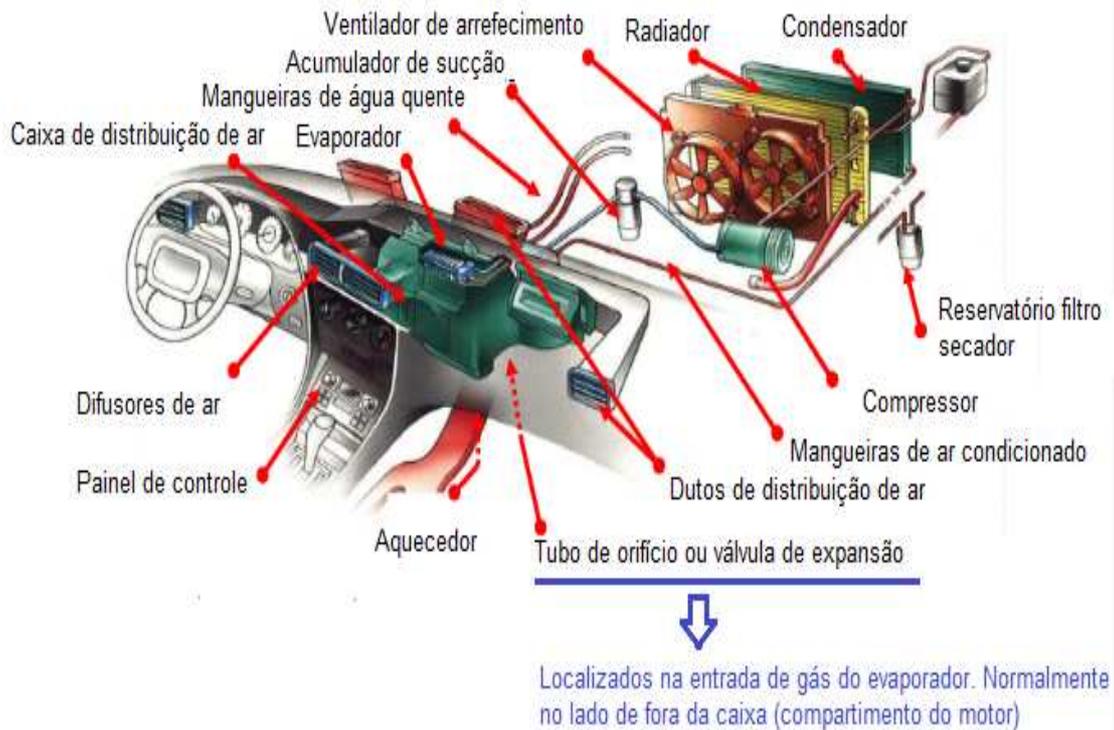
Seguindo ainda o circuito, o fluido refrigerante sai do filtro para o dispositivo de expansão, onde será “pulverizado” em estado líquido e em baixa pressão no evaporador.

Através do fluxo de ar insuflado no evaporador, pelo ventilador da caixa distribuidora de ar, o fluido refrigerante absorve o calor do habitáculo do veículo transformando-se do estado líquido para gasoso, passando pelo retorno do evaporador e seguindo para a linha de sucção do compressor, iniciando novamente o ciclo.



5 - COMPONENTES DO SISTEMA DE AR CONDICIONADO

Aquecedor.	Filtro Antepõem.
Bobina magnética	Muffler.
Caixa de ar.	Polias
Chicote elétrico	Pressostatos.
Comando elétrico	Sensores
Compressor.	Tanque de sucção
Condensador.	Termostato.
Correia	Tubo Expansor.
Eletros ventiladores.	Tubulação (alumínio e borracha especial).
Evaporador.	Válvula de Expansão.
Filtro Acumulador Secador.	



COMPRESSOR

O compressor é o “coração” do sistema. Sua função é fazer com que o fluido refrigerante circule no circuito que por sua vez, absorve o calor do habitáculo e o dissipa para a parte externa do veículo.

É o compressor que faz o fluido refrigerante circular através da tubulação, passando por vários componentes, dentre eles o evaporador e o condensador.

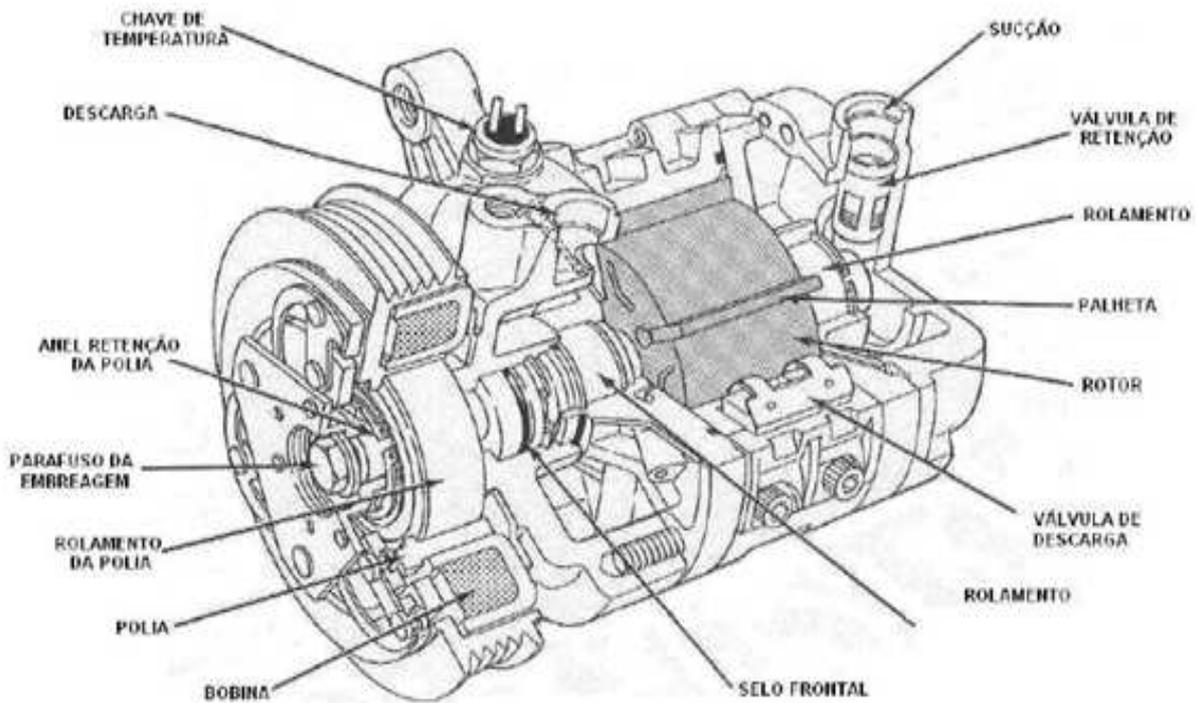
O compressor do ar condicionado automotivo não é movido pela eletricidade mas sim pela rotação do motor do veículo;

Tem como finalidade comprimir o gás refrigerante do sistema que foi succionado na forma gasosa à baixa pressão, liberando-o na forma gasosa à alta pressão, através de pistões, palhetas ou espiral internos.

Impulsionado através de polias tracionado por correia pelo motor do veículo.



Compressor Celta CVC



A quebra de um compressor pode ser ocasionada pelos seguintes fatores:

- Compressores mal dimensionados, ou seja, compressores não compatíveis com o sistema.
- Adaptações de suportes não adequados para compressores.
- Calços hidráulicos provenientes de como está sendo efetuada a carga de fluido refrigerante.
- Quantidade de fluido refrigerante inadequada para a capacidade do sistema.
- Vazamentos de selos retentores e anéis de vedação, principalmente quando utilizamos compressores de sistemas com fluido refrigerante R-12 em sistemas com fluido refrigerante R-134A.
- Falta de lubrificação, identificada principalmente quando desmontamos o compressor defeituoso e é constatado “fundimento”, “azulamento” dos pistões do compressor.

CONDENSADOR

O condensador é o componente responsável pela condensação do fluido refrigerante, ou seja, transforma o fluido do estado gasoso para o estado líquido através do fluxo de ar frio, promovido pela entrada de ar frontal ou por ventoinhas instaladas próximas ao mesmo.

Pode estar localizado junto ao radiador do motor do veículo ou na parte externa das cabines de operação das máquinas (tetos ou laterais).

O condensador é montado na frente do veículo e atua como um radiador.

Os condensadores devem estar com suas aletas sempre limpas e retas, impedindo que haja um bloqueio do fluxo do ar prejudicando todo o sistema.

Um condensador em perfeito estado de conservação providencia uma melhor troca de calor, retirando o calor do fluido refrigerante, conseqüentemente teremos um melhor balanceamento da quantidade de óleo lubrificante em todo o sistema.

Se tivermos um condensador em mal estado de conservação, haverá uma maior quantidade de fluido refrigerante em estado gasoso originando uma queda de rendimento do sistema, ou seja, não haverá refrigeração na cabine de operação da máquina. Como conseqüência, haverá menor quantidade de óleo

lubrificante circulando no sistema que poderá ocasionar até mesmo o travamento do compressor.

Outras conseqüências:

- Superaquecimento da linha de alta pressão podendo romper alguma mangueira.
- Superaquecimento do próprio condensador podendo ocorrer possíveis vazamentos.
- Falta de lubrificação nos anéis O’rings, acarretando possíveis vazamentos.

Vale ainda ressaltar que quando substituímos o condensador original do sistema por outro de maior ou menor tamanho, dimensionamos o sistema incorretamente, pois poderá haver excesso ou falta de fluido refrigerante, provocando um desbalanceamento das quantidades de fluido refrigerante e óleo lubrificante no sistema de climatização.

Existem opções de condensadores com filtro secador integrado.



Condensador Celta Novo/prisma 07 Acima

No condensador, o fluido quente dissipa grande parte de seu calor no ambiente

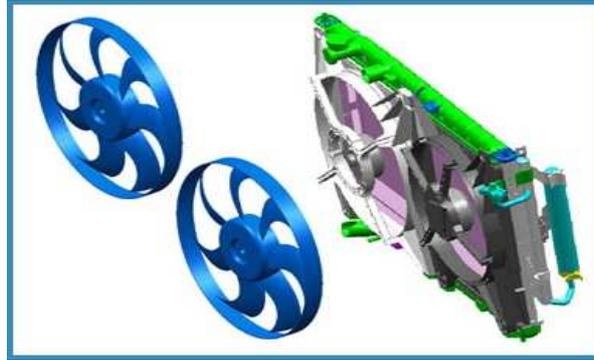
Como o calor é muito, o condensador em si não é suficiente para dissipar toda essa energia térmica.

Por isso faz-se necessária a presença de uma hélice, que em entre os mecânicos é chamada de ventoinha

VENTOINHA



A ventoinha é acionada de tempos em tempos e remove o ar da superfície do condensador, jogando o ar quente para fora do veículo. Alguns veículos utilizam duas ventoinhas sendo uma para o condicionador de ar e outra para o radiador do motor. Abaixo podemos ver um exemplo de ventoinha dupla utilizada em alguns veículos.



Estas ventoinhas podem ser acionadas automaticamente a qualquer momento, mesmo estando o veículo com a chave desligada.

FILTROS SECADORES E ACUMULADORES

O filtro secador tem um papel importante no sistema de refrigeração, pois tem a função manter o sistema livre de possível umidade, bem como absorver também partículas que se desprendem do sistema.

Por isso o filtro secador é colocado na tubulação de forma que o fluido passe por dentro do mesmo.

Entretanto devemos observar que em um sistema automotivo existem dois tipos de filtros secadores, 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.

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

O filtro secador e o acumulador possuem as mesmas funções:

- Reter impurezas provenientes do desgaste dos componentes (Filtra impurezas).
- Reter umidade evitando formação de gelo obstruindo a passagem de fluido refrigerante (Absorve a umidade remanescente no sistema).
- Ser um reservatório, evitando o excesso ou falta de fluido refrigerante no sistema dependendo das condições climáticas (Reserva refrigerante líquido).

A utilização do filtro secador ou acumulador depende do tipo de dispositivo de expansão utilizado no sistema de climatização, sendo que quando for:

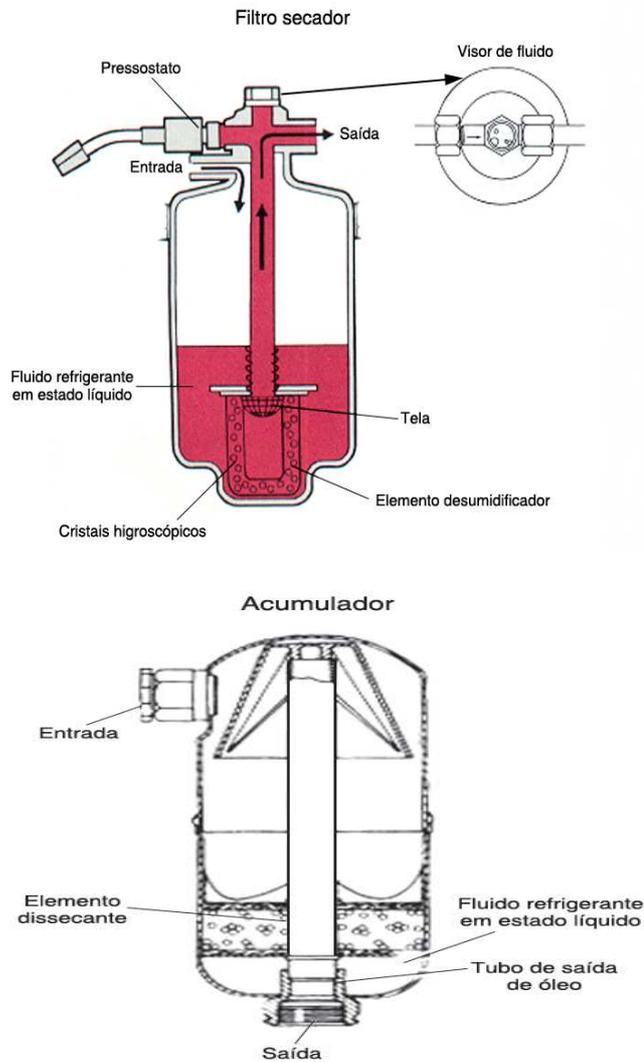
- Filtro-secador, o sistema possui válvula de expansão.
- Acumulador, o sistema possui tubo orifício.

A vida útil desses componentes é de 2 anos, mas este tempo pode ser reduzida toda vez que o sistema é aberto (sofre intervenções para manutenção), principalmente quando não há uma limpeza ou evacuação do sistema adequada.

Como identificar que o filtro ou acumulador deve ser trocado?

Através de um termômetro com infravermelho, verificar as temperaturas de entrada e saída das mangueiras que ligam estes componentes ao sistema. Se a temperatura de saída for inferior à temperatura de entrada, e essa diferença for acima de 2 graus, é sinal que estes componentes estão em início de saturação, devendo-se providenciar o recolhimento e reciclagem do fluido refrigerante, limpeza interna do

sistema, troca do filtro ou acumulador, vácuo mínimo de 40 minutos, carga de fluido refrigerante adequada e efetuar os testes de rendimento e de diagnóstico final. Alguns filtros possuem um visor para verificação da cor do fluido refrigerante, caso esteja na cor marrom, isto indica a presença de umidade no sistema sendo necessária a substituição do filtro.

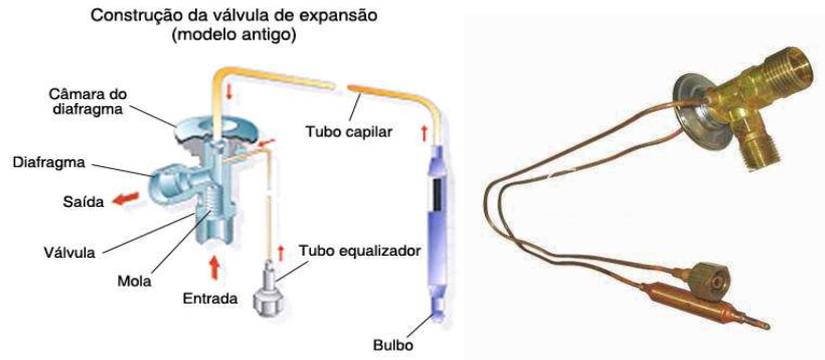


DISPOSITIVOS DE EXPANSÃO

Em um circuito de refrigeração existem as linhas de baixa pressão (sucção) e de alta pressão (descarga). O “ponto de divisão” que determina as duas linhas é chamado de dispositivo de expansão. O seu papel no circuito é “pulverizar” o fluido refrigerante no evaporador em baixa pressão, logo em baixa temperatura. Existem na área automotiva 3 tipos de dispositivos.

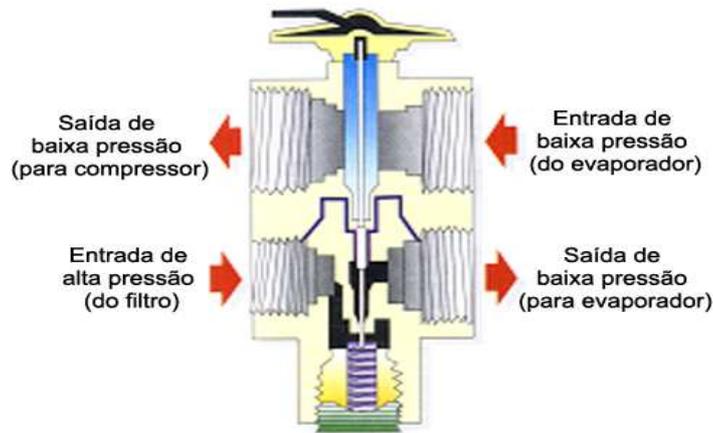
São eles:

- Válvula de expansão termostática com tubo equalizador externo:

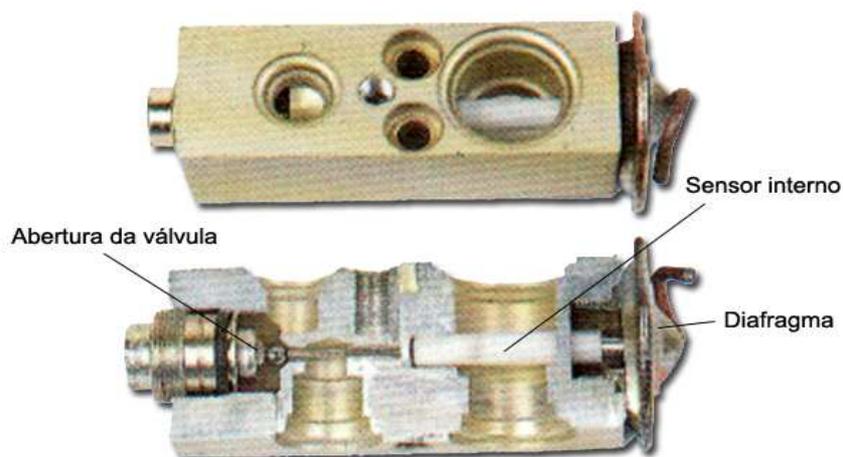


- Válvula de expansão termostática com sensor interno (tipo bloco)

Esquema de funcionamento da válvula Tipo bloco



Válvula de expansão com sensor interno



- Tubo orifício fixo ou estrangulador

Tubo com orifício de expansão

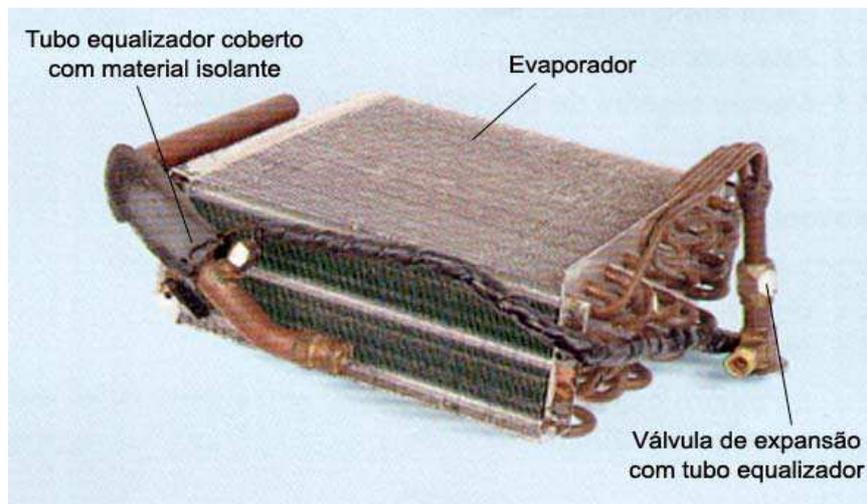


VALVULA DE EXPANSÃO

A válvula de expansão é o componente responsável por reduzir a pressão do fluido. Com a redução da pressão do fluido, o mesmo sofre enorme resfriamento e agora está pronto para ser aplicado no evaporador.

As válvulas de expansão são dimensionadas conforme o projeto do sistema de climatização.

Não devem ser alterados para soluções momentâneas (gambiarras). As válvulas de expansão com tubo equalizador devem ser protegidas com uma camada de isolamento térmico para que haja controle de fluido refrigerante na entrada do evaporador.



Quando o sistema possui válvula de expansão termostática com sensor interno em comparação ao sistema com a válvula de expansão com tubo equalizador, passa operar com mais vantagens, pois possui uma resposta mais rápida por não sofrer interferências de fatores externos, devido ao sensor térmico estar localizado no interior da válvula. Em hipótese alguma altere o sistema, tentando substituir válvulas com equalizador externo por válvulas com sensor interno, pois cada sistema trabalha com quantidades de fluidos refrigerantes diferentes, sem mencionar que outros componentes como condensadores, evaporadores, conexões de mangueiras e compressores não são intercambiáveis.

Vantagens Válvula de expansão termostática com sensor interno

- Resposta mais rápida, pois o sensor térmico está no interior da válvula;
- Não sofre interferência de fatores externos;
- Maior durabilidade em função de sua construção mais robusta.

TUBO DE ORIFÍCIO

Como a válvula de expansão, o tubo de orifício fixo tem a finalidade de reduzir a pressão do fluido refrigerante para que este entre em baixa temperatura no evaporador. Por isso veículos que possuem o tubo de orifício não possuem a válvula de expansão.

Através de um orifício calibrado, ou seja, invariável, pulveriza o fluido refrigerante constantemente. Por não haver controle de entrada do fluido, como a temperatura da cabine de operação tende a reduzir diminuindo a necessidade de troca de calor no evaporador, pode ocorrer o retorno de fluido em estado líquido para o compressor. Assim, o filtro é instalado na linha de baixa pressão atuando como um acumulador, garantindo a segurança do compressor contra um eventual “calço hidráulico”.

Apesar da válvula de expansão e o tubo de orifício ter a mesma função, existem diferenças nas formas como os mesmos atuam no sistema. Essas diferenças serão refletidas na forma como sistema é montado, sendo que sistemas com válvula de expansão utilizam filtro secador com reservatório de líquido e os veículos com tubo de orifício utilizam filtro secador do tipo acumulador.

A posição dos filtros secadores no sistema também varia dependendo do fato do veículo utilizar válvula de expansão ou tubo de orifício

EVAPORADOR

O evaporador é o componente responsável pelo resfriamento do ar que vai para dentro da cabine.

O fluido refrigerante ao sair do dispositivo de expansão entra no evaporador, ainda sob a forma líquida, porém em baixa pressão e em baixa temperatura. Ao circular através da tubulação do evaporador, absorve o calor do ar do interior da cabine que passa pelas aletas.

Ao absorver esse calor, o fluido transforma-se em vapor sob baixa pressão, o qual será succionado pelo compressor.

O evaporador encontra-se na caixa de ar no interior da cabine. Quando o ar se condensa em contato com as aletas do evaporador, forma-se certa quantidade de água que precisa ser conduzida para o exterior da cabine. Isto se faz através da parte inferior da caixa de ar que serve como bandeja para drenar a água, feita por um tubo plástico, mais conhecido como dreno.

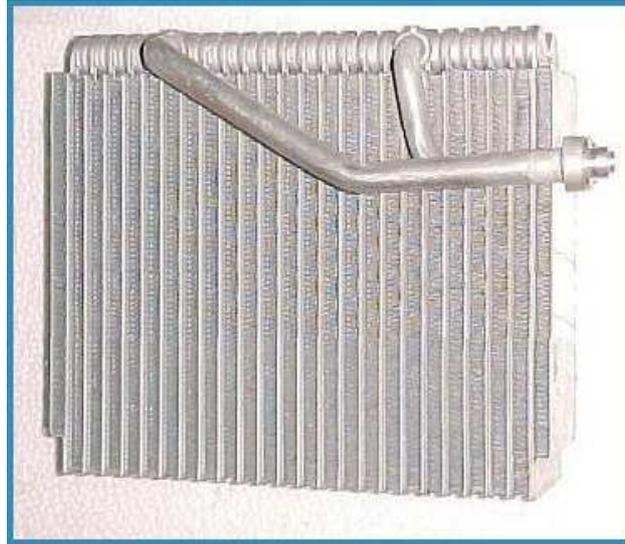
Em caso de entupimento do dreno poderá haver acúmulo de água, que é propício para a criação de fungos que produzem um mau cheiro toda vez que o sistema de climatização é ligado.

O evaporador também como o condensador deve estar limpo e com suas aletas retas, para que haja o rendimento total para a refrigeração do interior da cabine.

As possíveis conseqüências no caso de uma deficiência do fluxo do ar podem ser:

- Queda de rendimento de refrigeração do habitáculo.
- Congelamento do evaporador, originando retorno de fluido refrigerante para o compressor provocando um possível calço hidráulico.

Obs: Quando o sistema possui termostato instalado no evaporador, pode haver uma ciclagem (liga/desliga) do compressor.



Evaporador

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. O frio do evaporador é então soprado para dentro da cabine do veículo por meio de um elemento chamado de soprador. O acionamento 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 do meio.

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 gasoso.



Soprador

CAIXA DE AR

A Ventilação capta o ar externo ou interno (recirculo) para o interior do veículo, com a finalidade de ventilação da cabine do veículo. A caixa de ar com aquecimento é conhecido por HV (Heating - calefação)& (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.



FILTROS ANTI-PÓLEN OU FILTROS DE CABINE

Pó, fuligem, pólen, germes, bactérias, ácaros e fungos fazem parte do ar que você respira diariamente, porém, são filtrados com eficácia pelos Filtros Anti - pólen, melhorando a qualidade do ar respirado pelos ocupantes do veículo. Estes filtros evitam também a entrada de folhas de árvores e poeira que provocam uma má qualidade no ar da cabine.

Estes filtros com o tempo de uso ficam saturados e deve ser orientado ao operador que verifique seu estado. Caso haja obstruções por depósitos de poeira ou folhas, deve ser limpo com ar comprimido, nunca lave-o com água. Se mesmo após a aplicação do ar o filtro continuar impregnado, deve ser substituído.

Em hipótese alguma deixe o sistema sem este filtro, pois ocorrerá um acúmulo de depósitos no evaporador obstruindo a passagem do ar pelas aletas ocorrendo queda no rendimento de refrigeração no interior da cabine.

Alguns filtros possuem carvão ativado melhorando a qualidade do ar. Estes filtros oferecem proteção ainda maior. Sua estrutura é similar à dos filtros somente de microfibras, com uma camada adicional de carvão ativado. Essa camada absorve os gases nocivos à saúde e o mau cheiro, como o ozônio, óxido de nitrogênio, dióxido de enxofre e hidrocarbonetos.

Intervalo regular de troca

A manutenção do filtro anti - pólen deve ser feita obedecendo à orientação do fabricante do produto. Via de regra, recomenda-se a troca do filtro de cabine a cada ano (6 meses) ou a cada 15000km. Filtros anti - pólen com carvão ativado a substituição deve ser efetuada também com (6 meses) ou 10000km, devido a sua capacidade de filtragem ser mais eficiente. Deve-se levar em conta a quantidade do uso do veículo e do ar condicionado em vias de tráfego intenso, pois o período de troca pode ainda ser reduzido.



Alertas para a troca

Como a alta concentração de poluentes no ambiente pode influenciar a validade do filtro, a troca também é recomendada sempre que forem observadas as seguintes condições:

- Odor desagradável (filtro e sistema de ventilação sujos);
- Redução da entrada de ar para a cabine (filtro saturado);
- Perda de eficiência do ar condicionado;
- Sensação de ar pesado no interior do veículo.

Dicas de instalação

Para usufruir ao máximo as vantagens do filtro anti - pólen siga algumas orientações:

- Retire o filtro usado com cuidado, para que não caia sujeira na tubulação limpa.
- Limpe com um pano úmido ou aspire o reservatório do filtro, antes de colocar o filtro novo.
- Certifique-se de que o filtro está bem encaixado na posição correta, a fim de evitar a passagem de sujeira para dentro da cabine.
- Não lave, sopre ou aspire o filtro usado com ar comprimido, pois o elemento filtrante poderá ser danificado e sua capacidade de filtração ficará prejudicada.(este procedimento é válido somente para filtros de microfibras e ou com carvão ativado)
- Inspeção e limpe sempre todas as conexões quando necessário, tubulações, dutos e ventilador existentes entre o filtro e a cabine.



AQUECEDOR

O aquecedor é o responsável pelo aquecimento do compartimento. Ele é posicionado após o evaporador o que ajuda a reduzir a umidade relativa do ar. Tornando o ar com maior potencial de absorção de umidade do compartimento.

Utilizando-se este ar quente, através de válvulas (flaps) comandadas pelo painel de controle, faz-se a mistura com o ar que vem do evaporador permitindo o ajuste de temperatura do ar na saída dos difusores. O seu aquecimento é provido pelo sistema de arrefecimento do motor, através de uma derivação das mangueiras de água do sistema de arrefecimento. Em alguns modelos, existem válvulas de fechamento da água que passa pelo aquecedor, para garantir o máximo desempenho ao ar condicionado nas condições de verão.



MANGUEIRAS E DUTOS DE GÁS REFRIGERANTE

Tubos Rígidos e Flexíveis:

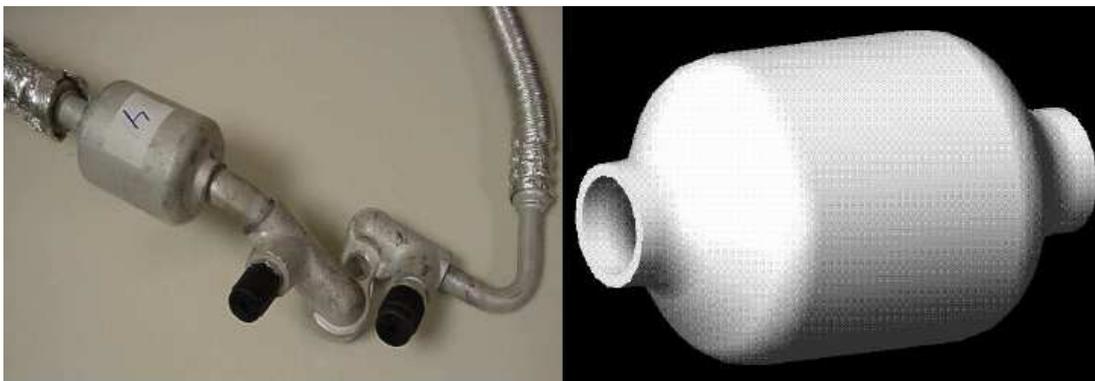
- Tubos fabricados em alumínio, sendo revestidos em manto térmico;
- As conexões são montadas por pressão;
- Todas as conexões têm anéis de vedação interna;
- Os flexíveis são fabricados com borracha especial.

Normalmente os componentes são interligados com tubos de alumínio e mangueiras de borracha. As partes solidárias que não requerem liberdade de movimento, normalmente são totalmente em alumínio porem, quando necessitam de um grau de liberdade, devido às movimentações, como: de bloco motores (suspensos em coxins), com os trocadores normalmente presos por coxins e etc., são requeridas mangueiras. Além dos requisitos de vibração e ruído, elas devem prover velocidades mínimas suficientes de condução do gás, para que o óleo seja arrastado e retorne ao compressor. Por outro lado elas não podem proporcionar velocidades muito altas ao gás, para não ocasionarem altas perdas de pressão nas linhas, levando à redução de desempenho e aumento de consumo. Outros critérios são considerados para o dimensionamento estrutural, como pressão etc.



MUFFLER

Muffler são atenuadores de ruídos, normalmente utilizados em compressores tipo alternativos (tipo pistão), com o objetivo de reduzir ruídos provenientes de pulsos de pressão. São dimensionados em função da frequência e amplitude do ruído. Através de mudança brusca de geometria (aumento da secção transversal), atenua as pulsações provenientes do compressor. Suas aplicações devem ser as mais próximas possíveis do compressor, o qual é a fonte geradora do mesmo.



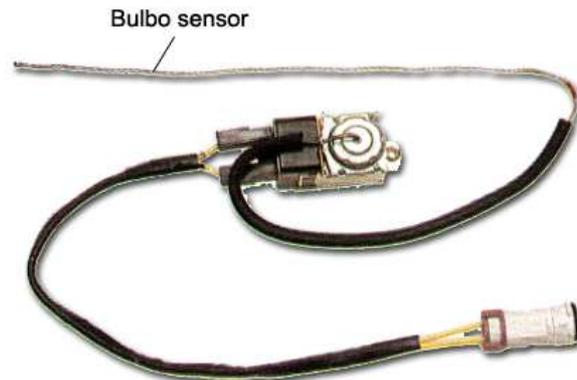
DISPOSITIVOS DE SEGURANÇA

O controle das pressões no circuito de refrigeração é assumido por interruptores dependentes da temperatura e da pressão. Em caso de necessidade, ligam os eletro ventiladores ou desligam o compressor. Em situações extremas, a válvula de segurança atua reduzindo a pressão no circuito.

TERMOSTATO

As temperaturas no evaporador podem chegar até -20°C , podendo haver um congelamento na superfície do evaporador, provocando uma queda de rendimento do sistema de climatização. Para que não haja tal congelamento é instalado um termostato (contato por temperatura) entre as aletas do evaporador, ligado em série com a embreagem do compressor.

Este termostato possui um contato monitorado pelo bulbo sensor. Quando a temperatura sentida pelo bulbo sensor está baixa, o fluido do bulbo se contrai e o contato se abre pela ação oposta da mola, desligando a embreagem do compressor.



PRESSOSTATO

O pressostato é um contato acionado pela pressão do sistema do condicionador de ar onde, dependendo da pressão pode acionar o compressor ou desarmá-lo conforme a variação da pressão, desligando o compressor do sistema.

No caso de alguns sistemas existem 2 tipos de pressostatos: o de baixa pressão e alta pressão.

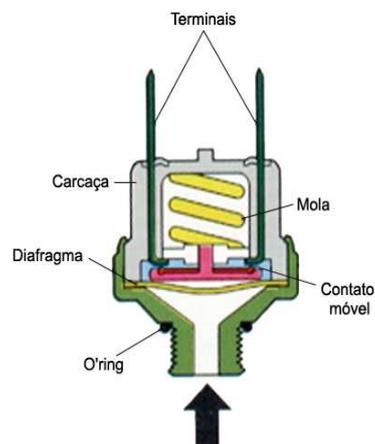
Pressostato de baixa pressão

O pressostato de baixa pressão pode estar na linha de baixa pressão ou na linha de alta.

Sua função é interromper a corrente elétrica da embreagem eletromagnética do compressor, caso ocorra um vazamento ou uma pressão muito baixa fora das especificações. Evita-se assim, um travamento do compressor por falta de lubrificação. Este interruptor é do tipo N/A (normalmente aberto). Em média, liga com acima de 32 PSI e desliga abaixo de 28 PSI.

A medição é de forma indireta, ou seja, em vez de medir a temperatura diretamente, mede a pressão referente à temperatura de evaporação. Quando a pressão diminui temperatura diminui, o pressostato desliga a embreagem do compressor.

Pressostato de baixa pressão

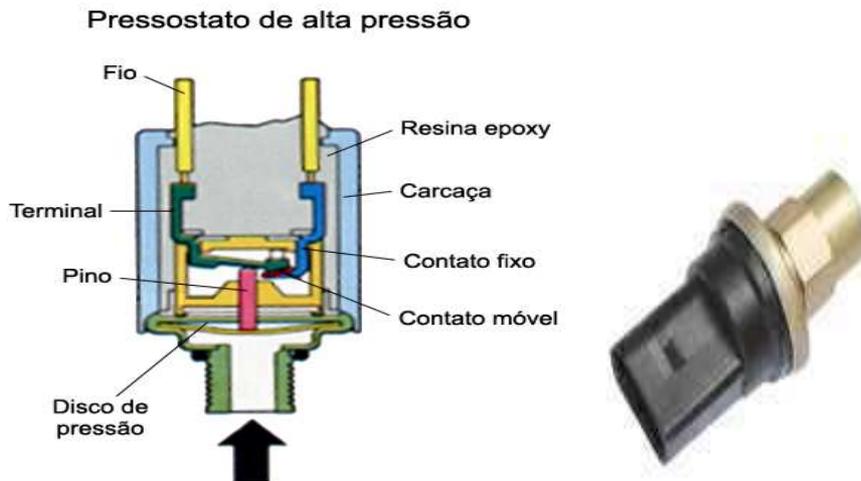


Pressostato baixa VW Santana



Pressostato de alta pressão

O pressostato de alta pressão está localizado na linha de alta pressão. Sua função é interromper a corrente elétrica da embreagem eletromagnética do compressor, caso ocorra um excesso de pressão no sistema, impedindo o rompimento das mangueiras ou da válvula de segurança. O pressostato de alta pressão está ligado em série com o pressostato de baixa pressão, na linha do compressor e, está calibrado para desligar o circuito com pressões em média, acima de 450 PSI. Este interruptor é do tipo N/F (normalmente fechado). Em média desliga acima de 450 PSI e volta ligar abaixo de 370 PSI.



Pressostato alta VW Fox, Golf, Passar

DISPOSITIVOS DE CONTROLE

SENSORES DE TEMPERATURA

Os sensores de temperatura são normalmente tipo termistores. Comumente vê-se utilizá-los para medições de temperatura externa (tanto como somente informativo, quanto para auxílio nos controladores eletrônicos automáticos) e temperatura interna, normalmente somente para auxílio nos controles eletrônicos automáticos.



PAINEL DE CONTROLE

Responsável por comandar as funções do ar condicionado do veículo:

- Liga / desliga o AC
- Ar recirculo /externo

- Velocidades do ventilador
- Modo de distribuição do ar (vidros, pés, rosto e etc.)
- Controle de Temperatura
- Podem ser mecânicos através de engrenagens, cabos ou elétricos através de moto atuadores.

6 - EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS PARA MANUTENÇÃO DE AR CONDICIONADO

Engate Rápido Alta Pressão	Engate Rápido Baixa Pressão
Balança Digital para carga de gás até 20 Kg	Clipadeira de Bancada
Bomba de Vácuo (entre 5cfm e 10cfm)	Clipadeira Manual
Detector de Vazamento	Manifold
Kit Extratores de Embreagem	Farolete de Luz Ultra Violeta
Óculos de Proteção Ultra Violeta	Multímetro Digital
Pente para Aletar Condensadores	Unidade Recicladora
Recicladora Portátil	Termômetro Digital
Termômetro Digital Espeto	Termômetro Penta Digital
Luz Ultra Violeta Tipo Caneta	Chave Trezeta
Prença Hidráulica	Vacuômetro (digital ou eletrônico)
Alicate Amperímetro	Cilindro de Nitrogênio Seco
Cortador de Tubos	Cortador de Mangueiras
Estanhador	Alicate de Corte
Alicate de anel elástico interno e externo	Máquina de Solda Elétrica
Alicate de Terminal e Terminal Emenda	Furadeira de Bancada
Equipamento de Solda Oxi-acetileno	Furadeira
Parafusadeira	Morsa de Bancada
Conjunto de Chaves Torx	Conjunto de Chaves Allen
Alicate Universal	Alicate Universal Bico Fino
Alicate de Pressão	Martelo de Borracha
Extrator de Polia	Garrafa de Gás 134 ^a
Sacador de Ventil	Injetor de contraste
Alicate de Anel Elástico Interno e Externo Bico Curvo	

7 - EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

EPI são ferramentas de trabalho que visam proteger a saúde dos funcionários das empresas sejam elas oficinas ou não, que utilizam produtos tóxicos, contaminantes, explosivos ou quaisquer outros que possam causar danos à integridade física de seus colaboradores, reduzindo os riscos de acidentes e grau de intoxicação decorrentes da exposição.

As vias de exposição são: Ocular, Dérmica, Inalatória e Oral.

Intoxicação, ferimentos ou até em alguns casos causando a morte durante o manuseio de equipamentos ou a aplicação de produtos é considerado acidente de trabalho.

O uso de EPI é uma exigência da legislação trabalhista brasileira através de suas Normas Regulamentadoras. O não cumprimento poderá acarretar em ações de responsabilidade cível e penal, além de multas aos infratores.

Segurança na oficina mecânica

Falta de exigência dos empresários e de conscientização de alguns mecânicos são os principais fatores que desmotivam o uso dos equipamentos de segurança nas oficinas e, conseqüentemente, para o aumento

de acidentes de trabalho. “Prevenir é o melhor remédio”. O dito é popular, porém na hora de ser aplicado, muitas vezes é substituído por "isso jamais vai acontecer comigo" e, é assim que muitos acidentes acontecem. Os mecânicos são bons exemplos dessa realidade, já que lidam com situações de risco o tempo todo. São serviços de funilaria, deslocamento de peças pesadas, pintura, elétrica, desmontagem e montagem de componentes e motores que exigem atenção do profissional e, principalmente, equipamentos de segurança que quase sempre são esquecidos. A desculpa é sempre a mesma: incomoda e atrapalha. Desde que foi instituída pelo INSS uma adequação do modelo de Perfil Profissiográfico Previdenciário, denominado PPP, em 01/01/2004, a utilização dos EPI (Equipamento de Proteção Individual) se tornou obrigatória. E as empresas são responsáveis por fornecer os equipamentos adequados gratuitamente aos empregados, orientá-los e treiná-los sobre o uso; além de substituir imediatamente quando danificado ou extraviado; além de comunicar ao Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), responsável pela fiscalização, qualquer irregularidade. Caso contrário, o estabelecimento corre o risco de ser multado.

Risco

A toxicidade ou grau de risco físico é a capacidade potencial de uma substância ou mecanismo causar efeito adverso à saúde e a integridade. Em tese, todas as substâncias são tóxicas, e todos os ambientes contêm riscos. Sabendo-se que não é possível ao usuário alterar a toxicidade de produtos e grau de risco físico, a única maneira concreta de reduzir o risco é através da diminuição da exposição física. Para reduzir a exposição o trabalhador deve manusear os produtos e equipamentos com cuidado, usar equipamentos de aplicação e proteção bem calibrados e em bom estado de conservação, além de vestir os EPI adequados.

Legislação trabalhista - Previsões

É obrigação do empregador

- Fornecer os EPI adequados ao trabalho;
- Instruir e treinar quanto ao uso dos EPI;
- Fiscalizar e exigir o uso dos EPI;
- Repor os EPI danificados;
- Comunicar ao MTE qualquer irregularidade observada.

É obrigação do trabalhador

- Usar, utilizando-o apenas para a finalidade a que se destina;
- Responsabilizar-se pela guarda e conservação;
- Comunicar ao empregador qualquer alteração que o torne impróprio para uso;
- Cumprir as determinações do empregador sobre o uso adequado.

Punições

- O empregador poderá responder na área criminal ou cível, além de ser multado pelo Ministério do Trabalho.
- O funcionário está sujeito a sanções trabalhistas podendo até ser demitido por justa causa.
- É recomendado que o fornecimento de EPI, bem como treinamentos ministrados, seja registrado através de documentação apropriada para eventuais esclarecimentos em causas trabalhistas.
- Os responsáveis pela aplicação devem ler e seguir as informações contidas nos rótulos e nas Fichas de Informação de Segurança dos Produtos fornecidas pelas indústrias ou grau de risco de cada ambiente ou

equipamento a ser utilizado, sobre os EPI que devem ser utilizados para cada trabalho a ser executado.

Aquisição dos EPI

Os EPI existem para proteger a saúde do trabalhador e devem ser testados e aprovados pela autoridade competente para comprovar sua eficácia. O Ministério do Trabalho atesta a qualidade dos EPI disponíveis no mercado através da emissão do Certificado de Aprovação (C.A.). O fornecimento e a comercialização de EPI sem o C.A. é considerado crime e tanto o comerciante quanto o empregador ficam sujeitos às penalidades previstas em lei.

Principais EPI na manutenção de ar condicionado

Óculos – Serve para proteger contra fagulhas de metal, gotejamento ou respingos de líquidos com vazamento ou a alta pressão, poeira ou até mesmo contra queda ou golpe de ferramentas.



Protetor auricular – Serve para proteger contra altos níveis de ruídos e ou ruídos por tempo prolongado.



Luvras de borracha – Serve para proteger de contaminação por contato com substâncias tóxicas ou causadoras de lesões superficiais.



Botas ou sapatos – Mais indicado para proteger contra lesões superficiais e quedas, também evitar contato com substâncias tóxicas com pele.



Uniforme – Proteger a pele de contato direto com substâncias tóxicas por longos períodos efetuando a substituição do mesmo.



O simples fornecimento dos equipamentos de proteção individual não garante a proteção da saúde do trabalhador e nem evita contaminações. Incorretamente utilizados, os EPI podem comprometer ainda mais a segurança do trabalhador. Acreditamos que o desenvolvimento da percepção do risco aliado a um conjunto de informações e regras básicas de segurança são as ferramentas mais importantes para evitar a exposição e assegurar o sucesso das medidas individuais de proteção à saúde do trabalhador. O uso correto dos EPI é um tema que vem evoluindo rapidamente e exige a reciclagem contínua dos profissionais que atuam na área de mecânica através de treinamento e do acesso a informações atualizadas. Bem informado, o profissional poderá adotar medidas cada vez mais eficazes para se proteger contra danos a sua saúde, além de evitar problema para si próprio ou com a empresa.

8 - NOÇÕES DE SEGURANÇA

Proteção pessoal (figura 1) - Quando estiver trabalhando próximo a sistemas de refrigeração para transporte, será muito importante estar trajado de forma adequada. Para que desta forma possa proteger-se de ácido de bateria, gás refrigerante, óleo de refrigeração, graxas, detritos lançados, altas temperaturas dos motores e ruídos.

Alta pressão (figura 2) (figura 3) - O refrigerante em forma líquida a alta pressão representa um risco em potencial, liberado para o ambiente pode causar danos sérios aos olhos e pele.

Gás tóxico (figura 4) - O gás refrigerante na presença de chama produz um gás tóxico e pode causar sérias irritações respiratórias. Cuidado especial em ambientes fechados, onde a fuga de refrigerante pode causar falta de ar.

Superfícies quentes (figura 5) (figura 7) - A descarga dos compressores, os escapamentos e outros

componentes do motor podem estar extremamente quentes.

Solda (figura 6) - A solda deve ser praticada com cautela, pois pode causar queimaduras e produzir gases tóxicos. Utilize locais ventilados.

Componentes em rotação (figura 8) - Os ventiladores, polias e correias podem ser invisíveis sobre certas condições. Cuidado especial deve ser tomado em aproximar as mãos.

Mangueiras (figura 9) - Verifique se as mangueiras do manômetro estão em bom estado.



Figura 1



Figura 2



Figura 3



Figura 4



Figura 5

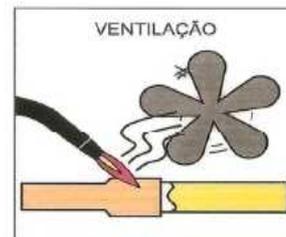


Figura 6



Figura 7



Figura 8

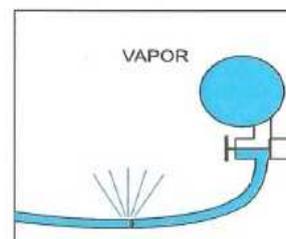


Figura 9

Outros cuidados:

- Cuidado deve-se tomado ao utilizar escadas e plataformas, podem escorregar ou quebrar;
- Nunca aplique calor em recipientes ou linhas pressurizadas;
- Nunca opere o equipamento com a válvula de serviço de descarga com o acento bloqueando o fluxo de refrigerante;
- O óleo de refrigeração pode causar irritações à pele e aos olhos, evite contato prolongado;
- Verifique se todos os parafusos estão no comprimento certo e como aperto correto.

9 - PROCEDIMENTOS DE MANUTENÇÃO

Análise da eficácia do sistema de ar condicionado

Sempre efetuar todas as avaliações possíveis, sejam elas elétricas ou mecânicas, antes de mexer no sistema de ar condicionado, para que não se percam as referências dos problemas.

Tem como objetivo diagnosticar no veículo, possíveis reclamações referentes ao mau funcionamento ou baixa eficiência do sistema de ar condicionado. Portanto para a diagnose, devem-se seguir as etapas abaixo:

- Utilizar Recicladora ou Manifold para verificação do sistema de ar condicionado, eliminando todas as hipóteses quanto a vazamento, excesso ou falta de Gás;
- Avaliar se o filtro de cabine (ou antipólen) encontra-se obstruído ou com presença de folhas, impedindo o fluxo de ar para o interior do veículo;
- Posicionar os botões de controle do ar conforme indicação abaixo:
 - Ventilação na posição máxima;
 - Distribuição do ar na posição ar frontal;
 - Recirculação totalmente admissão de ar externo;
 - Temperatura na posição fria (faixa azul);
 - Ar condicionado desligado.



- Ligar o veículo e abrir os vidros das portas, até a diminuição da temperatura do habitáculo. Fechar os vidros a seguir e deixar o veículo funcionando;

OBS.: É importante que o teste seja efetuado em ambiente coberto sem exposição direta do sol sobre o veículo, e a temperatura externa esteja variando entre 18°C e 30°C;

- Instalar um termômetro de bulbo seco no difusor central de saída do ar.



- Com o auxílio de um cronômetro, observar que após 1 minuto, a temperatura indicada no termômetro (saída dos difusores centrais) não poderá ser superior a 5°C da temperatura externa;
- Acionar a recirculação do ar totalmente interno, e acionar o ar condicionado;
- Verificar se:
 - Depois de 30 segundos do inserimento do compressor, o valor indicado no manômetro de baixa pressão alcance valores < 3bar(43psi);
 - Depois de 2 minutos do inserimento do compressor, a temperatura indicada no termômetro seja reduzida pelo menos 8°C da temperatura externa;

- Depois de 5 minutos do inserimento do compressor, a temperatura indicada no termômetro seja reduzida pelo menos 12°C da temperatura externa;
- O eletro ventilador do radiador entrará em funcionamento quando o valor indicado no manômetro de alta pressão estiver entre 15 e 16bar (215 a 228psi);
- No instante de desacionamento do eletro ventilador do radiador, o valor indicado no manômetro de alta pressão esteja entre 11 e 12bar (156 a 170psi);

Atenção: Caso o correto funcionamento do sistema não esteja compreendido conforme as indicações acima, consultar tabela de Anomalias, Defeitos e Reparos.

Ineficiência do sistema de ar condicionado

Pontos a serem analisados:

- Verificar se o filtro secador acumulador está condensando água(umedecido) no lado externo do filtro.
- Verificar sujeira no evaporador, condensador ou filtro de cabine.
- Verificar se a carga de Gás do sistema está dentro do especificado, conforme tabela do veículo.
- Conectar a máquina de carga de gás no engate da tubulação dos sistemas de ar condicionado do veículo, localizado no vão do motor, conforme indicado na foto.



- Conferir nos manômetros se os parâmetros de baixa (Azul) e de alta pressão (vermelho) estão conforme especificado dentro do indicado pelo fabricante.



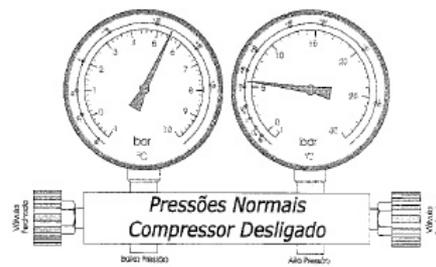
Se os valores encontrados estiverem fora do especificado, deverá colocar nova carga de gás conforme tabela do veículo e conferir se o desempenho de refrigeração está atendendo os parâmetros especificados.

Controle das pressões do sistema de ar condicionado

Ensaio e Diagnóstico

Monitorar o funcionamento do sistema da seguinte forma:

Com o ar condicionado desligado, ambos os manômetros deverão indicar entre 5 e 6bar (70 a 85psi).



Os manômetros indicarão a mesma pressão no lado de alta e baixa pressão.

Anormalidades:

Pressão inferior a 5,0bar (71psi)

PROBLEMA: Indica insuficiência de fluido refrigerante no sistema

SOLUÇÃO: Verifique a existência de vazamentos com o detector de fugas ou nitrogênio e sabão e elimine se houver.

Pressão superior a 6,0bar (85psi)

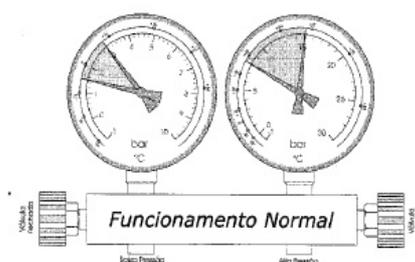
PROBLEMA: Indica excesso de fluido refrigerante no sistema

SOLUÇÃO: Remova o excesso de fluido refrigerante

Funcionamento normal

Com o ar condicionado ligado, as indicações dos manômetros deverão indicar respectivamente:

- Circuito de baixa pressão (sucção): 1,2 a 3,0bar (16 a 43psi);
- Circuito de alta pressão (descarga): 11 a 17,5bar (160 a 250psi);



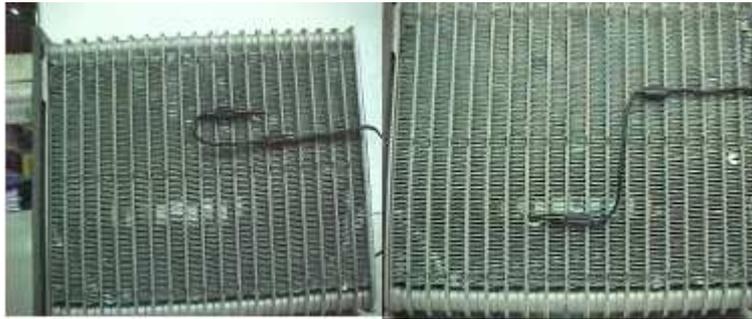
OBS:A ativação do eletro ventilador do radiador deverá ocorrer quando a pressão do circuito de alta pressão estiver em torno de 15,5 e 17,5bar (220 a250psi). O acionamento do eletro ventilador varia de acordo com cada tipo de equipamento e tempo de uso, sendo que, em alguns raros casos o eletroventilador permanece ligado.

Conjunto Condicionador de Ar (Caixa de Ar Condicionado)

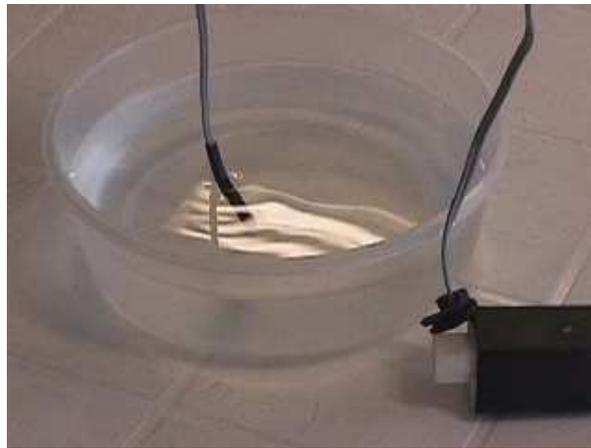
Verificar integridade e posicionamento do sensor termostato (anticongelamento)

Deve ser observada a posição do sensor do termostato e integridade do mesmo conforme layout mostrado

nas fotos abaixo.



Efetuar o teste de leitura da temperatura do termostato anticongelamento, emergindo-o em um recipiente com 30% de água e 70% de álcool, forçando a temperatura a chegar até a sua faixa de funcionamento.



Teste de leitura da temperatura do termostato.

OBS: Utilizar um termômetro para controle de temperatura do banho.

Característica de funcionamento

- Off $3,5 \pm 0,5$ °C
- Dif. $1,5 \pm 0,3$ °C

Ao efetuar uma possível remoção do evaporador para manutenção, é importante observar a localização exata onde está instalado este sensor, pois, poderá acarretar em erro de leitura do mesmo ocasionando um funcionamento ineficiente do ar condicionado.

Análise do Termostato Anticongelamento - Diagnose para falha de campo

Verificar todo o sistema de ar condicionado, eliminando todas as hipóteses quanto a vazamento, excesso ou falta de gás, ou quaisquer tipos de problemas e avaliar toda parte elétrica da cx. de ar.

1. Exame Visual



Observar se o conector do chicote da cx. de ar que alimenta o termostato não está solto.

2. Exame funcional

Efetuar o teste do termostato anticongelamento da seguinte maneira:

- Com o uso de um multímetro ou de uma pinça e uma lâmpada acoplada em uma das extremidades, fixar os mesmos nos fios de alimentação do termostato;
- Ligar o veículo, observando que o botão do ar condicionado esteja desligado;
- A lâmpada deverá ficar apagada na fase inicial de teste;
- Acionar o botão do ar condicionado e posicionar o seletor de ventilação na 1ª velocidade;
- A lâmpada deverá se acender neste momento;
- Aguardar de 1 a 2 minutos até a diminuição da temperatura (aprox. 4 graus);
- A lâmpada deverá se apagar após a desativação do compressor;
- Nos casos em que o circuito se apresentar fechado (a lâmpada permanecer acesa), retirar a caixa de ar do painel e verificar o correto posicionamento do sensor do termostato.
- Certificar que o comutador do comando da caixa de ar está acionando o compressor, conforme mostrado na foto ao lado.
- O led destacado na foto deve estar aceso, indicando que o compressor foi acionado.



Caso o botão não estiver acionando conferir todo circuito elétrico da caixa de ar.

Em caso de vazamento de gás certificar em qual parte do conjunto ocorreu à falha

Com o equipamento detector de fuga de gás é possível apontar em qual parte do sistema o vazamento se destaca ou com uso de detergente. Caso seja indicada a região de acoplamento da caixa de ar, fazer a retirada da mesma e analisar o conjunto evaporador sem desmontá-lo fazendo o teste de estanqueidade, utilizando gás nitrogênio para não contaminar o sistema e visualizar em qual ponto do conjunto/peça manifesta o vazamento.

Aplicação Contraste: líquido colocado no sistema do ar condicionado, juntamente com o gás refrigerante para verificar vazamentos. No local do vazamento ficara uma mancha facilitando a sua localização com o uso de lâmpada ultravioleta e óculos adequados para a detecção do vazamento.

Atenção: Nunca aplique **Contraste** em excesso, no máximo a dose indicada 7,5ml (mono dose).

O conjunto evaporador é composto de:

- Evaporador;
- Tubo de entrada e saída de gás;
- Válvula de expansão;
- Anéis o-ring

Se constatado que o vazamento é nas conexões do conjunto evaporador/tubo/válvula de expansão, verificar integridade dos anéis o-ring, se não estão deformados ou danificados.



Verificação de possível vazamento de ar quente

Verificar se a portinhola de vedação do ar quente não está quebrada no encaixe do link, parte externa da caixa no lado direito, conforme mostrado na foto ao lado.



Verificar se o botão do comando do ar quente da caixa está completando curso ou se não está aberto.

Foto 01: Situação o.k., todo fechado, não permite a passagem de ar quente.

Foto 02: Sistema de ar quente aberto, não permite que o ar condicionado refrigere, pois ocorre a mistura de ar quente com frio.



FOTO 01



FOTO 02

Verificar se a entrada de ar externo (recirculador) não está aberta permitindo que o eletro ventilador da caixa de ar sugue o ar quente dispersado pelo eletro ventilador do sistema de arrefecimento do motor

conforme mostra na foto 01.

Para um bom desempenho do ar condicionado o botão do recirculo deve estar na posição fechado, recirculando apenas o ar dentro do habitáculo, não permitindo que o ar externo entre, conforme mostrado na foto 02.



FOTO 01



FOTO 02

Verificar se o cabo do comando do ar quente não está solto, danificado ou fora da posição de montagem original na base do comando, ou a presilha de fixação da carcaça da caixa de ar solta.



Verificação do sistema de ventilação da caixa de ar

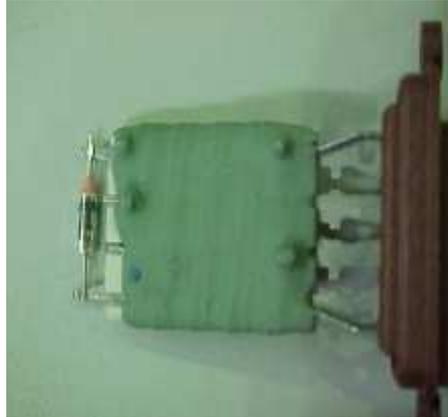
Verificação de funcionamento do eletro ventilador:

- Mudar o comutador para posição 01 e verificar a vazão de ar correspondente;
- Mudar o comutador para posição 02 e verificar a vazão de ar correspondente;
- Mudar o comutador para posição 03 e verificar a vazão de ar correspondente;
- Mudar o comutador para posição 04 e verificar a vazão de ar correspondente.



Se o eletro ventilador estiver funcionando apenas na 4ª velocidade indica que o resistor está com o termo fusível aberto. Caso seja detectado falta de funcionamento do eletro ventilador proveniente de resistor com o termo fusível aberto deve-se observar o seguinte:

- Eletro ventilador com funcionamento anômalo/pesado;
- Eletro ventilador travado/bloqueado por corpo estranho.



Ruídos anormais

Anormalidade: O ar condicionado apresenta ruído quando ligado?

Todo ruído gerado na carroceria ou motor são amplificados e seguem pelas tubulações para o interior do habitáculo. Este ruído pode ter as mais diversas origens e por inúmeras vezes é diagnosticado incorretamente, considerando-se o compressor como único causador da falha.

Causas prováveis

1. Compressor:

- Batida ou raspada no compressor devido irregularidades do solo;
- Superaquecimento;
- Componentes danificados;
- Corrosão interna (umidade).

2. Embreagem magnética:

- Polia solta;
- Rolamento desgastado ou danificado;
- Cubo, rotor ou placa com desgaste por atrito, tempo de uso ou superaquecimento.

3. Polia do motor:

- Polia solta;
- Desalinhada.

4. Polia tensora

- Montagem incorreta;
- Rolamento desgastado ou danificado.

5. Motor do eletroventilador:

- Desbalanceado;
- Interferência com a carcaça;
- Montagem inadequada (solto);
- Carcaça quebrada.

6. Caixa de ventilação/ ar condicionado:

- Quebra de algum componente interno ou externo;
- Damper solto;
- Sujeira solta no interior da caixa de ar (folhas, galhos, pedras, porcas, parafusos...).

7. Condensador:

- Interferência com a carroceria;
- Pontos de fixação quebrados.

8. Suporte do compressor:

- Empenado ou quebrado;
- Montagem com os parafusos soltos ou mal apertados.

9. Tubulações e mangueiras:

- Suporte e presilhas inadequadamente apertadas ou montadas;
- Interferência com a carroceria ou agregados.

10. Checar cuidadosamente:

- Compressor;
- Embreagem magnética;
- Eletro ventilador;
- Caixa de ar;
- Condensador;
- Tubos e mangueiras;
- Suportes.

Solução: Após constatar a origem do ruído, substituir ou reparar o componente frouxo ou mal fixado.

Controle de Óleo do Sistema

É importante salientar que o óleo do sistema muda de montadora para montadora.

Lubrificação do sistema de A/C e compressor

O sistema de ar condicionado contém uma determinada quantidade de óleo para lubrificar as partes móveis dos compressores. O óleo mistura-se com o refrigerante e este o arrasta ao longo do sistema através dos componentes e mangueiras, durante o ciclo de funcionamento, parte deste óleo fica aderida na forma de um pequeno filme nas paredes internas das tubulações e em maiores quantidades no condensador, evaporador, filtro e compressor. As mangueiras e componentes devem ser dimensionados com velocidades mínimas de escoamento do gás para que possa promover o retorno do óleo circulante no sistema para o compressor. Cada modelo de compressor exige que seja retida certa quantidade mínima de óleo em seu interior para sua perfeita lubrificação.

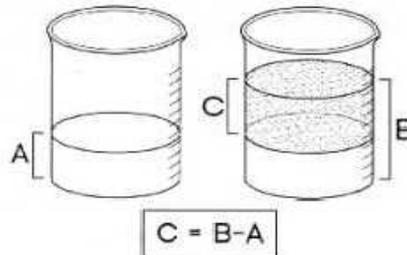
“O óleo é desenvolvido para cada tipo de refrigerante e tipo de compressor, devendo-se sempre seguir a recomendação do fabricante. Caso contrário o compressor sofrerá danos permanentes, comprometendo sua durabilidade”.

Compressor:

- Escoar o óleo lubrificante do compressor retirado do veículo, para tanto, remover o parafuso de dreno localizado na parte inferior do mesmo, conforme indicado abaixo:



- Verificar a quantidade de óleo retirada do compressor do veículo, colocando-o em um recipiente graduado (A), deixar drenar por aproximadamente 5 minutos e girar a polia do mesmo para concluir a remoção;
- Escoar o óleo lubrificante do compressor novo a ser instalado no veículo em outro recipiente(B), drenar o mesmo por 5 minutos e girar a polia do mesmo para concluir a remoção;



- Remover a quantidade de óleo excedente (C), que corresponde à diferença do óleo do compressor novo para o óleo do compressor retirado do veículo;
- Reabastecer então o compressor novo e colocá-lo no veículo.

Por exemplo: Se for retirado do compressor usado 70ml de óleo, reabastecer o compressor novo com os mesmos 70ml.

Nota: A quantidade mínima de óleo a ser colocada no compressor novo deverá ser 60ml.

ATENÇÃO: Nunca reutilize o óleo retirado do compressor usado em compressores novos, este óleo deve ser recolocado no compressor removido do veículo para posterior envio em garantia.

Evaporador:

- Na troca do evaporador, adicionar 75ml de óleo novo à peça nova.

Condensador:

- Na troca do condensador, adicionar 30ml de óleo novo à peça nova.

Filtro Secador:

- Na troca do Filtro Secador, adicionar 50ml de óleo novo à peça nova.

Mangueiras ou tubos com abafador (muffler):

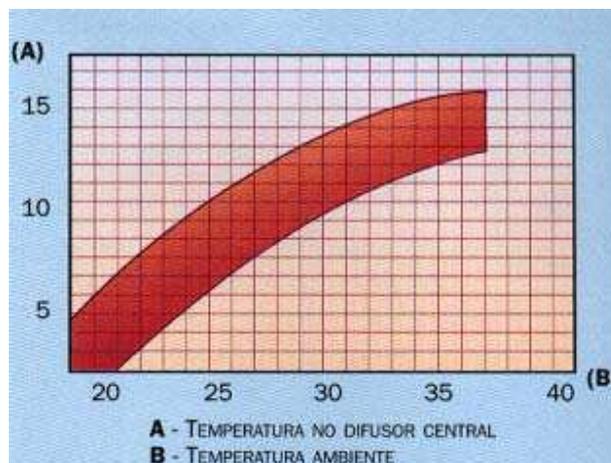
- Em casos de substituição de Mangueiras ou tubos, adicione 15ml de óleo novo.

Importante: O óleo PAG é altamente higroscópico, ou seja, absorve umidade com muita facilidade. Por este motivo, mantenha o frasco de óleo sempre fechado e se possível utilize-o até o fim quando abrir uma embalagem.

TESTE DE RENDIMENTO

Este teste se aplica a sistemas que possuem **válvula de expansão e termostato**, a fim de demonstrar o diagnóstico de desempenho do condicionador de ar, **não deve ser aplicado em outros sistemas que possuem, por exemplo, tubo orifício**. Lembre-se sempre de ter em mãos o manual de reparação do fabricante. Após a carga do sistema, proceda da seguinte forma:

- Abra os difusores centrais.
 - Instale um termômetro no difusor central.
 - Feche todas as janelas da cabine.
 - Ligue o motor e deixe-o funcionar a 1.500 rpm.
 - Posicione o comando do climatizador na refrigeração máxima (velocidade máxima, ar totalmente frio e direcionado para os difusores frontais, teclas de A/C e recirculação interna acionadas).
 - Feche as portas do veículo.
 - Faça a leitura da temperatura do termômetro logo após o 1º desligamento do compressor.
- A temperatura deve estar dentro da área hachurada.



Procedimento de Evacuação do Sistema

A estação de vácuo deve estar preparada para atingir pressões absolutas menores que 25mm Hg.

Objetivos do vácuo no sistema de AC:

- Remover o ar (gases não condensáveis)
- Remover o vapor de água.
- Consequente auxílio na introdução de refrigerante no sistema. (*“este não é o motivo principal”*)



Bomba de Evacuação

Porque se deve fazer vácuo a níveis tão baixos?

Para que a temperatura de evaporação da água seja reduzida, sendo que todo vapor de água ou umidade seja evaporado, mesmo a temperatura ambiente e posteriormente removido através da sucção do ar pela bomba de vácuo. Lembrando-se do conceito da ebulição da água no início deste treinamento, quanto mais baixa a pressão na qual o líquido está submetido, menor é a temperatura com que ele evapora. Então sob vácuo a retirada de umidade será mais fácil. A umidade a esta pressão de (25mmHg) evapora perto dos 25°C. À pressão atmosférica seria próximo dos 100°C. Nível de vácuo insuficiente pode causar desgastes excessivos do compressor devido à alta pressão e temperatura que o sistema opera; corrosão de partes internas; degradação da lubrificação; congelamento do orifício expansor.

Abaixo seguem algumas referências de pressão absoluta de vácuo e o ar remanescente no sistema e à temperatura de evaporação da umidade nesta pressão, que cujo nome disse MÍCRONS DE MERCÚRIO:

- 760.000mmHg (nível do mar) 100,0°C - 100% de ar remanescente
- 57.000mmHg 41,0°C - 7,5% de ar remanescente
- 46.000mmHg 36,0°C - 6,0% de ar remanescente
- 30.000mmHg 28,5°C - 3,9% de ar remanescente
- 25.000mmHg 25,3°C - 3,3% de ar remanescente **ACEITÁVEL**
- 15.000mmHg 17,2°C - 2,0% de ar remanescente
- 10.000mmHg 11,8°C - 1,4% de ar remanescente
- 5.000mmHg 2,7°C - 0,7% de ar remanescente **IDEAL**

O que é micron?

O micron é uma unidade de medida linear. Um micron é a milésima parte de um milímetro. Os manômetros de medir as pressões nos sistemas de refrigeração são na sua maioria marcados no sistema que usa a polegada de comprimento e a libra de peso. Para se ter uma ideia da proporção do micron em relação aos nossos manômetros, basta dizer que um micron é igual a 1 parte de 25000 polegadas, ou então que são necessários 255.400 microns para fazer uma polegada. O tubo da Fig. 45 está equilibrado com a pressão de 1atm nas duas extremidades. Quando não se aplica pressão em uma das extremidades, a pressão atmosférica vai atuar fazendo com que o mercúrio se movimente no sentido da pressão aplicada. Sendo a pressão mostrada de 1atm, é portando o zero do manômetro. Na Fig. 46 quando o manômetro composto (azul) está marcando abaixo de zero, ele está dando a pressão negativa em polegadas de vácuo. Isto quer dizer que a nossa coluna de mercúrio da ilustração está começando a passar para baixo do ponto A.

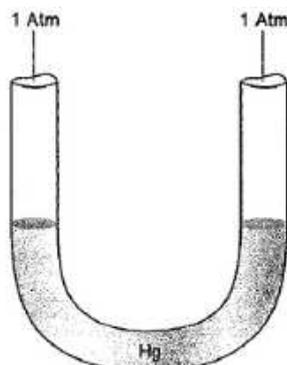


Fig.45 Barômetro equalizado

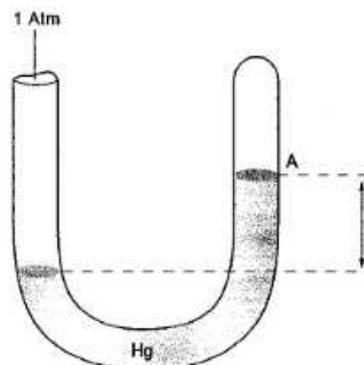


Fig.46 Barômetro com 1ATM de pressão

760 mmHg = 29,92 Pol Hg
1 Pol = 25,4 mm
29,92" x 25,4 mm = 760 mm

Ora, considerando que existem 24.500 microns de mercúrio entre 28,9' e 29,9' de vácuo medido no manômetro, veremos que é impossível fazer esta medição de forma correta observando o marcador do manômetro comum. **Por isto somos obrigados a usar o medidor micrométrico (vacuômetro).**

Para se retirar todo o ar do sistema de AC deveria ter vácuo absoluto no sistema, porém isto é impossível, portanto o mínimo recomendado é 25mmHg, observando que se estiver a uma temperatura abaixo de 25°C, normal em dias de inverno principalmente, já não será suficiente, portanto deve-se prestar bastante atenção nesse detalhe.

“Tempo de vácuo, não garante a sua eficiência”, como é feito na maioria das oficinas. Se houver qualquer micro-vazamento, o vácuo não será efetivo. Porém, um tempo mínimo é requerido para que se tenha absoluta certeza que o sistema está bem isolado (sem vazamento).

Caso a pressão aumente mais de 10mmHg em 30 segundos, significa que ainda pode haver vazamento no sistema de AC do veículo. (no caso dos vacuômetros das estações de carga, estes normalmente não têm esta precisão, neste caso não deve haver movimento algum do ponteiro do manômetro durante alguns minutos). Caso não sejam atendidos os critérios acima, retorne ao procedimento de detecção de vazamento carregando o sistema com aproximadamente 300 gramas de gás refrigerante ou pressurização com gás nitrogênio (como é mais utilizado e indicado). Após a nova checagem de vazamentos proceda novamente com os processos de recuperação e vácuo. Caso não haja aumento de pressão novamente, abra as válvulas novamente e continue o vácuo por tempo necessário até alcançar o limite mínimo indicado (25mmhg). Feche as válvulas da estação ou manifold novamente, aguarde alguns segundos até a estabilização da pressão com o sistema de AC do veículo e cheque se o vácuo é mantido e se atingiu pelo menos 25mmHg a 25°C. Se o nível de vácuo estiver OK, o sistema estará pronto para ser carregado.

Após o sistema ter sido liberado para carga de gás:

- É aconselhável que se utilize a manta de aquecimento do cilindro antes de iniciar a carga de gás, para o auxílio da transferência para o veículo, principalmente se o cilindro estiver com pouco gás;
- *“O carregamento de gás refrigerante no estado líquido deve ser realizado somente pela tubulação de alta pressão do sistema”;*
- Feche a válvula de baixa da estação e feche também a válvula do engate rápido da mangueira conectada na válvula de serviço do veículo;
- Mantenha as válvulas de alta abertas (da estação e do engate rápido);
- Ajuste a estação com a carga apropriada para o veículo. Em máquinas mais antigas, adicione à carga original do veículo a quantidade de gás equivalente a mangueira de alta da estação ao veículo;
- Caso não tenha qualquer referência, consideramos retido na mangueira 50 gramas (valor normal em mangueiras de estação de carga);
- Estações mais modernas, já fazem esta compensação internamente, portanto não requerem carga adicional para compensar as mangueiras;
- Dispense o carregamento do refrigerante na forma líquida para o sistema de AC;
- Após toda a carga ter sido transferida para o sistema do veículo feche a válvula de alta da estação e abra a válvula do engate rápido de baixa;
- Ligue o sistema e verifique as pressões;
- Feche as válvulas de engate rápido e retire-os.

10 - PROCEDIMENTOS DE LIMPEZA INTERNA DO SISTEMA (FLUSHING)

Quando falamos em limpeza do sistema de ar-condicionado automotivo, temos a limpeza Flushing. A limpeza completa do sistema, conhecida como Flushing é o procedimento utilizado para retirar completamente o óleo e os contaminantes das paredes internas dos tubos e mangueiras do sistema de ar condicionado automotivo devido à deterioração dos equipamentos como o compressor e o filtro acumulador secador, que são os que maiores causadores desse tipo de problema. Ela é necessária também

em veículos mais antigos, com ineficiência no funcionamento do sistema, mesmo que devidamente abastecidos de fluido refrigerante (R-12 ou R-134A). No sistema de refrigeração, o compressor necessita de lubrificantes especiais para atenuar o desgaste das partes móveis internas. Na linha automotiva a quantidade deste óleo varia de 140 a 500ml. Em determinadas situações ou condições de trabalho esse lubrificante pode contaminar-se. Considera-se contaminado se for exposto à umidade e limalhas oriundas do desgaste interno do compressor. Para "lavar", ou seja, retirar totalmente este lubrificante contaminado é preciso um fluido, um solvente capaz de misturar-se e dissolver o óleo, deixando-o menos viscoso e com alta fluidez. Portanto é recomendado utilizar o fluido R-141B, que pode ser utilizado no estado líquido à temperatura ambiente, facilitando muito seu manuseio e a eficiência de limpeza.



Tambor de depósito 141b

Segurança

Fique atento, pois o óleo PAG ou até os gases podem danificar a pintura dos veículos se derramado acidentalmente. Utilize sempre os EPI (equipamento de proteção individual). Esse trabalho pode ser perigoso, pois o fluido de limpeza sob alta pressão se expande e pode baixar muito a temperatura, podendo causar lesões e queimaduras no corpo. Faça a manutenção em ambiente ventilado e evite a inalação de fluidos vaporizados.

Ferramentas de limpeza

Existem máquinas específicas e de última geração que executam a tarefa de limpeza com sucesso, porém o investimento não é dos mais baratos.



Kit para limpeza de sistemas

Opções mais simples e econômicas estão em ferramentas dotadas de reservatório para o fluido, com mangueiras e aplicador ou ainda uma solução mais simples, uma garrafa PET com uma mangueira fina e

conexões apropriadas. Todas essas opções trabalham com o mesmo objetivo e o mesmo princípio.



Ferramenta artesanal com o fluido R-141B



Ferramenta artesanal em ação com o fluido R-141B

Flushing manual

Na execução do Flushing manual, as linhas devem ser abertas para facilitar o acesso e diminuir a perda de carga durante a lavagem, pois quanto mais rápido passar o fluido de limpeza, mais arrasto este proporcionará. O filtro secador e o compressor não passam pelo processo de limpeza. O filtro (acumulador/secador) deve ser substituído. O compressor será substituído ou caso seja reutilizado, deverá ser feita substituição do óleo.



Válvula de expansão removida



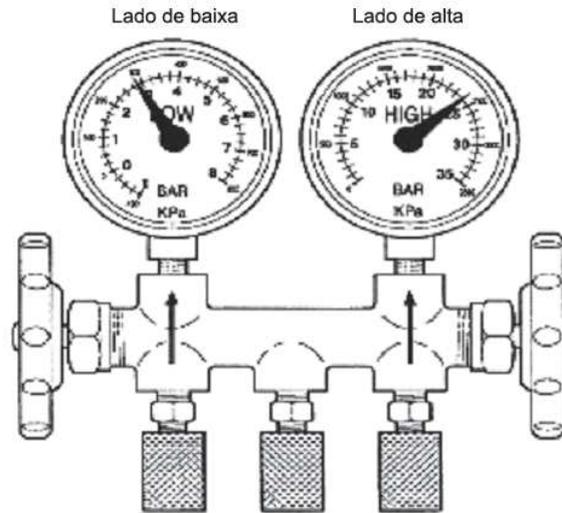
Fazer a limpeza com nitrogênio comprimido

No caso do condensador com o filtro secador interno, do tipo cartucho, se não houver o filtro cartucho para venda separada, recomenda-se a troca completa do condensador. Isso deve ser considerado num orçamento, pois a variação de preço entre trocar ou não trocar um condensador é alta. Atenção para não comprometer o orçamento. Os itens mangueira, trecho de tubulação, condensador e evaporador devem ser limpos separadamente. Ao limpar o evaporador o correto é efetuar a retirada da válvula de expansão. Em alguns veículos ela fica alojada em locais de difícil acesso, como dentro do painel, por exemplo. Nesses casos é necessária a remoção do painel, sempre fazendo a passagem do fluido nos dois sentidos (fluxo e contra fluxo ou retro lavagem). Se não for retirada, a válvula de expansão pode dificultar e até comprometer a limpeza. Se o sistema possuir tubo de expansão, este deve ser limpo ou substituído. Em alguns casos, para a limpeza do evaporador e válvula de expansão, deve ser orçada a remoção do painel, pois o serviço de limpeza do sistema pode ser em vão, considerando o evaporador repleto de óleo contaminado e a válvula de expansão travada devido às impurezas internas. Em cada componente devem-se aplicar alguns mililitros de fluido R-141B, como por exemplo, em um condensador. Em cada aplicação, cerca de 250ml de R-141B de cada vez, por diversas vezes, até o fluido sair completamente limpo (por ambos os lados, entrada e saída). A cada aplicação de fluido, deve-se comprimi-lo com nitrogênio a uma pressão de pelo menos 10bar (140psi), que irá ocasionar o arrasto do fluido e o óleo com alta velocidade pelo interior da tubulação. Chega-se a utilizar de 1 a 10 litros de fluido refrigerante R-141B numa lavagem completa, dependendo do estado do sistema e de seu acesso. Essa tarefa deve ser repetida por diversas vezes, o suficiente até o fluido sair completamente limpo na outra extremidade. Numa lavagem manual, para evitar que esse fluido sujo respingue nos veículos e se espalhe pela oficina, recomendamos colocar uma mangueira plástica (transparente) encaixada na outra extremidade da tubulação a ser limpa. Esta mangueira pode ser conectada a um garrafão com dois furos na tampa. No primeiro furo entra a mangueira com o fluido sujo e no outro um pedaço curto de mangueira, para o escape do ar de dentro do garrafão. Assim pode-se coletar o fluido com o óleo sujo e destiná-lo para reciclagem. Após a limpeza completa o sistema deve ser montado com vedações novas e lubrificado. Submeta o sistema ao teste de estanqueidade (vazamento) após montado, utilizando nitrogênio. Lembre-se de efetuar o vácuo no sistema, a fim de retirar a umidade interna durante aproximadamente + ou - 30 minutos ou conforme o vácuo recomendado por equipamento especial (vacuômetro).

Com o sistema completamente limpo, devemos considerar que está sem óleo e no caso de um compressor novo, este geralmente já vem com a medida recomendada. Caso o compressor tenha sido aberto e limpo, verifique em sua etiqueta e adicione a quantidade recomendada de óleo PAG (no caso de sistemas com R-134A), entre 140 a 500ml dependendo do modelo, com a viscosidade recomendada. Caso a especificação da quantidade não esteja no compressor, verifique as etiquetas no cofre do motor.

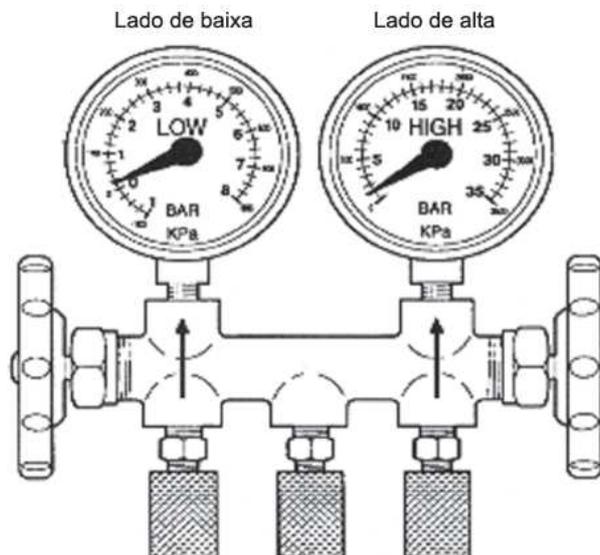
11 - DIAGNÓSTICOS DE FALHAS

Válvula de expansão permanece aberta



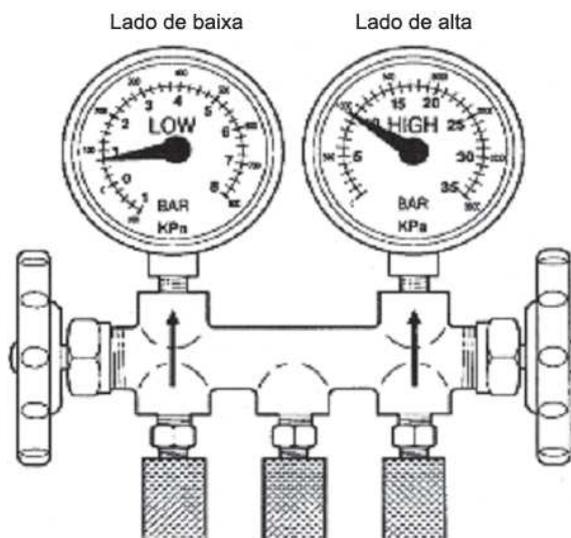
SINTOMAS	CAUSA PROVÁVEL	DIAGNÓSTICO	SOLUÇÃO
<ul style="list-style-type: none"> • Pressões de baixa e alta, elevadas • Ar dos difusores aquecido • Congelamento ou grande quantidade de ar condensado sobre os tubos de baixa pressão. 	<ul style="list-style-type: none"> • Válvula de expansão emperrada aberta, sem modulação • Posicionamento incorreto do bulbo sensor de temperatura da válvula de expansão • Acúmulo de resíduos ou umidade formando ferrugem 	<ul style="list-style-type: none"> • Excesso de refrigerante no evaporador • Válvula de expansão aberta demasiadamente • Filtro secador saturado (não filtra) 	<ul style="list-style-type: none"> • Checar a instalação do bulbo sensor • Se estiver OK, checar a válvula de expansão (recolha o fluido refrigerante do sistema), se estiver impregnada, limpe-a com nitrogênio • Faça a limpeza, gere vácuo no sistema e se houver necessidade, troque o filtro secador

Válvula de expansão permanece fechada



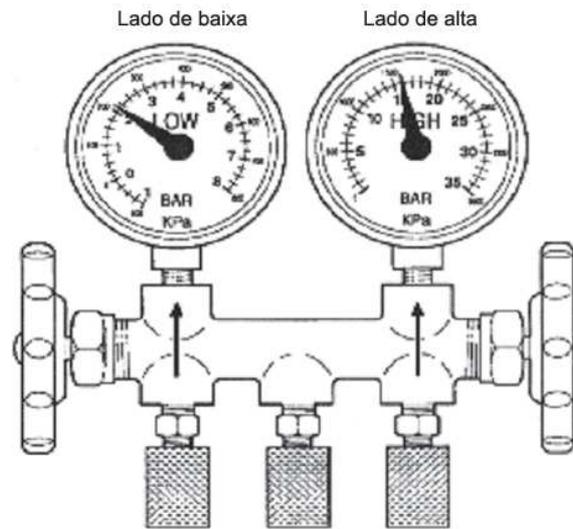
SINTOMAS	CAUSA PROVÁVEL	DIAGNÓSTICO	SOLUÇÃO
<ul style="list-style-type: none"> • Pressão de baixa → muito baixa, chegando em vácuo • Pressão de alta → muito baixa • Ar dos difusores → levemente frio • Válvula de expansão → formação de gelo ou transpirando 	<ul style="list-style-type: none"> • Válvula de expansão emperrada aberta, sem modulação • Posicionamento incorreto ou desconexão do bulbo sensor de temperatura da válvula de expansão • Acúmulo de resíduos ou umidade formando ferrugem 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de refrigerante no evaporador • Válvula de expansão fechada demasiadamente • Filtro secador saturado (não filtra) 	<ul style="list-style-type: none"> • Checar a instalação do bulbo sensor • Se estiver OK, checar a válvula de expansão (recolha o fluido refrigerante do sistema), se estiver impregnada, limpe-a com nitrogênio • Faça a limpeza, gere vácuo no sistema e se houver necessidade, troque o filtro secador

Restrição no lado de alta do sistema.



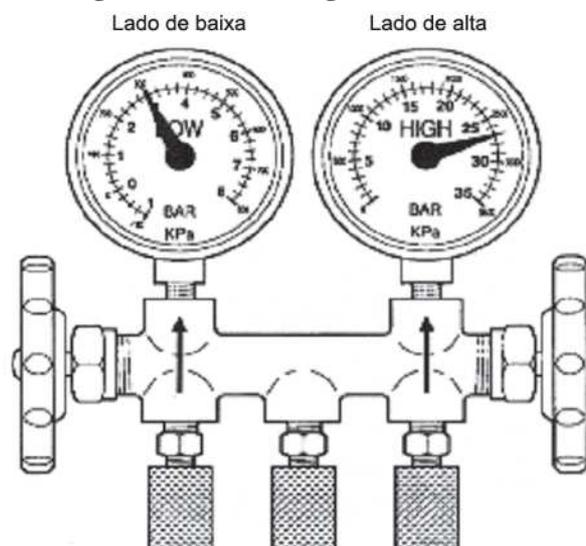
SINTOMAS	CAUSA PROVÁVEL	DIAGNÓSTICO	SOLUÇÃO
<ul style="list-style-type: none"> • Pressões de baixa e alta → baixas • Ar dos difusores → levemente frio • Tubos de alta pressão → resfriamento e sinais de transpiração ou formação de ar condensado (gelo), logo após onde há o entupimento 	<ul style="list-style-type: none"> • Acúmulo de resíduos causando obstrução entre a saída do compressor e a entrada do evaporador (lado de alta pressão) 	<ul style="list-style-type: none"> • Pouco ou nenhum fluido refrigerante no lado de baixa pressão do compressor • Filtro secador saturado (não filtra) 	<ul style="list-style-type: none"> • Recolha e recicle o fluido refrigerante • Faça a limpeza, gere vácuo no sistema e se houver necessidade, troque o filtro secador • Reabasteça o sistema com a quantidade de óleo adequada e recarregue o sistema com fluido refrigerante • Não esqueça de fazer os testes de rendimento e de diagnóstico final

Umidade no sistema



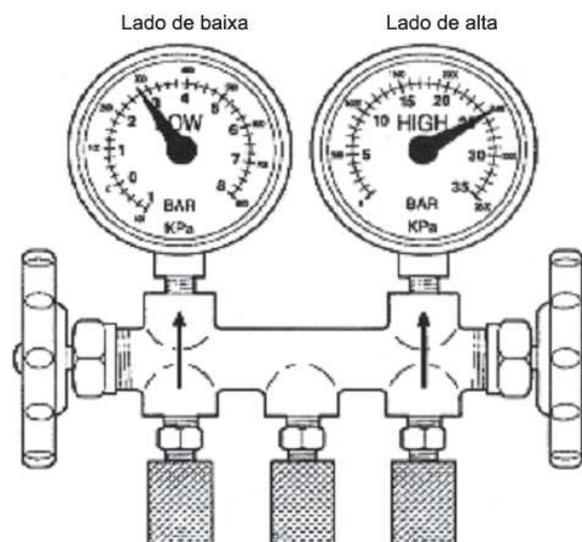
SINTOMAS	CAUSA PROVÁVEL	DIAGNÓSTICO	SOLUÇÃO
<ul style="list-style-type: none"> • Pressões de baixa → normal para vácuo • Pressões de alta → normal • Ar dos difusores → aquecidos à medida que o manômetro de baixa é ciclado para vácuo. Frio quando o manômetro de baixa indica pressão normal de trabalho. 	<ul style="list-style-type: none"> • Congelamento de unidade no interior da válvula de expansão resultando obstruções com formação de ferrugem • A válvula de expansão volta a funcionar normalmente quando o gelo derrete 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de refrigerante no evaporador • Válvula de expansão fechada devido a formação de gelo em seu interior, bloqueando o fluxo de fluido refrigerante • Filtro secador saturado (não filtra) 	<ul style="list-style-type: none"> • Recolha e recicle o fluido refrigerante • Faça a limpeza do sistema, troque o filtro secador e aplique vácuo • Reabasteça o sistema com a quantidade de óleo necessária • Recarregue o sistema com a quantidade de fluido refrigerante adequada • Não esqueça de fazer os testes de rendimento e de diagnóstico final

Falha do condensador ou sobrecarga de fluido refrigerante



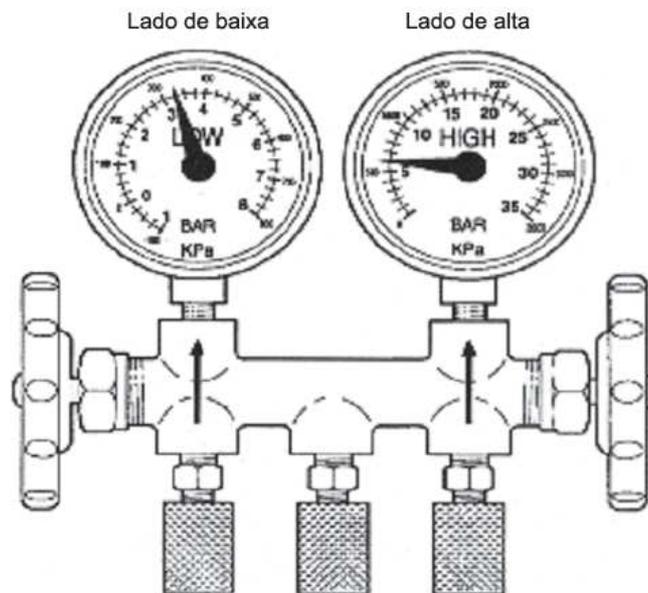
SINTOMAS	CAUSA PROVÁVEL	DIAGNÓSTICO	SOLUÇÃO
<ul style="list-style-type: none"> • Pressão de baixa → baixa para normal • Pressão de alta → alta • Ar dos difusores → muito aquecido • Embreagem do compressor → poderá ciclar continuamente devido a atuação do pressostato de alta pressão 	<ul style="list-style-type: none"> • Incapacidade de boa performance devido ao excesso de refrigerante no sistema • Insuficiente troca de calor do condensador 	<ul style="list-style-type: none"> • Excesso de refrigerante no sistema • Condensador com aletas entupidas ou eletroventilador do condensador inoperante • Pressostato da 2ª velocidade inoperante • Falha do circuito elétrico 	<ul style="list-style-type: none"> • Checar o condensador quanto a limpeza • Checar a operação do eletroventilador • Caso o condensador e o eletroventilador estejam OK, checar a quantidade de fluido refrigerante recolhendo e recarregando a quantidade correta do sistema • Não esqueça de fazer os testes de rendimento e de diagnóstico final

Presença de gases não condensáveis



SINTOMAS	CAUSA PROVÁVEL	DIAGNÓSTICO	SOLUÇÃO
<ul style="list-style-type: none"> • Pressões de baixa e alta elevadas • Ar dos difusores levemente frio • O ponteiro do manômetro de baixa pressão não tem alteração quando o compressor é ligado ou desligado 	<ul style="list-style-type: none"> • Entrada de gases no sistema 	<ul style="list-style-type: none"> • Não aplicação de vácuo suficiente antes de carregar o sistema • Presença de nitrogênio devido ao esquecimento no momento dos testes da vazamentos • Componentes permitindo a entrada de ar como conexões, juntas 	<ul style="list-style-type: none"> • Com um detector de vazamentos, cheque o sistema e veja se há algum vazamento • Recolha e recicle o fluido refrigerante • Faça a limpeza e gere vácuo no sistema • Reabasteça o sistema com a quantidade de óleo necessária • Recarregue o sistema com a quantidade de fluido refrigerante adequada • Não esqueça de fazer os testes de rendimento e de diagnóstico final

Falha no compressor



SINTOMAS	CAUSA PROVÁVEL	DIAGNÓSTICO	SOLUÇÃO
<ul style="list-style-type: none"> • Pressão de baixa → alta • Pressão de alta → baixa • Ar dos difusores → aquecido • Tubo de alta → frio • Mesmo com a embreagem do compressor sendo acionada, as pressões permanecem equalizadas 	<ul style="list-style-type: none"> • Compressor com compressão deficiente ocorrida por calços hidráulicos provocados por cargas de fluido refrigerante inadequadas ou falta de lubrificação 	<ul style="list-style-type: none"> • Compressor defeituoso com falha interna • Placas de válvulas do compressor • Partes internas do compressor quebradas 	<ul style="list-style-type: none"> • Recolha e recicle o fluido refrigerante • Conserte ou troque o compressor • Faça a limpeza e gere vácuo no sistema • Reabasteça o sistema com a quantidade de óleo lubrificante adequada • Recarregue o sistema com a quantidade de fluido refrigerante adequada • Não esqueça de fazer os testes de rendimento e de diagnóstico final

12 - IDENTIFICAÇÃO DE VAZAMENTOS

Para verificar vazamentos podemos utilizar o detector de vazamentos eletrônico ou o kit ultravioleta. O método mais utilizado no momento é o ultravioleta por ser mais preciso.



Para utilizar este equipamento, siga as instruções abaixo:

- Aplique uma ampola de líquido fluorescente.
- Abasteça o sistema com fluido refrigerante com a capacidade total.
- Com motor da máquina ligado, acione o condicionador de ar.
- Deixe o sistema funcionar no mínimo por 5 minutos.
- Com a lâmpada ultravioleta procure o possível vazamento.

OBSERVAÇÃO: Os vazamentos no evaporador podem ser identificados através da água que sai do dreno.



13 - RECOLHIMENTO E RECICLAGEM DE FLUIDOS REFRIGERANTES

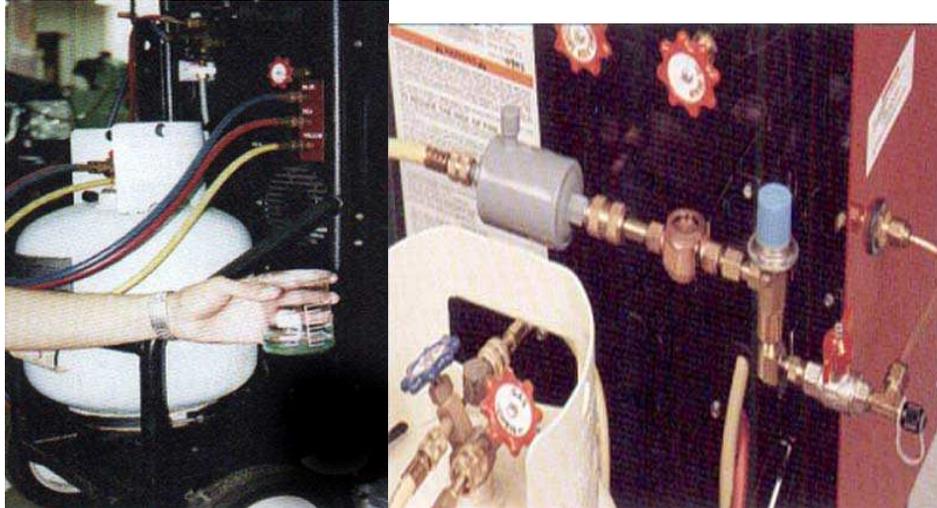
Procedimentos básicos que um profissional deve tomar quando existem queixas de baixa eficiência do equipamento. Entre as ferramentas utilizadas estão a bomba de vácuo, manômetro, cilindro graduado ou balança, equipamento de recolhimento e kit de ultravioleta. Os EPIs (Equipamento de Proteção Individual) utilizados são os óculos e luvas, este último quando se manipula fluido refrigerante.

Procedimentos para re operação

1. Recolha o fluido refrigerante até que as pressões estejam completamente zeradas. Caso use um equipamento de recolhimento conforme a figura, aguarde cinco minutos e verifique se a pressão cresce acima de zero. Se ocorrer, reinicie a operação. É necessário repetir esse procedimento até que a pressão se mantenha em zero por 2 minutos. Anote a quantidade de refrigerante que foi recolhido.



2. Quando o fluido refrigerante é recolhido, há tendência de se arrastar o óleo do sistema. Drene o separador de óleo e anote a quantidade que foi retirada do sistema. Nunca reaproveite o óleo drenado e também não o jogue ao meio ambiente. Encaminhe-o às empresas que reaproveitam esse tipo de óleo lubrificante.



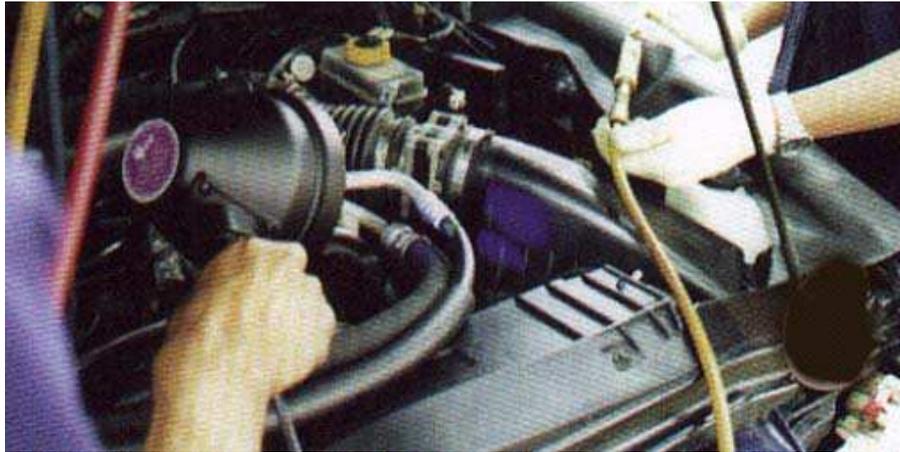
3. Execute o pré-vácuo por cinco minutos. Desligue a bomba de vácuo, aguarde mais cinco minutos observando se não há alteração nos medidores do manômetro.



4. Caso haja alteração, há possibilidade de ser um vazamento, adicione a quantidade necessária de fluido refrigerante no sistema.



5. Prepare o seguinte material para descobrir o local do vazamento: ultravioleta, aplicador, luz e óculos.
6. Aplique ultravioleta no sistema. Com o motor ligado, acione o condicionador de ar deixando funcionar por dez minutos. Desligue o condicionador de ar e com a luz negra supervisione o sistema até detectar uma mancha fluorescente - local do vazamento. Recolha o fluido refrigerante, faça o reparo necessário e repita a operação de pré-vácuo. Não havendo mais vazamentos, aproveite a depressão para a carga de óleo lubrificante (novo), observando a quantidade correta - carga de óleo pela linha de baixa de pressão. Agora, faça vácuo com duração mínima de 40 minutos, observando que a depressão esteja entre 27 e 30 mmHg. Lembre-se que o sistema ficou muito tempo aberto. Faça uma limpeza e aplique vácuo por no mínimo 2 horas.



7. Aplique fluido refrigerante. Neste procedimento é imprescindível verificar a carga estipulada pelo fabricante da máquina. A carga deve ser feita pela linha de alta pressão no estado líquido. Utilizaremos um cilindro graduado. Quando usamos cilindros ou balanças, antes de injetarmos o fluido refrigerante, devemos fazer a “sangria” da mangueira de serviço (central) expurgando resíduos de ar que ficam nesta mangueira. Após a carga, aguarde a equalização das pressões.



8. Faça os testes de rendimento e diagnóstico final. Abra os difusores frontais, coloque o termômetro próximo a eles e feche todas as portas e janelas da máquina. Ligue o motor e deixe-o funcionar a 1.500 rpm. Posicione o comando do climatizador na refrigeração máxima (velocidade máxima), ar totalmente frio e teclas de AC e recirculação interna acionadas. Verifique as temperaturas conforme o gráfico. Se sistema estiver OK, passe para o item seguinte.



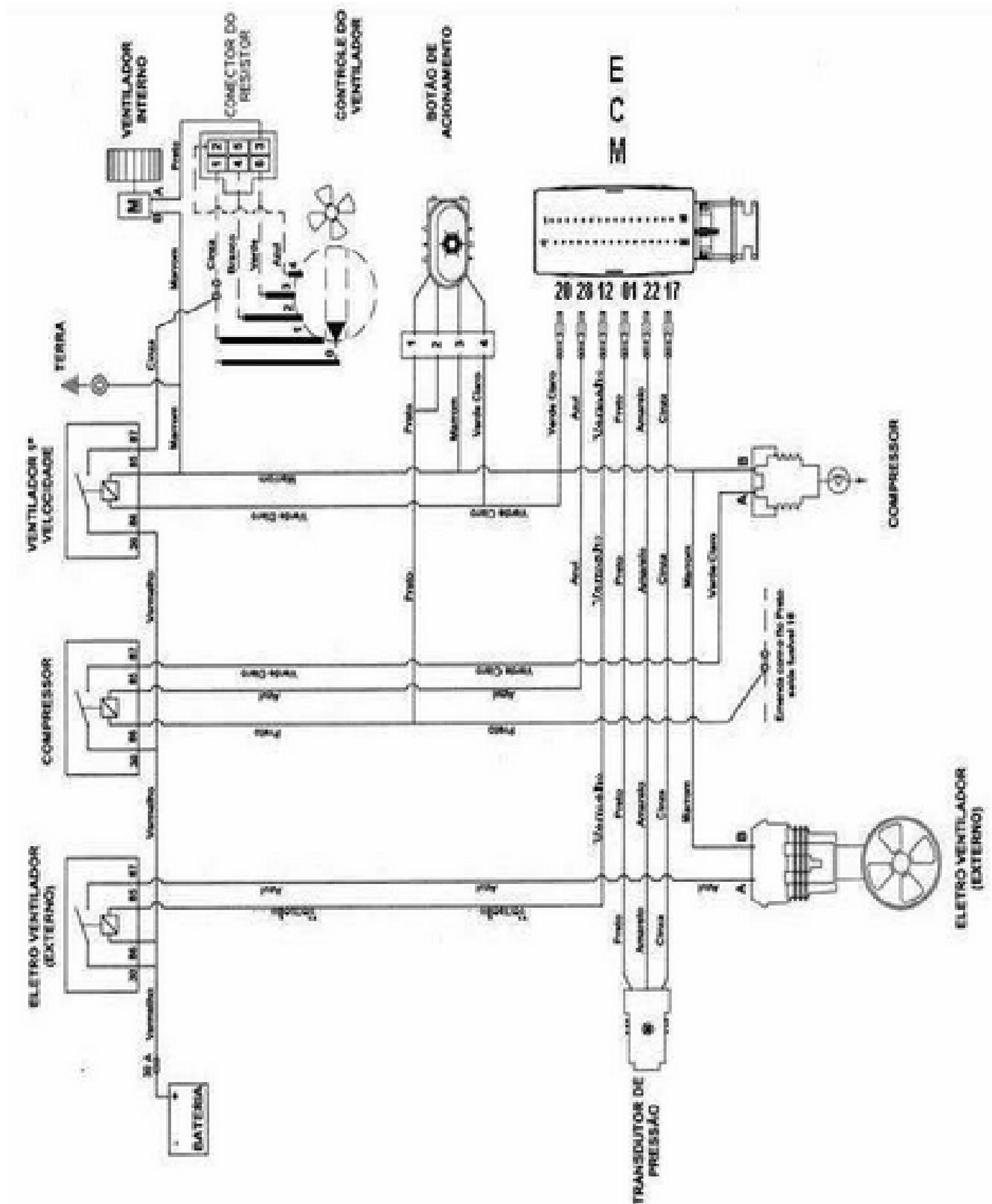
9. Prepare-se para retirar o jogo de manômetros da seguinte forma para que não fique fluido refrigerante na mangueira: desligue o motor do veículo, desconecte primeiro a mangueira de alta pressão. Ligue novamente o motor do veículo e acione o condicionador de ar. Agora abra o registro de alta pressão em 1/8 de volta. Depois abra o registro de baixa pressão em 1/8 de volta.



10. Aguarde até que as pressões se equalizem, e agora sim, desconecte a mangueira de baixa pressão, e desligue o motor do veículo.



14 - ESQUEMA ELÉTRICO



15 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DENSO. **Refrigeração de Sistemas Ar Condicionado Veicular**. Apostila Técnica. Ed. 1998. Curitiba - PR.
- GENERAL MOTORS. **Condicionador de Ar**. Apostila Técnica. Ed. 1996. São Caetano do Sul - SP.
- OPEL .**Conceitos de Ar Condicionado Veicular**. Apostila Técnica. Ed. 1996. Portugal.
- SENAI-SP. **Conceitos de Termodinâmica**. Curso de Refrigeração. Ed. 1997. São Paulo - SP.
- VOLKSWAGEN. **Conceitos Básicos de Refrigeração**. Apostila Técnica. Ed. 1995. São Bernardo do Campo - SP.
- <http://pt.scribd.com/doc/20912454/20381886-Apostila-Curso-Ar-Condicionado-Automotivo>
- http://www.mundomaq.com/ar_condicionado_automotivo
- <http://www.geraisepi.com.br/index.html>
- <http://carros.hsw.uol.com.br/sistemas-de-arrefecimento-dos-carros9.htm>

Hino Nacional

Ouviram do Ipiranga as margens plácidas
De um povo heróico o brado retumbante,
E o sol da liberdade, em raios fúlgidos,
Brilhou no céu da pátria nesse instante.

Se o penhor dessa igualdade
Conseguimos conquistar com braço forte,
Em teu seio, ó liberdade,
Desafia o nosso peito a própria morte!

Ó Pátria amada,
Idolatrada,
Salve! Salve!

Brasil, um sonho intenso, um raio vívido
De amor e de esperança à terra desce,
Se em teu formoso céu, risonho e límpido,
A imagem do Cruzeiro resplandece.

Gigante pela própria natureza,
És belo, és forte, impávido colosso,
E o teu futuro espelha essa grandeza.

Terra adorada,
Entre outras mil,
És tu, Brasil,
Ó Pátria amada!
Dos filhos deste solo és mãe gentil,
Pátria amada, Brasil!

Deitado eternamente em berço esplêndido,
Ao som do mar e à luz do céu profundo,
Fulguras, ó Brasil, florão da América,
Iluminado ao sol do Novo Mundo!

Do que a terra, mais garrida,
Teus risonhos, lindos campos têm mais flores;
"Nossos bosques têm mais vida",
"Nossa vida" no teu seio "mais amores."

Ó Pátria amada,
Idolatrada,
Salve! Salve!

Brasil, de amor eterno seja símbolo
O lábaro que ostentas estrelado,
E diga o verde-louro dessa flâmula
- "Paz no futuro e glória no passado."

Mas, se ergues da justiça a clava forte,
Verás que um filho teu não foge à luta,
Nem teme, quem te adora, a própria morte.

Terra adorada,
Entre outras mil,
És tu, Brasil,
Ó Pátria amada!
Dos filhos deste solo és mãe gentil,
Pátria amada, Brasil!

Hino do Estado do Ceará

Poesia de Thomaz Lopes
Música de Alberto Nepomuceno
Terra do sol, do amor, terra da luz!
Soa o clarim que tua glória conta!
Terra, o teu nome a fama aos céus remonta
Em clarão que seduz!
Nome que brilha esplêndido luzeiro
Nos fulvos braços de ouro do cruzeiro!

Mudem-se em flor as pedras dos caminhos!
Chuvas de prata rolem das estrelas...
E despertando, deslumbrada, ao vê-las
Ressoa a voz dos ninhos...
Há de florar nas rosas e nos cravos
Rubros o sangue ardente dos escravos.
Seja teu verbo a voz do coração,
Verbo de paz e amor do Sul ao Norte!
Ruja teu peito em luta contra a morte,
Acordando a amplidão.
Peito que deu alívio a quem sofria
E foi o sol iluminando o dia!

Tua jangada afoita enfune o pano!
Vento feliz conduza a vela ousada!
Que importa que no seu barco seja um nada
Na vastidão do oceano,
Se à proa vão heróis e marinheiros
E vão no peito corações guerreiros?

Se, nós te amamos, em aventuras e mágoas!
Porque esse chão que embebe a água dos rios
Há de florar em meses, nos estios
E bosques, pelas águas!
Selvas e rios, serras e florestas
Brotem no solo em rumorosas festas!
Abra-se ao vento o teu pendão natal
Sobre as revoltas águas dos teus mares!
E desfraldado diga aos céus e aos mares
A vitória imortal!
Que foi de sangue, em guerras leais e francas,
E foi na paz da cor das hóstias brancas!



**GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ**
Secretaria da Educação