



***SENAI***sc

***Unidade São José***

***Treinamento em  
Manutenção de  
Ar Condicionado  
Automotivo***

# Sumário

<b>Ao Aluno .....</b>	<b>6</b>
<b>Objetivo .....</b>	<b>7</b>
<b>História .....</b>	<b>8</b>
<b>Meio Ambiente .....</b>	<b>10</b>
O Buraco na Camada de Ozônio .....	10
O buraco no Ozônio.....	11
O que são os raios Ultravioletas? .....	11
A reação química causada na atmosfera .....	12
Porque na Antártida .....	12
No Brasil ainda há pouco com que se preocupar .....	13
Efeitos negativos ao meio ambiente .....	13
Breve histórico dos refrigerantes.....	14
Opções para refrigerantes - Panorama geral.....	14
Isceon refrigerantes .....	14
Gases refrigerantes .....	15
Fluídos refrigerantes naturais .....	19
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> , R-744).....	19
Amônia (NH <sub>3</sub> , R-717).....	20
Hidrocarbonetos (HC).....	20
Conclusões.....	21
Então porque não consumir CFCs? .....	21
Cuidados com a manipulação de fluidos refrigerantes! .....	22
Efeitos a saúde e ao meio ambiente .....	22
Proteção da Camada de Ozônio - Cronologia .....	22
Ações Brasileiras para Eliminação de SDO .....	23
Resultados do Protocolo.....	24
Novo desafio - Eliminação dos HCFCs .....	25
Tendências.....	26
Os modelos climatológicos e as previsões de mudanças no clima. ....	26
<b>Propriedades dos líquidos e dos gases.....</b>	<b>27</b>
Fruídos refrigerantes .....	27
Características desejáveis de um refrigerante.....	27
Famílias.....	28
Estrutura química R-12 & R-134 .....	29
Principais diferenças entre os dois gases.....	29
Gás refrigerante R-134 <sup>a</sup> .....	29
Propriedades físico-químicas .....	31
Aplicações.....	31
Completar cargas em instalações com R-12 .....	32
Substituição de R-12 por R-134 <sup>a</sup> .....	32
Procedimento geral para substituição de R-12 por R-134 <sup>a</sup> .....	32
Condições de armazenamento adequadas .....	32
Nitrogênio .....	32
Informações ecológicas .....	33

Estabilidade e reatividade .....	33
Propriedades físico-químicas .....	33
Armazenamento .....	33

**Ar Condicionado Automotivo ..... 34**

Princípio de funcionamento .....	34
Fundamento do sistema de ar condicionado .....	35
Por que utilizá-lo? .....	36
Segurança .....	36
Para aqueles que gostam de estrada e economia .....	36
Qualidade de vida .....	36
Algumas dicas gerais de uso e importantes sobre o ar condicionado automotivo: ..	36

**Conceitos Básicos ..... 38**

Temperatura .....	38
Pressão .....	38
Calor .....	38
As formas de transmissão de calor são definidas como Condução - Convecção - Radiação .....	39
Conceitos básicos de termodinâmica .....	39
Estados da matéria .....	40
Relação pressão VS temperatura .....	41
Mudança de estado .....	41
Diagrama pressão VS temperatura da água .....	42
Abaixando a pressão .....	42
Condensação .....	43
Evaporação .....	43
Outros processos .....	43

**“EPI” Equipamento de Proteção Individual..... 44**

Introdução .....	44
As vias de exposição são: .....	44
Segurança na oficina mecânica .....	45
Risco .....	45
Responsabilidades .....	46
Aquisição dos EPI .....	47
EPI são desconfortáveis .....	47
O aplicador não usa EPI .....	47
Alertas de segurança .....	47
Noções de segurança .....	48
Principais EPI na manutenção de ar condicionado .....	49

**Tipos de Ar Condicionado Automotivo ..... 51**

**Peças que compõem o Ar Condicionado Automotivo ..... 52**

**Posicionamento de alguns componentes..... 52**

**Funções dos Componentes e Equipamentos do Ar Condicionado ..... 53**

Compressor .....	53
Acionamento .....	53
Conceito do mecanismo interno .....	53

Deslocamento Fixo VS Variável .....	54
Modulação do deslocamento dos compressores .....	54
"Aumentando o deslocamento do compressor" .....	55
"Reduzindo o deslocamento do compressor" .....	55
Tipos de compressores .....	56
Compressor Fixo Swash Plate (esguichar placa) - Componentes .....	56
Compressor Variável Swash Plate (esguichar placa) - Componentes .....	56
Compressor Variável Wobble Plate (chapa oscilante) - Componentes .....	57
Compressor Scroll (rolar) - Componentes .....	57
Compressor Rotary Vane - Componentes .....	58
Condensador .....	58
Reservatório / Filtro Secador .....	60
Mecanismos de Expansão.....	61
Válvula TXV de Bloco.....	61
Tubo Expansor .....	62
Válvula de Expansão Termostática .....	63
Núcleo Evaporador .....	64
Caixa de ar .....	65
Conjunto Condicionador de Ar Eletrônico.....	66
Componentes externos da caixa de ar .....	66
Principais componentes que integram o sistema eletrônico digital .....	67
Comando digital de funções .....	67
Eletroventilador com comando de acionamento eletrônico .....	67
Servo motor: Componente responsável pela movimentação das engrenagens de sincronização das portinholas.....	68
Filtro de Cabine .....	68
Filtros de Cabine com carvão ativado .....	68
Intervalo regular de troca .....	69
Alertas para a troca .....	69
Dicas de instalação .....	69
Aquecedor .....	70
Eletroventilador do compartimento do passageiro .....	71
Ventilador de Arrefecimento (ventoinha).....	71
Acumulador de Sucção .....	72
Mangueiras e Dutos de gás refrigerante.....	72
Muffler.....	73
Componentes de vedação .....	74
Dispositivos de proteção contra congelamento.....	75
Termostato .....	75
Termistor.....	75
Pressostato de Baixa .....	76
Dispositivos de proteção e controle de pressão .....	76
Pressostato de Alta .....	76
Pressostato de Três Níveis.....	77
Transdutor de Pressão .....	77
Dispositivos de controle .....	78
Sensores de temperatura.....	78
Painel de controle .....	78

## **Ferramentas específicas na Manutenção de Ar Condicionado**

---

### **79**

<b>Procedimentos de Manutenção .....</b>	<b>82</b>
Análise da eficácia do sistema de ar condicionado .....	82
Ineficiência do sistema de ar condicionado .....	84
Controle das pressões do sistema de ar condicionado .....	85
Ensaio e Diagnóstico .....	85
Verificar Conjunto Condicionador de Ar (Caixa de Ar Condicionado) .....	86
Verificar integridade e posicionamento do sensor termostato (anticongelamento) .....	86
Análise do Termostato Anticongelamento - Diagnose para falha de campo .....	86
Em caso de vazamento de gás certificar em qual parte do conjunto ocorreu à falha .....	88
Verificação de possível vazamento de ar quente .....	88
Verificação do sistema de ventilação da caixa de ar.....	89
Ruídos anormais .....	90
Causas prováveis.....	90
Controle de Óleo do Sistema .....	91
Lubrificação do sistema de A/C e compressor .....	91
Procedimento de Limpeza Interna do Sistema (Flushing) .....	93
Procedimento de Evacuação do Sistema .....	97
<b>Esquema Elétrico Típico do Sistema de AC .....</b>	<b>100</b>
<b>Intertravamento da ECM com o Sistema e AC .....</b>	<b>101</b>
<b>Sequência de Ativação dos Eletroventiladores .....</b>	<b>101</b>
<b>Anomalias, Defeitos e Reparos.....</b>	<b>102</b>
<b>Referências Bibliográficas.....</b>	<b>106</b>
<b>Anexos Informativos.....</b>	<b>108</b>
TABELA DE TORQUES DE APERTO – SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO / APLICAÇÃO: FIAT .....	108
Fórmulas para conversão de temperaturas.....	109
FICHA DE REPARAÇÃO.....	110
Localize o filtro de cabine nos veículos.....	111
Tabela de conversão de pressão .....	112
Tabela de conversão de unidades.....	113
Tabela unidade VS equivalência .....	114
Relação pressão VS temperatura do R-134 <sup>a</sup> .....	115

## **Ao Aluno**

**Bem vindos ao grandioso universo da mecânica automotiva. Com esta obra desejo ajudá-los a assumir uma postura e um olhar cada vez mais crítico quanto à formação de opinião e à utilização de seus conhecimentos.**

**O material didático aqui oferecido a você é resultado de pesquisas em livros, internet, apostilas, cursos de aperfeiçoamento, experiência e especialização em ar condicionado automotivo.**

**Atente-se nas informações aqui descritas e nos procedimentos técnicos de manutenção, pois isso irá ajudá-lo satisfatoriamente no seu dia-a-dia como um bom mecânico de ar condicionado automotivo. Principalmente no atendimento técnico quando você é abordado ou recepciona um cliente em sua oficina ou no local em que você trabalha.**

**É importantíssimo que todos almejem acertar o que está errado, melhorar dia pós dia procurando entender melhor os clientes, perceber suas aspirações para podermos surpreendê-los positivamente e naturalmente acrescentando qualidade e lucratividade ao seu trabalho.**

**Seja esperto e estude**

## **Objetivo**

Preparar os alunos para que ofereçam um atendimento personalizado para clientes e consumidores através do conhecimento técnico adquirido. Altamente capacitados e aptos a esclarecer dúvidas, dando suporte técnico para oficinas, redes autorizadas e concessionárias.

Conhecer a história, o cuidado com o meio ambiente, o princípio de funcionamento, conceitos básicos, a importância do uso de EPI (equipamento de proteção individual), componentes do sistema, tipos de sistemas, anomalias, defeitos, reparação, limpeza e processos de manutenção preventiva e corretiva.

Conscientizar quanto aos cuidados com a desmontagem e remontagem dos veículos durante a manutenção e reparos, devido à fragilidade de alguns acessórios e peças, como painel de instrumento dos veículos e componentes eletrônicos por exemplo.

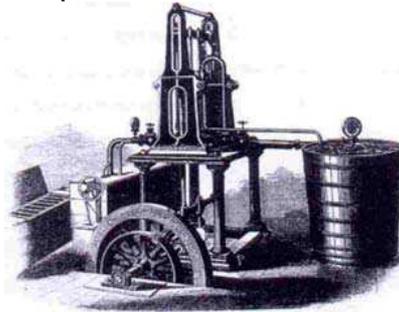
Capacitar através da apresentação e utilização de equipamentos de manutenção, componentes, efetuar atividades teóricas, práticas e visitas técnicas.

Proporcionar a informação para deixá-los aptos a efetuar medições, detectar vazamentos, fazer reparos elétricos, realizar manutenção e ajustes preventivos.

# História

Francis Bacon, em 1626, foi o primeiro a pensar em refrigeração para conservar alimentos. Ele realizou uma experiência com uma galinha enterrada na neve para ver se isto a preservava. Mas apenas com a invenção do MICROSCÓPIO em 1863 que resultados satisfatórios foram obtidos. Com o microscópio os cientistas estudaram as bactérias, enzimas e fungos. Eles descobriram que estes organismos microscópios se multiplicam com o calor, porém, pareciam hibernar em temperaturas abaixo de 10°C negativos. Temperaturas mais baixas não eliminam microrganismos, mas sim controlam o seu crescimento. Então pela primeira vez o alimento pôde ser mantido em seu estado natural pelo uso do frio.

A primeira descrição detalhada de um equipamento para produção de gelo foi patenteada por Jacob Perkins em 1834. O primeiro equipamento real foi construído por James Harrison (escocês) entre 1856 e 1857. Em 1862 em uma exibição internacional em Londres, Daniel Siebe apresentou este equipamento à sociedade da época.



Somente em 1913, tivemos algo mais concreto com a aparição dos primeiros refrigeradores manuais e em 1918 os elétricos. A partir de 1926 tivemos a concepção do compressor hermético e desde então a refrigeração está presente na maioria dos lares do mundo inteiro.



Com a descoberta do ciclo de refrigeração e desenvolvimento da máquina frigorífica abriu o caminho para o uso prático do ar condicionado. O que pode ser considerado como o primeiro equipamento de ar condicionado foi criado e patenteado em 1897 pôr Joseph McCrearty (U.S.A.). Seu sistema foi denominado lavador de ar (um sistema de resfriamento baseado no borrifamento de água).



Em 1906, o jovem engenheiro norte-americano Willys Haviland Carrier inventou um processo mecânico para condicionar o ar, tornando realidade o controle do clima. Sua invenção viria a ajudar a indústria. Uma empresa de Nova York estava tendo problemas com trabalhos de impressão durante os quentes meses de verão. O papel absorvia a umidade do ar e se dilatava. As cores impressas em dias úmidos não se alinhavam, gerando imagens borradas e obscuras.

Carrier acreditava que poderia retirar a umidade da fábrica através do resfriamento do ar. Para isto, desenhou uma máquina que fazia circular o ar por dutos resfriados artificialmente. Este processo, que controlava a temperatura e umidade, foi o primeiro exemplo de condicionamento de ar por um processo mecânico. Porém, foi à indústria têxtil o primeiro grande mercado para o condicionador de ar, que logo passou a usado em diversos prédios e instalações de indústrias de papel, produtos farmacêuticos, tabaco e estabelecimentos comerciais.

A primeira aplicação residencial foi em uma mansão de Minneapolis, em 1914. Carrier desenhou um equipamento especial para residências, maior e mais simples do que os condicionadores de hoje em dia. No mesmo ano, Carrier instalou o primeiro condicionador de ar hospitalar, no Allegheny General Hospital de Pittsburgh. O sistema introduzia umidade extra em um berçário de partos prematuros, ajudando a reduzir a mortalidade causada pela desidratação.

Nos anos 20, o ar condicionado tornou-se mais acessível ao público em muitos prédios públicos. O aparelho teve seu "debut" em público em 1922, no Grauman's Metropolitan Theatre em Los Angeles. Na verdade, o condicionador ajudou a indústria cinematográfica, pois, nos meses de verão, a frequência dos cinemas caía muito e várias salas fechavam nesse período.

Carrier equipou a Câmara dos Deputados dos EUA em 1928, o Senado Americano em 1929 e os escritórios executivos da Casa Branca em 1930, tornando mais agradável o trabalho no verão quente e úmido de Washington.

Os vagões da ferrovia B&O foram os primeiros veículos de passageiros a possuírem condicionadores de ar, em 1930.

Também nos anos 30, Willis Carrier desenvolveu um sistema que viabilizou o ar condicionado em arranha-céus. A distribuição do ar em alta velocidade através de dutos "Weathermaster", criada em 1939, economizava mais espaço do que os sistemas utilizados na época. Nos anos 50, os modelos residenciais de ar condicionado começaram a ser produzidos em massa. Nesta época, em 1950, Willis Carrier morreu.

Em 1952, a Empresa Carrier desenvolveu a primeira produção em série de unidades centrais de condicionadores de ar para residências. O estoque foi vendido em duas semanas. Dez anos depois, estas centrais não eram mais novidade, e ainda hoje trazem soluções em todas as partes do mundo.

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.

## **Meio Ambiente**

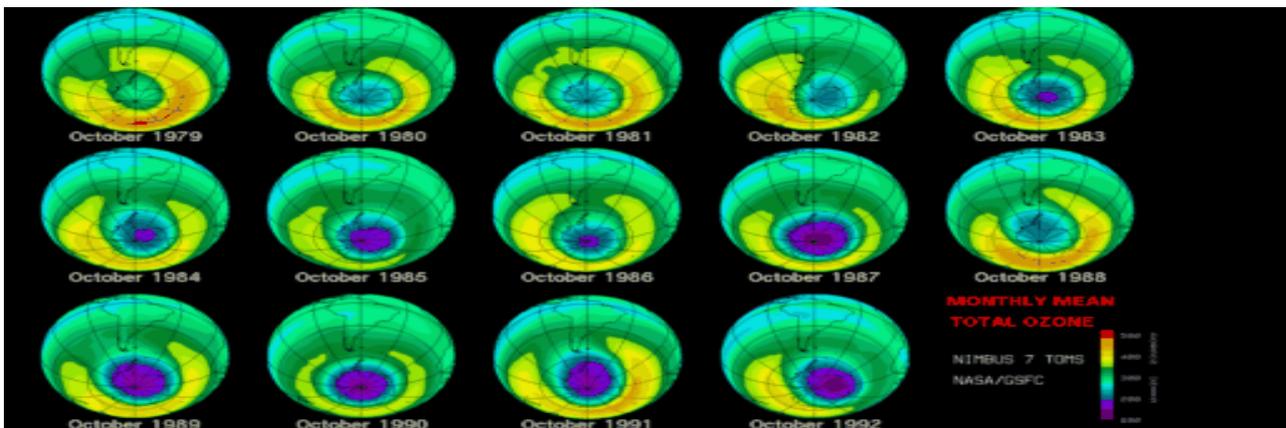
### **O Buraco na Camada de Ozônio**

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 clorofluorcarbono (CFC), um gás que ao atingir a camada de ozônio destrói as moléculas que a formam (O<sub>3</sub>), 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.

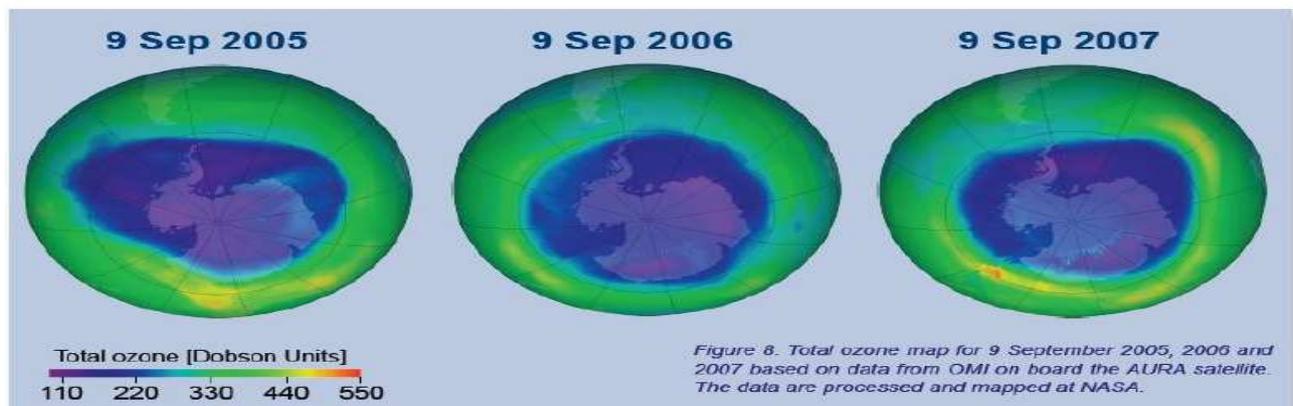
Nos últimos anos tentou-se evitar ao máximo a utilização do CFCs e, mesmo assim, o buraco na camada de ozônio continua aumentando, preocupando cada vez mais a população mundial. As ineficientes tentativas de se diminuir a produção de CFCs, devido à dificuldade de se substituir esse gás, principalmente 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.

## O buraco no Ozônio

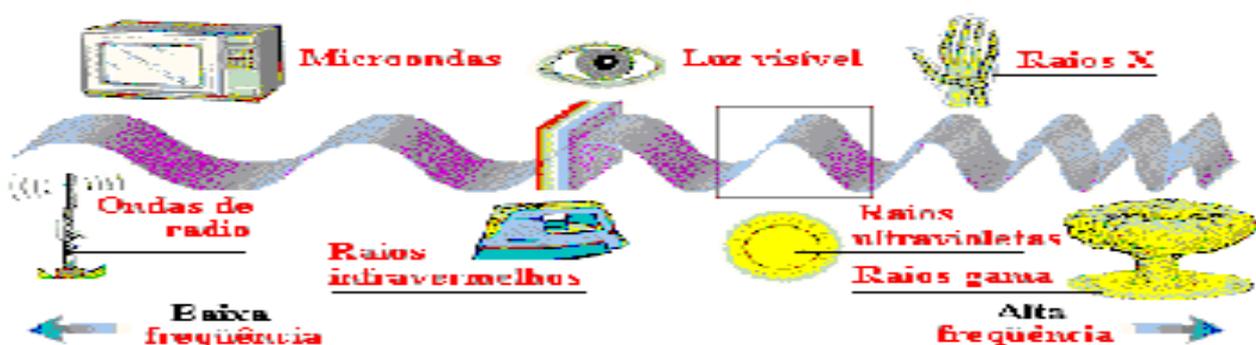
A região mais afetada pela destruição da camada de ozônio é a Antártida. Nessa região, principalmente no mês de setembro, quase a metade da concentração de ozônio é misteriosamente sugada da atmosfera. Esse fenômeno deixa à mercê dos raios ultravioletas uma área de 31 milhões de quilômetros quadrados, maior que toda a América do Sul, ou 15% da superfície do planeta. Nas demais áreas do planeta, a diminuição da camada de ozônio também é sensível; de 3 a 7% do ozônio que a compunha já foi destruído pelo homem. Mesmo menores que na Antártida, esses números representam um enorme alerta ao que nos poderá acontecer, se continuarmos a fechar os olhos para esse problema.



## “Buraco” na Camada de Ozônio



## 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.

## A reação química causada na atmosfera

As moléculas de clorofluorcarbono ou freon passam intactas pela troposfera, que é a parte da atmosfera que vai da superfície até uma altitude média de 10.000 metros. Em seguida essas moléculas atingem a estratosfera, onde os raios ultravioletas do sol aparecem em maior quantidade. Esses raios quebram as partículas de (CFC) liberando o átomo de cloro. Este átomo, então, rompe a molécula de ozônio ( $O_3$ ), formando monóxido de cloro (ClO) e oxigênio ( $O_2$ ). A reação tem continuidade e logo o átomo de cloro libera o de oxigênio que se liga a um átomo de oxigênio de outra molécula de ozônio, e o átomo de cloro passa a destruir outra molécula de ozônio, criando uma reação em cadeia.

Por outro lado, existe a reação que beneficia a camada de ozônio: Quando a luz solar atua sobre óxidos de nitrogênio, estes podem reagir liberando os átomos de oxigênio, que se combinam e produzem ozônio. Estes óxidos de nitrogênio são produzidos continuamente pelos veículos automotores, resultado da queima de combustíveis fósseis. Infelizmente, a produção de CFCs, mesmo sendo menor que a de óxidos de nitrogênio, consegue, devido à reação em cadeia já explicada, destruir um número bem maior de moléculas de ozônio que as produzidas pelos automóveis.



## Porque na Antártida

Em todo o mundo as massas de ar circulam, sendo que um poluente lançado no Brasil pode atingir a Europa devido a correntes de convecção. Na Antártida, por sua vez, devido ao rigoroso inverno de seis meses, essa circulação de ar não ocorre e, assim, formam-se círculos de convecção exclusivos daquela área. Os poluentes atraídos durante o verão permanecem na Antártida até a época de subirem para a estratosfera. Ao chegar o verão, os primeiros raios de sol quebram as moléculas de CFC encontradas nessa área,

iniciando a reação. Em 1988, foi constatado que na atmosfera da Antártida, a concentração de monóxido de cloro é cem vezes maior que em qualquer outra parte do mundo.

## 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, consequentemente 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 consequente 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.



Autores: IF da UFRJ - Curt Roloff e Núbio Tupinambá - Instituto Galileo Galilei

23 de maio de 1997

## Breve histórico dos refrigerantes

- 1834:** Perkins refrigeração por compressão de vapor utilizando éter etílico;
- 1880 - 1920:** amônia, ácido sulfúrico, dióxido de carbono e propano;
- 1930 - 1940:** CFCs (R-12, R-11, R-114, R-113);
- 1950:** HCFCs (R-22, R-502);
- 1974:** Teoria da destruição do Ozônio (Molina e Rowland);
- 1987:** Protocolo de Montreal (eliminação de CFCs e HCFCs);
- 1992:** Convenção do Clima (UNFCCC);
- 1997:** Protocolo de Kyoto (redução das emissões de **HFC**, PFC, CO<sub>2</sub>, SF<sub>6</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>);
- 3º milênio:** Quais refrigerantes serão utilizados?

## Opções para refrigerantes - Panorama geral

- Desde o estabelecimento do Protocolo de Montreal, a indústria de refrigeração tem procurado substitutos para os refrigerantes CFCs e HCFCs.
- Nos últimos 15 anos, os fluidos refrigerantes utilizados evoluíram de três ou quatro substâncias destruidoras de ozônio (SDO) (basicamente CFC-11, CFC-12, HCFC-22 e R-502), para perto de cem fluídos incluindo hidrofluorcarbono (HFC), perfluorcarbono (PFC), amônia, dióxido de carbono e hidrocarboneto (HC).
- Desta forma, fabricantes de equipamentos, projetistas, instaladores e usuários finais têm que tomar decisões sobre quais refrigerantes escolherem para substituir as SDO.
- Isto deu origem a questionamentos com respeito a implicações energéticas, ambientais e de segurança das novas substâncias, com a conclusão que não há mais um número pequeno de soluções simples.

## Isceon refrigerantes

### Isceon 9 Series

Refrigerantes "Drop-in" para substituição dos gases CFC's e HCFC's. Não agriDEM a camada de ozônio. Compatíveis com óleo mineral.

### Isceon 39TC (R12 - Máquinas centrífugas)

Desenvolvido especialmente para substituição de R12 em máquinas centrífugas (chillers) e turbo chillers sem necessidade de substituição de peças.

Isceon 39TC é uma mistura próxima da azeotrópica e, portanto, pode ser utilizado nos equipamentos centrífugos oferecendo capacidade de refrigeração e performance similares ao R12. O custo da conversão com Isceon 39TC é aproximadamente 30% menor em relação ao R134a.

### **Isceon 49 (R12)**

Refrigerante "drop-in" para substituição do R12. Principais aplicações: ar condicionado automotivo, refrigeradores domésticos, balcões frigoríficos.

Isceon 49 é particularmente recomendado para sistemas herméticos onde a troca do óleo é impraticável. Isceon 49 apresenta performance similar ao R12 e a carga de gás é geralmente 10% menor.

O custo total da conversão é aproximadamente 50% menor comparado a conversão para R134a.

### **Isceon 59 (R22)**

Refrigerante "drop-in" para substituição do R22 em equipamentos existentes e novos projetos. Principais aplicações: condicionadores de ar tipo "self contained", sistemas split de refrigeração, ar condicionado de janela, refrigeração industrial de média temperatura e câmaras frias com temperaturas de até -30°C.

### **Isceon 69 (R502)**

Desenvolvido para substituição "drop-in" do R502 em todas as suas aplicações. A substituição do R502 utilizando Isceon 69 é fácil e de baixo custo e os resultados alcançados são praticamente idênticos podendo apresentar uma redução no consumo de energia.

Isceon 69 é o único refrigerante da nossa linha que não é 0 ODP, porém representa uma solução viável e de baixo custo para substituição do CFC R502 enquanto for permitida a utilização dos gases HCFC's.

Principais aplicações: freeze-drying, refrigeração industrial de baixa temperatura como plantas farmacêuticas, testes de resistência de materiais sobre diferentes condições de temperatura.

### **Isceon 89 (R13B1)**

Desenvolvido para substituição "drop-in" do R13B1 em equipamentos existentes e novos projetos.

Principais aplicações: refrigeração industrial e "freeze-dryin", principalmente em processos de baixas temperaturas (-60°C) como plantas farmacêuticas. Por conseguir temperaturas mais baixas na descarga do compressor, pode ser utilizado como ganho de capacidade em casos de máquinas de baixa temperatura que operam saturadas.

## **Gases refrigerantes**

### **Azeotropo 500 (R-500)**

Azeotropo (CCl<sub>2</sub>F<sub>2</sub>/CH<sub>3</sub>CHF<sub>2</sub>). Um azeotropo que tem pressões de vapor ligeiramente mais elevadas, e proporciona capacidades mais elevadas a partir do mesmo deslocamento do compressor.

### **Azeotropo 502 (R-502)**

Azeotropo ( $\text{CHClF}_2/\text{CClF}_2\text{CF}_3$ ). Um azeotropo utilizado em aplicações de refrigeração de temperatura baixa e média.

### **Azeotropo 503 (R-503)**

Azeotropo ( $\text{CHF}_3/\text{CClF}_3$ ). Um azeotropo que é utilizado no estágio baixo dos sistemas tipo cascata, onde proporciona ganhos na capacidade do compressor e na baixa temperatura alcançada.

### **Azeotropo AZ 50 (R-507)**

Azeotropo ( $\text{CHF}_2\text{CF}_3/\text{CH}_3\text{CF}_3$ ). AZ-50 é um azeotropo de HFC-125 e HFC-143a que não prejudica o ozônio. Foi concebido, inicialmente, para substituir o R-502 em aplicações de refrigeração comercial de temperaturas baixas e médias, tais como os expositores dos supermercados e as máquinas de gelo.

### **CFC-11 (R-11)**

Triclorotrifluorometano ( $\text{CCl}_3\text{F}$ ). Um agente expensor para aplicações de isolamento de espuma rígida, tais como: construção (comercial, residencial e pública), eletrodomésticos e veículos de transporte. Também é um refrigerante usado em refrigeradores centrífugos.

### **CFC 12 (R-12)**

Diclorodifluorometano ( $\text{CCl}_2\text{F}_2$ ). Um refrigerante muito usado em equipamentos de tipo alternativo e rotativo e em alguns de tipo centrífugo. Também é utilizado como diluente em um gás esterilizador, e como agente expensor em aplicações de espuma rígida.

### **CFC 13 (R-13)**

Clorotrifluorometano ( $\text{CClF}_3$ ). Um refrigerante especial para baixa temperatura utilizado no estágio baixo de sistemas em cascata, para proporcionar temperaturas do evaporador na ordem de  $-75^\circ\text{C}$ .

### **CFC 113 (R-113)**

Triclorotrifluoroetano ( $\text{C}_2\text{Cl}_3\text{F}_3$ ). Utilizado em unidades integradas de refrigeradores centrífugos de baixa capacidade. Funciona com pressões de sistema muito baixas, e volumes elevados de gás. Também é utilizado como um intermediário na fabricação de lubrificantes especializados.

### **CFC 114 (R-114)**

Diclorotetrafluoroetano ( $\text{C}_2\text{Cl}_2\text{F}_4$ ). Intermediário em pressão e deslocação. Utilizado principalmente com refrigeradores para capacidades mais elevadas ou para temperaturas mais baixas no evaporador, em aplicações do tipo processo de fabrico.

### **HCFC 22 (R-22)**

Clorodifluorometano ( $\text{CHClF}_2$ ). Como refrigerante, funciona com pressões de sistema mais elevadas mas baixo deslocamento do compressor. É comum em aplicações residenciais, comerciais e industriais. Também é utilizado como intermediário e como agente expensor em aplicações de espuma rígida.

### **HCFC 123 (R-123)**

Diclorotrifluoroetano ( $\text{CHCl}_2\text{CF}_3$ ). Um composto que deteriora muito pouco a camada de ozônio, e que serve como substituto para CFC-11 em refrigeradores centrífugos.

### **HCFC 124 (R-124)**

Clorotetrafluoroetano ( $\text{CHClFCF}_3$ ). Um refrigerante potencial de pressão média para aplicações de refrigerantes. Está concebido para substituir o CFC-12 como um diluente em gases de esterilização. Uma substituição potencial para o CFC-11 e -12 em aplicações de isolamento com espuma rígida.

### **HFC 125 (R-125)**

Pentafluoroetano ( $\text{CHF}_2\text{CF}_3$ ). Um candidato a substituto para utilização em aplicações de refrigerantes de baixa temperatura. A baixa temperatura crítica poderá limitar a sua utilização como fluido único.

### **HCFC 141b (R-141b)**

Diclorofluoroetano ( $\text{CCl}_2\text{FCH}_3$ ). O principal agente expensor substituto do CFC-11 em aplicações de isolamento com espuma rígida, tais como: construção (comercial, residencial e pública), eletrodomésticos e veículos de transporte.

### **HCFC 142b (R-142b)**

Difluorocloroetano ( $\text{CH}_3\text{CClF}_2$ ). Um substituto eficaz para o CFC-12 em aplicações de isolamento com espuma rígida de poliuretano, poliestireno e polietileno. As utilizações incluem tanto a construção residencial como a comercial, e a tubagem de processo.

### **HFC 23 (R-23)**

Trifluorometano ( $\text{CHF}_3$ ). Um refrigerante especial para baixa temperatura que pode ser utilizado em substituição do CFC-13 e do R-503 no estágio baixo dos sistemas em cascata.

### **HFC 134a (R-134a)**

Tetrafluoroetano ( $\text{CH}_2\text{FCF}_3$ ). Um refrigerante para substituir o CFC-12 no ar condicionado para automóveis, e em sistemas de refrigeração residenciais,

comerciais e industriais. Também é utilizado como um agente expensor em isolamentos de espuma rígida.

### **HFC 152a (R152a)**

Difluoroetano ( $\text{CHF}_2\text{CH}_3$ ). Usado como um propulsor de aerossóis e um agente expensor para espumas termo-plásticas. Também é utilizado como um componente em misturas refrigerantes.

### **Mistura Azeotrópica (AZ-20)**

Mistura Azeotrópica ( $\text{CH}_2\text{F}_2/\text{CHF}_2\text{CF}_3$ ). AZ-20 é uma mistura azeotrópica de HFC-32 e HFC-125. Foi concebida para substituir o HCFC-22 em aplicações de ar condicionado e refrigeração.

### **Mistura 409A (R-409A)**

Clorodifluorometano. Clorotetrafluoroetano. Clorodifluoroetano ( $\text{CHClF}_2/\text{CHClFCF}_3/\text{CH}_3\text{CClF}_2$ ). Um substituto provisório para o CFC-12 em sistemas de refrigeração. Contém HCFC-22/HCFC-124/HCFC142b.

### **Mistura 407C (R-407C)**

Difluorometano. Pentafluoroetano. Tetrafluoroetano ( $\text{CH}_2\text{F}_2/\text{CHF}_2\text{CF}_3/\text{CH}_2\text{FCF}_3$ ). Um substituto a longo prazo do HCFC-22, que não é prejudicial para o ozônio, para várias aplicações de ar condicionado, bem como para sistema de refrigeração de deslocamento positivo. É uma mistura ternária de HFC-32/HFC-125/HFC-134a.

### **Mistura 404A (R-404A)**

Pentafluoroetano. Trifluoroetano. Tetrafluoroetano ( $\text{CHF}_2\text{CF}_3/\text{CH}_3\text{CF}_3/\text{CH}_2\text{FCF}_3$ ). Um substituto a longo prazo do R-502, que não prejudica o ozônio, nos sistemas de refrigeração comerciais de temperaturas baixas e médias.

### **Mistura HP 80 (R-402A)**

Clorodifluorometano. Pentafluoroetano. Propano ( $\text{CHClF}_2/\text{CHF}_2\text{CF}_3/\text{C}_3\text{H}_8$ ). Um substituto provisório para retroadaptar sistemas de refrigeração comercial de temperaturas baixas e médias.

### **Mistura MP 39 (R-401A)**

Clorodifluorometano/Difluoroetano/Clorotetrafluoroetano ( $\text{CHClF}_2/\text{CH}_3\text{CHF}_2/\text{CHClFCF}_3$ ). Um substituto temporário do CFC-12 em sistemas refrigeradores comerciais de temperatura média. Contém HCFC-22/HFC-152 a/HCFC-124.

### **Mistura MP 66 (R-401B)**

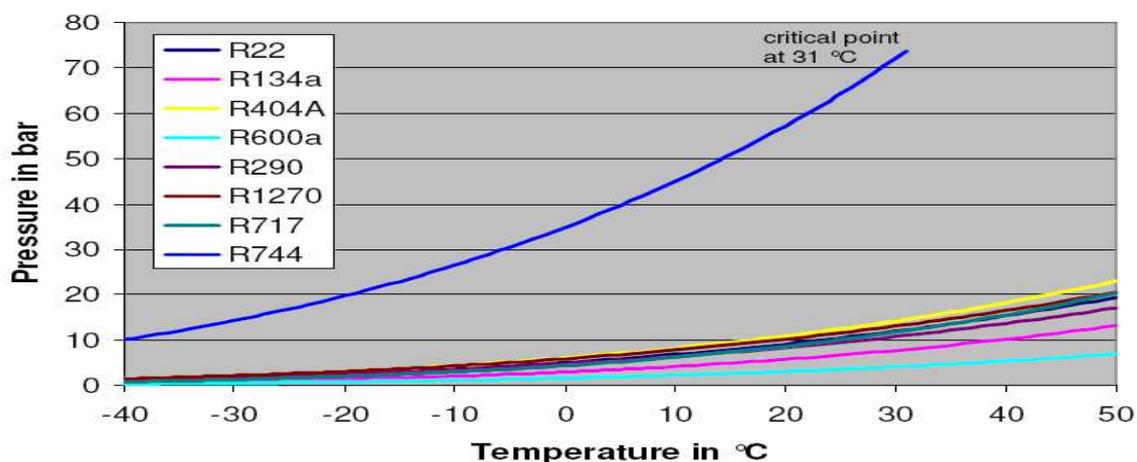
Clorodifluorometano. Difluoroetano. Clorotetrafluoroetano (CHClF<sub>2</sub>/CH<sub>3</sub>CHF<sub>2</sub>/CHClFCF<sub>3</sub>). Um substituto temporário do CFC-12 em sistemas refrigeradores comerciais de temperatura baixa. Contém HCFC-22/HFC-152a/HCFC-124.

## Fluídos refrigerantes naturais

- Os hidrocarbonetos, a amônia, CO<sub>2</sub>, água e ar, fazem parte de um grupo de substâncias chamado de "refrigerantes naturais".
- Todos "refrigerantes naturais" existem em ciclos materiais da natureza mesmo sem interferência humana
- Evolução e inovações tecnológicas ajudaram a considerar os refrigerantes naturais como uma solução segura econômica para determinadas aplicações.
- Sistemas de refrigeração com "refrigerantes naturais" deverão ter um papel cada vez mais importante no futuro como soluções técnicas.

## Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>, R-744)

- Dióxido de carbono é um fluido refrigerante que vem sendo utilizado há mais de um século.
- Tem boa compatibilidade química com os materiais comuns e uma solubilidade boa com diversos óleos lubrificantes.
- Não tem ODP e apresenta GWP insignificante.
- R-744 é classificado pelas normas como refrigerante A. não inflamável tóxico em concentrações moderadas, acima de 5% em volume no ar.
- É de baixo custo e disponível em qualquer quantidade em qualquer parte do mundo.
- Tem propriedades bem conhecidas e documentadas.
- A grande diferença entre CO<sub>2</sub> e outros refrigerantes comuns é sua relação pressão-temperatura, e particularmente sua baixa temperatura crítica de 31°C.



- O ciclo transcrito básico é potencialmente menos eficiente que um ciclo de compressão convencional em função das grandes perdas termodinâmicas.
- Esforços significativos de pesquisa e desenvolvimento estão em curso para aumentar a eficiência do ciclo, através de desenvolvimento de expansores

(ao contrário de válvulas de expansão), ejetores de forma a recuperar as perdas.

- Dióxido de carbono está sendo considerado em sistemas de resfriamento para supermercados tanto em sistemas de expansão direta quanto em sistemas em cascata com dióxido de carbono no estágio de baixa temperatura e amônia ou R404A no estágio de média temperatura.

## **Amônia (NH<sub>3</sub>, R-717)**

- No período de 1930 a 1990, quase todas as legislações para construção de edifícios, normas para equipamentos e para projetos de sistemas de ar condicionado e procedimentos de instalação foram desenvolvidas para equipamentos e sistemas utilizando refrigerantes halogenados.
- Além disso, os fornecedores importantes de equipamentos desenvolveram produtos para atender estas normas que permitia somente o uso de refrigerantes halogenados.
- Os arquitetos, engenheiros, e empreiteiros utilizaram sistemas de refrigerantes halogenados em seus projetos e instalações de condicionamento de ar.
- Portanto, halogenados tornaram-se os refrigerantes escolhidos para aplicações comerciais e residenciais de condicionamento de ar, enquanto amônia permaneceu o refrigerante para refrigeração industrial.
- A amônia (R-717) é um refrigerante sem impacto ambiental direto porque não destrói o ozônio atmosférico, tem um potencial de destruição de ozônio (ODP) zero, assim como não contribui para o aquecimento global, pois tem um potencial de aquecimento global (GWP) também zero.
- Em função de suas propriedades termodinâmicas excelentes para a utilização como fluido refrigerante em sistemas de refrigeração por compressão de vapor, o uso da amônia implica em um consumo menor de energia que o uso de outros refrigerantes em sistemas industriais de refrigeração de grande porte.
- Com relação à questão da segurança, amônia tem um histórico de bom desempenho comprovado em parte por causa do seu odor reconhecível e facilmente detectável, instalações implantadas em conformidade com normas da indústria, e de operadores bem treinados.

## **Hidrocarbonetos (HC)**

- Os refrigerantes hidrocarbonetos foram introduzidos no começo do século XX (na Alemanha em 1916).
- Nos anos 20 e 30, refrigeradores foram desenvolvidos utilizando isobutano (R-600a) como fluido refrigerante.
- Gradualmente, os CFCs substituíram todos os outros refrigerantes, mesmo assim no início dos anos 50 podiam ser encontrados produtos novos no mercado europeu utilizando isobutano. Logo em seguida uma mudança mundial para CFC-12 se realizou.
- Seus usos como fluidos de trabalho se restringiram a grandes plantas de refrigeração industrial dentro da indústria do petróleo e de gás.

- Os hidrocarbonetos são incolores e quase inodoros e têm potencial de esgotamento de ozônio zero (ODP = 0) e potencial de aquecimento global direto desprezível (GWP = 3).
- A opção de uso de hidrocarbonetos como refrigerantes alternativos aos CFCs recebeu atenção considerável na Alemanha em 1990/1991.
- Em 1993 uma companhia iniciou a venda de refrigeradores usando uma mistura de propano e isobutano como refrigerante.
- Como resultado de ações tomadas pelo Greenpeace, e aumento da consciência ambiental a opção hidrocarbonetos se tornou realidade.
- Os hidrocarbonetos são tecnicamente viáveis para serem utilizados em todos os tipos de sistemas, mas aplicações práticas são restringidas por códigos de segurança e regulamentos nacionais.
- Os hidrocarbonetos são inflamáveis e medidas adequadas de segurança devem ser usadas durante manipulação, fabricação, manutenção e assistência técnica e disposição do equipamento.
- Diversos países têm legislação e normas técnicas sobre as limitações de uso e dos aspectos de segurança necessários.

## 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.

## Então porque não consumir CFCs?

Nunca é demais repetir os motivos pelos quais não se deve mais consumir gás CFCs nos sistemas de refrigeração doméstico, automotivo, comercial ou industrial. A Camada de Ozônio é a concentração de ozônio (O<sub>3</sub>) verificada na estratosfera localizada cerca de 25/35 km da superfície da Terra. Ela cumpre um papel fundamental na preservação da vida na Terra, funcionando como um filtro das radiações solares, impedindo que cheguem à superfície grandes quantidades de Raios Ultra Violeta B, que podem causar sérios prejuízos à saúde humana (câncer de pele, catarata, debilidade do sistema imunológico) e ao equilíbrio de ecossistemas.

Evidências científicas demonstram que algumas substâncias químicas como Cloro (Cl) e Bromo (Br) produzidos pelo homem atingem a estratosfera por meio dos clorofluorcarbono (CFC), halons, tetra cloreto de carbono, metil clorofórmio, hidroclorofluorcarbono (HCFC) e brometo de metila, substâncias estas quando liberadas, reagem com o ozônio (O<sub>3</sub>) contribuindo para o seu esgotamento, conseqüentemente aumentando a incidência dos Raios UV.

### **Cuidados com a manipulação de fluidos refrigerantes!**

É preciso chamar a atenção dos colegas refrigeristas 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. Errado! 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. Vamos lá amigos, o meio ambiente agradece!

### **Efeitos a saúde e ao meio ambiente**

#### **Danos à saúde:**

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

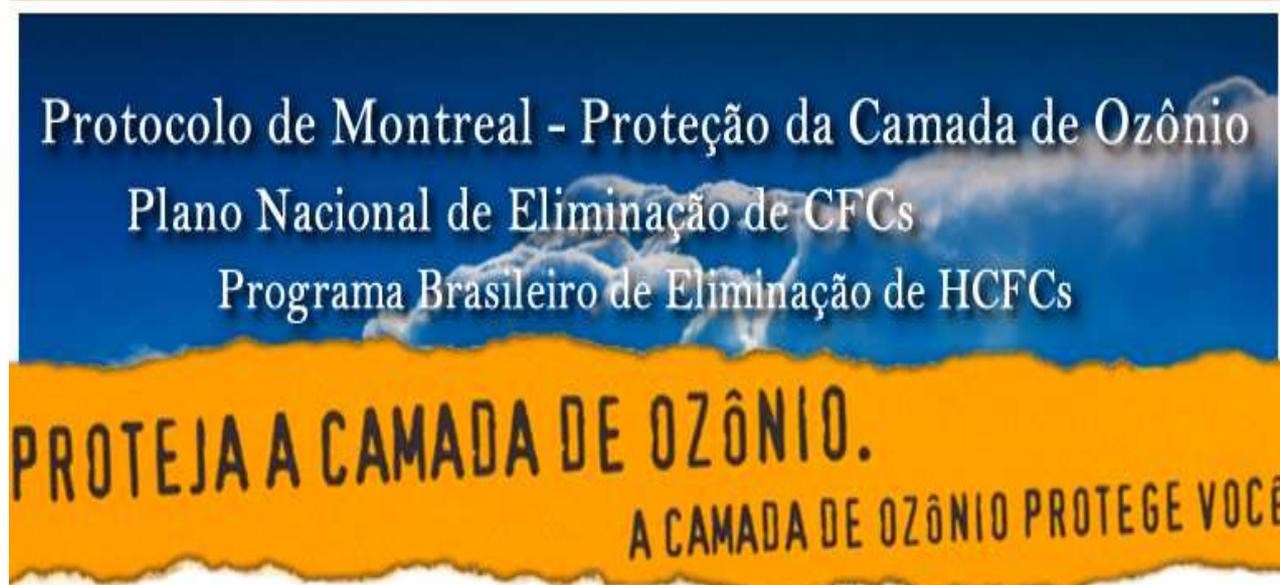
#### **Danos ao Meio Ambiente:**

- 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.

### **Proteção da Camada de Ozônio - Cronologia**

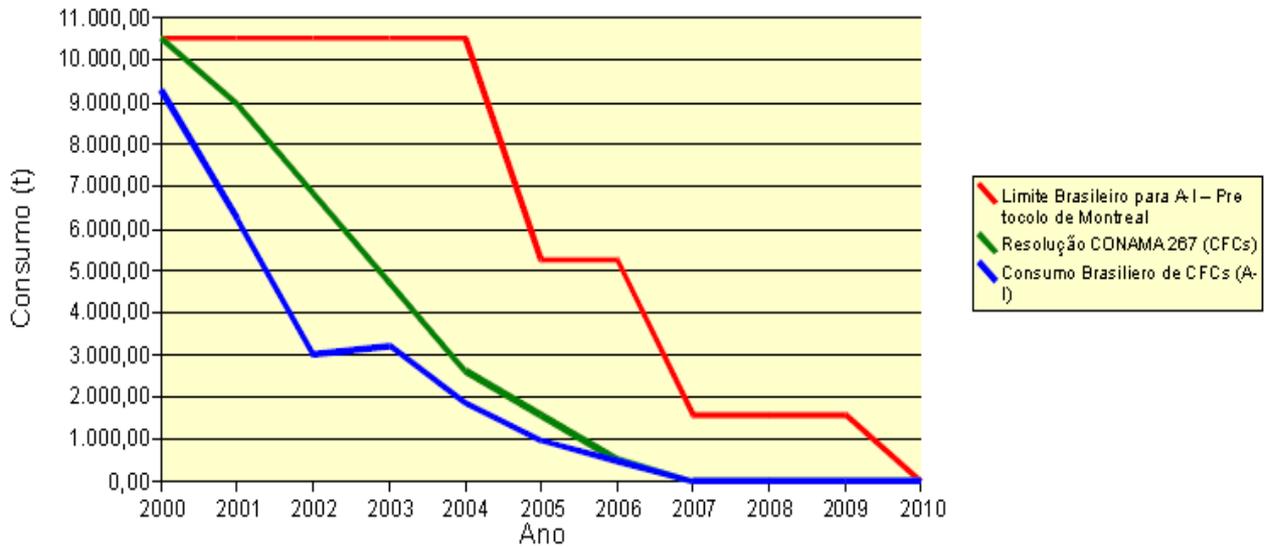
- 1974 - Molina e Roland propõem teoria que o CFCs está destruindo a Camada de Ozônio;
- 1978 - CFC eliminado em aerossóis nos EUA;
- 1984 - primeiro buraco na Camada de Ozônio na Antártica;
- 1985 - Convenção de Viena;
- 1987 - Protocolo de Montreal;
- 1988 - verificam-se perdas de ozônio no hemisfério norte;
- 1990 - Revisão de Londres;
- 1992 - Revisão de Copenhagen;
- 1997 - Revisão de Montreal;
- **2007 - Montreal Aceleração da eliminação do HCFCs;**
- **2008 - Completa escassez de CFCs no mercado.**

## Ações Brasileiras para Eliminação de SDO

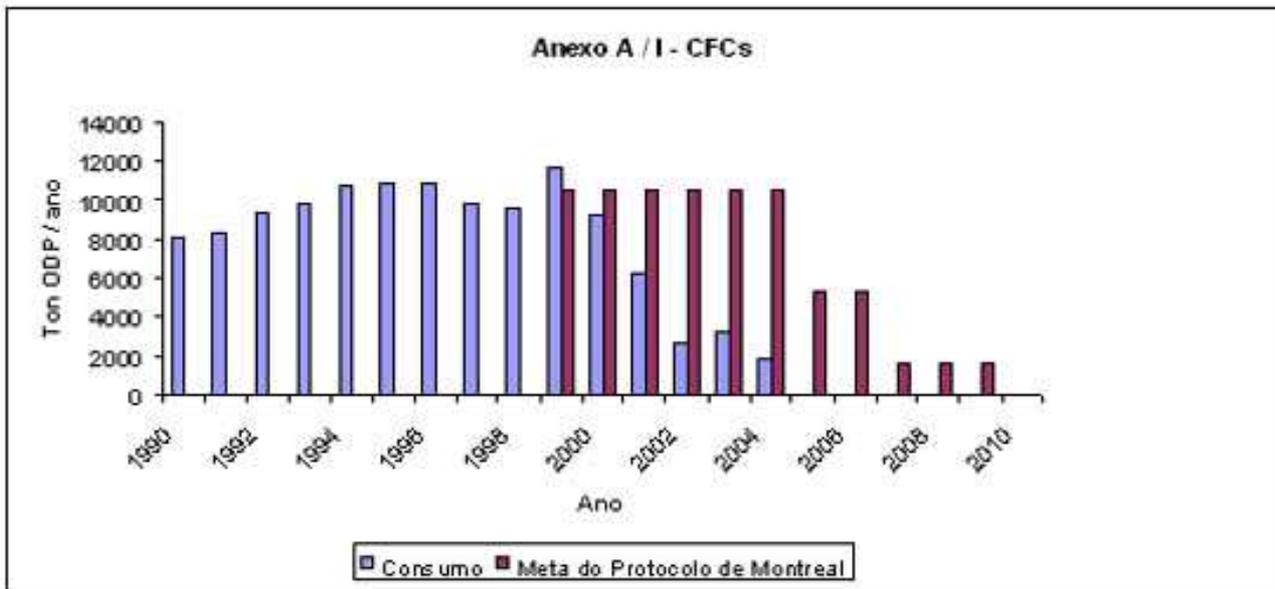


Em 1987, o Brasil firmou um acordo chamado **Protocolo de Montreal** sobre Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio. Em 1990, o Brasil aderiu à Convenção de Viena e ao Protocolo de Montreal, comprometendo-se a eliminar completamente os CFCs até janeiro de 2010, entre outras medidas. O Brasil age para proteger e recuperar a Camada de Ozônio há quase duas décadas. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), vinculada ao Ministério da Saúde. Proibiram a fabricação de CFCs em 1999 e importação em 2007 e a comercialização de produtos cosméticos, de higiene, de uso sanitário doméstico e perfumes sob a forma de aerossóis que contivessem CFC. Desde 1997, não se produzem mais veículos com ar condicionado com gás CFCs. A partir de 2001, não se fabricam mais refrigeradores domésticos e comerciais com esses gases. Mas para eliminar os CFCs remanescentes e gerenciar seu passivo, em julho de 2002 o Governo Brasileiro apresentou ao Comitê-Executivo do **Protocolo de Montreal** o **Plano Nacional para a Eliminação de CFCs - PNC**. A ação é baseada em treinamento e assistência técnica, implementação de novas tecnologias, mudanças legislativas e de processos industriais para reduzir ainda mais o uso e os estoques de gases agressivos ao meio ambiente. O **Plano Nacional para Eliminação de CFCs - PNC** tem como meta a redução e consequente eliminação do consumo de CFCs no Brasil, que já se concretizou, inclusive antes do prazo determinado. O **PNC** prioriza o banimento de substâncias como CFC-11, CFC-12, CFC-113, CFC-114 e CFC-115, até janeiro de 2010, com foco em duas ações: seguir implementando projetos de conversão industrial; e gerenciamento do passivo de CFCs com a instalação de Centrais de Regeneração para as empresas do setor, assistência técnica às empresas, treinamento de refrigeristas, inspetores alfandegários e distribuição de equipamentos para recolhimento de CFCs. Também prevê atividades nos setores de ar condicionado automotivo e industrial, visando o recolhimento e reciclagem de gases durante manutenções periódicas e reparos. Com o trabalho desenvolvido no País, desde os anos 1980 e posteriormente ao lançamento do **PNC (Plano Nacional de Eliminação de CFCs)**, é possível afirmar que o Brasil está cumprindo rigorosamente e até antecipando obrigações assumidas junto ao **Protocolo de Montreal**, como demonstram os gráficos e a tabela abaixo.

## Limites & Consumo de CFCs no Brasil



Fonte: IBAMA (Valores de Consumo)



## Resultados do Protocolo

- 95% das SDO eliminadas em todo o mundo;
- 25 bilhões de toneladas de CO2 equivalente eliminadas;
- CFCs já não são mais encontrados em redes de distribuição;
- Entre 2050 e 2075 prevê-se a recuperação da Camada de Ozônio sobre a Antártida aos níveis anteriores a 1980.



R  
e  
c  
o  
n  
h  
e  
c  
i  
m  
e  
n  
t  
o

**Já estamos entre os países que tiveram mais êxito na extinção do componente que destrói a Camada de Ozônio.**

## **Novo desafio - Eliminação dos HCFCs**

Montreal, 14 de setembro de 2007 – Governos consideram acelerar a redução no uso de hidroclorofluorcarbonos (HCFC), químicos utilizados para substituir a substância conhecida como CFC, mais danosas ao ozônio. A proposta foi apresentada em uma reunião internacional em Montreal, Canadá.

Novas avaliações técnico-científicas indicam que deixar de utilizar os HCFCs e seus subprodutos fará mais do que auxiliar na recuperação da camada de ozônio. A aceleração na redução do uso dessas substâncias também contribuirá significativamente para o enfrentamento de outro importante desafio ambiental: as mudanças climáticas.

Nove países desenvolvidos e em desenvolvimento – um número recorde de adesões – apresentaram seis propostas diferentes que serão debatidas por até 191 partes e governos no encontro a ser realizado na cidade canadense entre 17 e 21 de setembro. As negociações ocorrerão durante as celebrações do 20º aniversário do tratado mundial sobre ozônio, o Protocolo de Montreal.

O Protocolo foi uma resposta à crescente preocupação internacional quanto ao surgimento de um buraco na camada de ozônio sobre a Antártida, a partir do uso de substâncias redutoras da concentração de ozônio em produtos que abrangem desde latas de spray a equipamentos de combate a incêndio.

Os HCFCs, promovidos por mais de uma década como substâncias menos danosas do que os CFCs tornaram-se populares em produtos como sistemas de refrigeração, ar-condicionado e espumas.

Sob o Protocolo de Montreal, o tratado das Nações Unidas adotado em 1987 para a proteção da camada de ozônio, os HCFCs devem estar em desuso até 2030 nos países desenvolvidos, e até 2040 nos países em desenvolvimento.

Entretanto, cientistas e diversos governos estão estudando uma série de opções para desencorajar mais rapidamente o consumo e a produção desses químicos substitutos e antecipar a fase de inutilização em cerca de dez anos.

As pesquisas apontam que a aceleração na redução do uso de HCFCs pode diminuir cumulativamente as emissões de dióxido de carbono em 18 a 25 bilhões de toneladas métricas (18 a 25 gigatoneladas) durante as próximas décadas, dependendo do sucesso dos governos em encorajar novas alternativas de menor prejuízo ao ozônio e ao clima. A redução representa anualmente um corte que equivale a mais de 3,5 por cento de todas as emissões de gases causadores do efeito estufa no mundo.

Em contraste, o Protocolo de Kyoto, principal tratado de redução nas emissões de gases do efeito estufa, foi assinado com o objetivo de diminuir as emissões dos países desenvolvidos em apenas cinco por cento até 2012.

O benefício final das medidas de contenção do uso de HCFCs pode ser ainda maior, de acordo com um relatório lançado recentemente pelo Painel de Avaliação Tecnológica e Econômica do Protocolo de Montreal, responsável por prover a reunião no Canadá com informações técnicas.

O Painel concluiu que a redução pode atingir 38 bilhões de toneladas dióxido de carbono se as medidas de contenção forem acompanhadas pelo conserto e destruição de equipamentos antigos e por maior eficiência no uso da energia.

Uma mudança mais acelerada para substâncias alternativas aos HCFCs poderia, por exemplo, estimular a inovação tecnológica, inclusive à introdução mais rápida de equipamentos de baixo consumo energético, que por sua vez ajudarão a reduzir ainda mais as emissões de gases do efeito estufa.

A camada de ozônio e a saúde humana também se beneficiarão das medidas. Se postas em prática, aumentarão a concentração de ozônio aos níveis anteriores a 1980, menos prejudiciais à saúde, em prazo menor do que o previsto pelos estudos científicos mais recentes. Os benefícios também incluem redução nos riscos de se desenvolver câncer de pele, catarata e deficiência no sistema imunológico, além de menor dano à agricultura e aos ecossistemas naturais.

Do PNUMA  
Montreal, 14/09/2007

## Tendências

- Escassez progressiva de CFCs;
- Abandono progressivo de HCFCs;
- Pressão crescente pela redução de emissões de gases de efeito estufa, incluindo-se os HFCs;
- Plano Nacional de Eliminação de HCFCs previsto para 2030;
- Plano Nacional Sobre Mudança do Clima Normalização;
- Mercado internacional caminhando na mesma direção.

## Os modelos climatológicos e as previsões de mudanças no clima.

- Grande resfriamento estratosférico;
- Aquecimento global médio da superfície;
- Aumento da média global de precipitação;
- Redução do gelo do mar;
- Aquecimento da superfície no inverno polar;
- Aquecimento/ressecamento continental;
- Aumento da precipitação em latitudes altas;
- Aumento da média global do nível do mar.



**Ministério do Meio Ambiente**  
**Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental**  
**Departamento de Mudanças Climáticas**  
**Ruy.barros@mma.gov.br**  
Telefones: (61) 3317- 1225  
Fax: (61) 3317-1759/1760

# **Propriedades dos Líquidos e dos gases**

## **Fruídos refrigerantes**

São as substâncias empregadas como veículos térmicos na realização dos ciclos de refrigeração, ou seja, fluído refrigerante é a substância que absorve calor de um ambiente a ser refrigerado. Processo através do qual se realiza essa troca de calor é chamada de refrigeração ou condicionamento de ar. Trata-se de fluídos que além de outras características, tem um baixo ponto de ebulição a pressão atmosférica.

## **Características desejáveis de um refrigerante**

- Pressão de vaporização não muito baixa;

É desejável que o refrigerante apresente uma pressão correspondente à temperatura de vaporização não muito baixa, para evitar vácuo elevado no evaporador e também, um valor baixo da eficiência volumétrica do compressor devido à grande relação de compressão.

- Pressão de condensação não muito elevada;

Para uma dada temperatura de condensação, que é função da temperatura da água ou do ar de resfriamento, quanto menor for a pressão de condensação do refrigerante, menor será a relação de compressão e, portanto, melhor o desempenho do compressor. Além disso, se a pressão no lado de alta pressão do ciclo de refrigeração for relativamente baixa, esta característica favorece a segurança da instalação.

- Calor latente de vaporização elevado;

Se o refrigerante tiver um alto calor latente de vaporização, será necessário menor vazão do refrigerante para uma dada capacidade de refrigeração.

- Volume específico reduzido (especialmente na fase vapor);

Se o refrigerante apresentar um alto valor do calor latente de vaporização e um pequeno volume específico, na fase de vapor, a vazão em volume no compressor será pequena e o tamanho da unidade de refrigeração será menor, para uma dada capacidade de refrigeração.

Entretanto, em alguns casos de unidades pequenas de resfriamento de água com compressor centrífugo, é às vezes preferível que o refrigerante apresente valores elevados do volume específico, devido à necessidade de aumentar a vazão volumétrica do vapor de refrigerante no compressor, tendo em vista impedir a diminuição de eficiência do compressor centrífugo.

- Coeficiente de performance elevado;

O refrigerante utilizado deve gerar um coeficiente de performance elevado pois o custo de operação está essencialmente relacionado a este coeficiente.

- Condutibilidade térmica elevada;

Um valor elevado da condutibilidade térmica do refrigerante é importante na melhoria das propriedades de transferência de calor.

- Baixa viscosidade na fase líquida e gasosa;

Devido ao pequeno atrito fluido dos refrigerantes pouco viscosos, as perdas de carga serão menores.

➤ Baixa constante dielétrica, grande resistência elétrica e característica de não-corrosão dos materiais isolantes elétricos. Estas características são especialmente importantes para aqueles refrigerantes utilizados em ciclos de refrigeração com compressores herméticos;

➤ Devem ser estáveis e inertes, ou seja, não devem reagir e corroer os materiais metálicos da instalação de refrigeração;

- Não deve ser poluente;

- Não devem ser tóxicos ou excessivamente estimulantes;

Apesar dos circuitos frigoríficos se constituírem em sistemas fechados, a possibilidade de vazamentos impõe que os compostos utilizados como refrigerantes apresentem nível reduzido de toxicidade, o que é satisfeito pela maioria dos CFCs.

- Não devem ser inflamáveis ou explosivos;

A possibilidade de vazamentos também impõe que os refrigerantes não sejam inflamáveis, devido ao risco de incêndio e explosão.

- Devem ser de detecção fácil quando houver vazamentos;

A facilidade de detecção do refrigerante é importante em instalações de grande porte. A rápida detecção pode evitar a perda completa da carga de refrigerante da instalação.

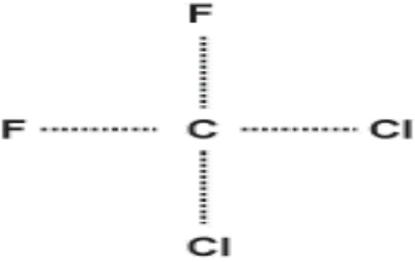
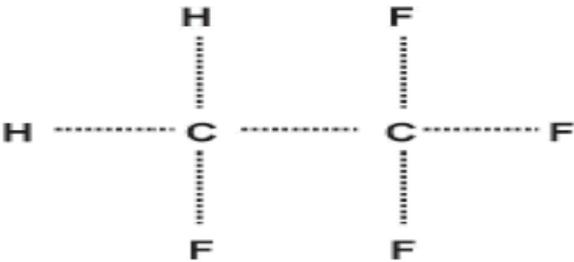
- Devem ser de preços moderados e facilmente disponíveis.

A disponibilidade comercial do refrigerante está intimamente associada ao seu preço. O uso de um refrigerante ideal que apresente um custo elevado torna-se impraticável.

## Famílias

- Hidrocarbonetos Halogenados;
- Misturas não azeotrópicas de hidrocarbonetos halogenados;
- Misturas azeotrópicas de hidrocarbonetos halogenados;
- Hidrocarbonetos;
- Compostos orgânicos;
- Compostos Inorgânicos.

## Estrutura química R-12 & R-134

R - 12	R - 134a
<b>CCl<sub>2</sub>F<sub>2</sub></b> Estrutura Química	<b>CH<sub>2</sub>FCF<sub>2</sub></b> Estrutura Química
	
Nome Químico Diclorodifluormetano	Nome Químico Tetrafluoretano
Ponto de Ebulição -29,79°C	Ponto de Ebulição -26,15°C
Ponto de Congelamento -158°C	Ponto de Congelamento -139°C

### Principais diferenças entre os dois gases

- R-134<sup>a</sup> absorve mais água que o R-12. São necessários novos agentes dissecadores;
- R-134<sup>a</sup> 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-134<sup>a</sup>. O óleo desenvolvido para uso com R-134<sup>a</sup> em combinação com R-12 se decompõe formando algo parecido com "lama" e podem danificar sistemas;
- Sistema de condicionamento de ar que utilizam R-134<sup>a</sup> operam com pressões maiores daqueles com R-12.

### Gás refrigerante R-134<sup>a</sup>

O R-134<sup>a</sup> (1,1,1,2-Tetrafluoretano) tem propriedades físicas e termodinâmicas similares ao R-12. Pertence ao grupo dos HFC's Fluorcarbonos parcialmente halogenados, com potencial de destruição do ozônio (ODP) igual a zero, devido ao menor tempo de vida na atmosfera, apresenta uma redução no potencial de efeito estufa de 90% comparado ao R-12. Além disso, é não inflamável, não tóxico, possui alta estabilidade térmica e química, tem compatibilidade com os materiais utilizados e tem propriedades físicas e termodinâmicas adequadas.

A Hoescht e a DuPont, grandes fabricantes de fluidos frigoríficos, produzem o R-134<sup>a</sup>, sendo que a segunda começou produzindo quantidades comerciais em 50 dezembro de 1990 em Corpus Christ, Texas (Estados Unidos).

O R-134<sup>a</sup> é similar ao R-12, sendo compatível com todos os metais e ligas normalmente utilizados nos equipamentos de refrigeração. Deve-se evitar o uso de zinco, magnésio, chumbo e ligas de alumínio com mais de 2% de magnésio em massa.

Testes de armazenamento com refrigerante úmido apresentaram boa estabilidade à hidrólise e nenhum ataque corrosivo em metais como aço inoxidável, cobre, latão e alumínio.

O R-134<sup>a</sup> é isento de cloro e, por isso, apresenta boa compatibilidade com elastômeros. Os testes de extração com diversos materiais normalmente utilizados como CR (cloroprene), NBR (acrilonitrilobutadieno) e NEM (HNBR) resultaram em baixa alteração de volume e mínima quantidade de extrato. Borrachas fluoradas dos tipos FKM/FPM não são recomendadas para uso devido à um significativo aumento de volume e formação de bolhas. Se o sistema não contiver óleo mineral, podem ser utilizadas borrachas do tipo EPDM. Como o refrigerante não é o único fluido no sistema de refrigeração, a compatibilidade mencionada deve ser avaliada em conjunto com o lubrificante do compressor.

O R-134<sup>a</sup> não forma misturas inflamáveis com o ar sob condições normais a pressão atmosférica mas, a inflamabilidade pode ocorrer a pressão acima da atmosférica se a mistura exceder a 60% de ar. Este refrigerante não deve ser usado junto com ar ou oxigênio para o caso de pressurização do sistema em teste de vazamento.

As propriedades toxicológicas do R-134<sup>a</sup> foram testadas pelo PAFT I (Programme for Alternative Fluorcarbon Toxicity Testing), Programa para Teste de Toxicidade de Fluorcarbonos Alternativos, que é um consórcio financiado pelos maiores produtores mundiais de refrigerantes. Os resultados indicam que o mesmo é um produto tão seguro quanto o R-12 ou mais, podendo ser utilizado em todas as aplicações na área de refrigeração.



## Propriedades físico-químicas

	unidade	R-134a
Fórmula Química		CH <sub>2</sub> F-CF <sub>3</sub>
Denominação Química	1,1,1,2-Tetrafluoretano	
Massa Molecular	g/Mol	102,03
Ponto de Ebulição, a 1,013 bar	°C	-26,2
Ponto de Solidificação	°C	-101
Temperatura Crítica	°C	101,15
Pressão Crítica (abs.)	bar	40,64
Densidade Crítica	kg/l	0,508
Calor específico do líquido (ponto de ebulição)	kJ/(kg.K)	1,26
Calor Latente de Vaporização	kJ/kg	215,5
Tensão Superficial	nM/m	14,9
Densidade do Líquido: ponto de ebulição 25 °C	kg/l	1,377
	kg/l	1,207
Expoente isoentrópico (30 °C, 1,013 bar)	x	1,093
Solubilidade da água na forma líquida (25°C)	g/kg	2,2
Solubilidade em água (25°C, 1 bar)	g/l	1,7
Viscosidade (25°C): líquido em ebulição vapor saturado	mPa.s	0,205
	mPa.s	0,012
Condutividade térmica (25°C): líquido em ebulição vapor saturado	mW/(mK)	82,3
	mW/(mK)	14,3

## Aplicações

O R-134<sup>a</sup>, 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-134<sup>a</sup> necessita da utilização de óleos sintéticos, por forma a assegurar o retorno ótimo de óleo ao compressor.

## Completar cargas em instalações com R-12

Não é possível de realizar, uma vez que quando dois fluídos (R-12 e R-134<sup>a</sup>) se misturam, pode-se obter uma composição azeotrópica, mistura esta que possui uma pressão superior (comparada com o R-12). Isto implica grandes discrepâncias relativamente às condições originais de operação da instalação com R-12.

## Substituição de R-12 por R-134<sup>a</sup>

A substituição do R-12 nos sistemas de refrigeração existentes por R-134<sup>a</sup>, sem alteração no desempenho, é possível na maioria dos casos com pequenas modificações (compatibilidades de material, troca do filtro do secador, etc.). No entanto, é necessário remover o lubrificante mineral existente e substituí-lo por um lubrificante sintético, devendo-se, portanto, executar um rigoroso procedimento de descarga. Esta operação tem sido realizada recentemente com sucesso, pelos principais fabricantes de equipamentos.

### Procedimento geral para substituição de R-12 por R-134<sup>a</sup>

- assegurar que a instalação de R-12 está em boas condições;
- descarregar a instalação, removendo o óleo mineral até um valor residual;
- introduzir o óleo sintético;
- recuperar e pesar a carga de R-12;
- trocar o filtro secador e componentes não compatíveis e fazer vácuo à instalação;
- carregar o R-134<sup>a</sup> a uma taxa de aproximadamente 85-90% do peso da carga de R-12;
- completar a carga gradualmente até se atingir o nível de desempenho ótimo;
- colocar uma etiqueta de identificação do R-134<sup>a</sup>.

### Condições de armazenamento adequadas

Proteger os cilindros contra danos. Armazenar os cilindros em área bem ventilada, distantes do local de passagem. Não permitir fontes de calor próximas dos cilindros. Evitar que o produto fique armazenado muito tempo sem consumo.

## Nitrogênio

Muito utilizado por oficinas mecânicas de ar condicionado e refrigeração, para limpeza e pressurização de sistemas para verificação de vazamentos. Também auxilia na desumidificação do sistema, devido a suas propriedades químicas.

## Informações ecológicas

Efeitos Ambientais, comportamentais e impactos do produto:

Impacto Ambiental: Não são conhecidos efeitos ambientais.

Eco toxicidade: Não são disponíveis dados de toxicidade aos organismos aquáticos, ou terrestres.

## Estabilidade e reatividade

Instabilidade: Produto estável à temperatura ambiente e ao ar, sob condições normais de uso e armazenagem.

Reações perigosas: Não há reações perigosas conhecidas.

Produtos perigosos de decomposição: A decomposição pode levar a formação de compostos de base de nitrogênio.

## Propriedades físico-químicas

Estado físico: Gasoso

Cor: Incolor

Odor: Inodoro

PH: Não aplicável

Temperaturas específicas ou faixas de temperatura nas quais ocorrem mudanças de estado físico:

Ponto de congelamento: - 209,9° C

Ponto de ebulição: - 195,8° C

Temperatura de auto-ignição: Não determinado

Ponto de fulgor: Não determinado

Limite de explosividade inferior: Não determinado

Densidade: 1.161 kg/m<sup>3</sup>

Pressão de vapor: Acima da temperatura crítica -147°C (21° C e 1 atm)

Solubilidade: Muito pouco solúvel em água.

## Armazenamento

Medidas técnicas apropriadas: Proteger os cilindros contra danos físicos. Armazenar em local seco e bem ventilado, distante dos locais de passagem. Não permitir que a temperatura ambiente ultrapasse 52°C. Os cilindros devem ser estocados em pé, protegidos contra quedas. Armazenar os cilindros cheios separadamente dos vazios e distantes 6m dos gases inflamáveis. Evitar que os cilindros fiquem armazenados por muito tempo sem utilização.

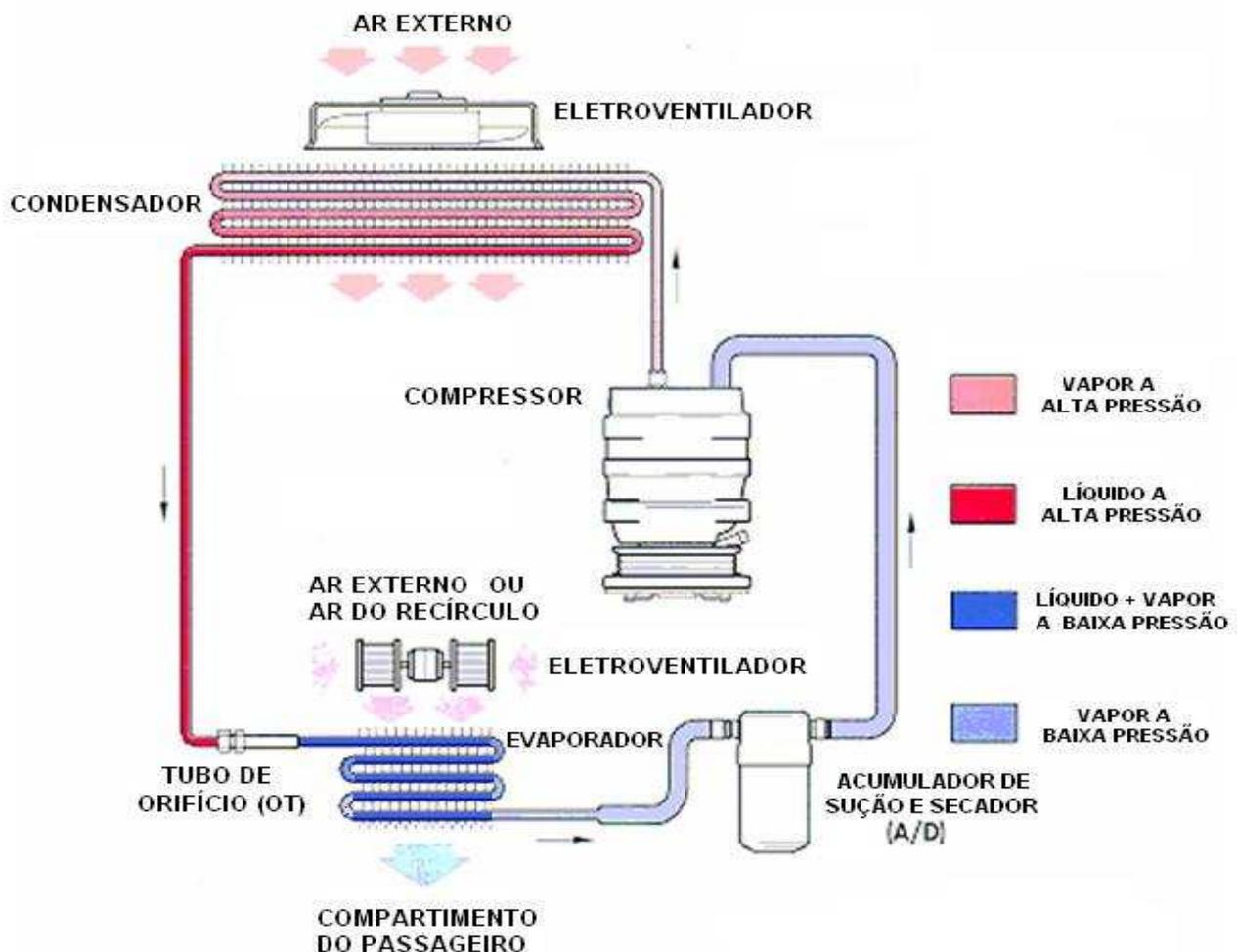


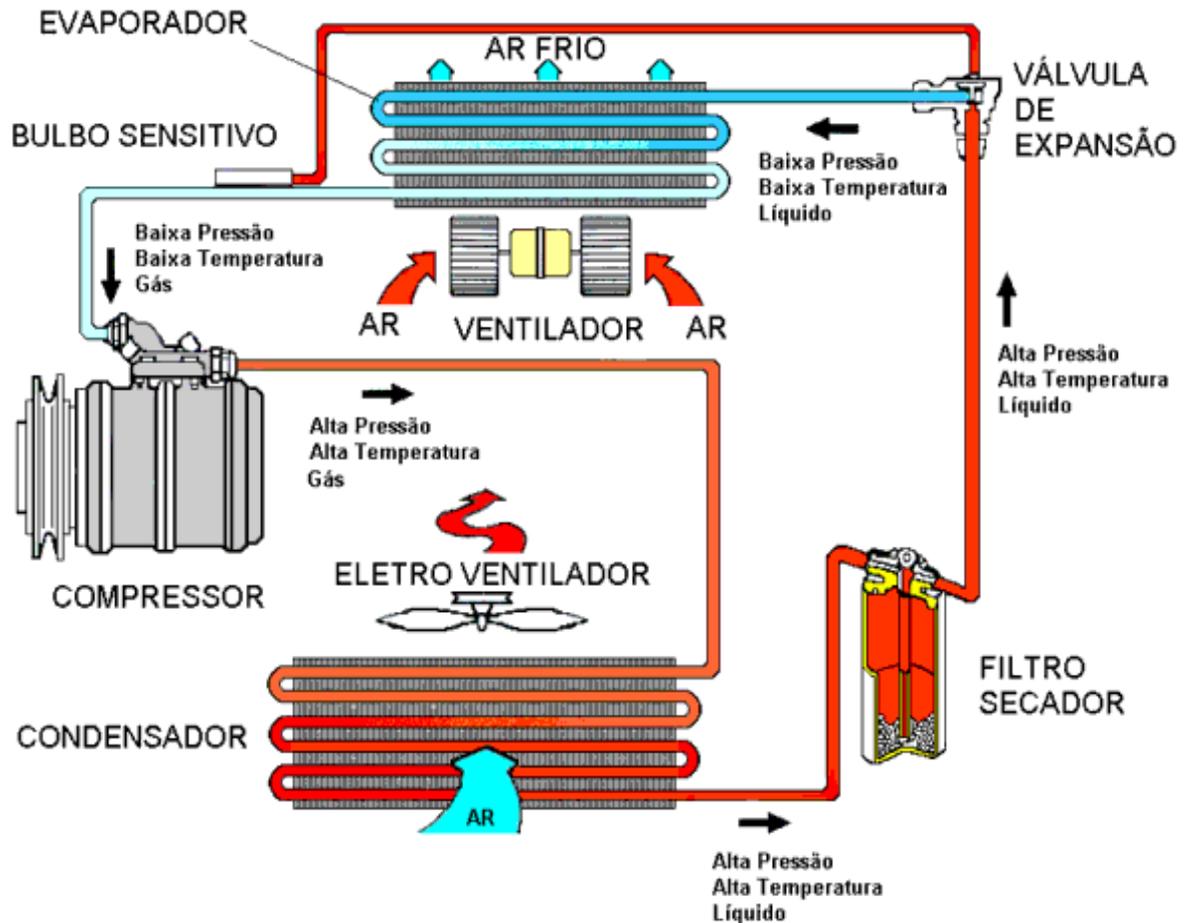
# Ar Condicionado Automotivo

## Princípio de funcionamento

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 alcançada 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.





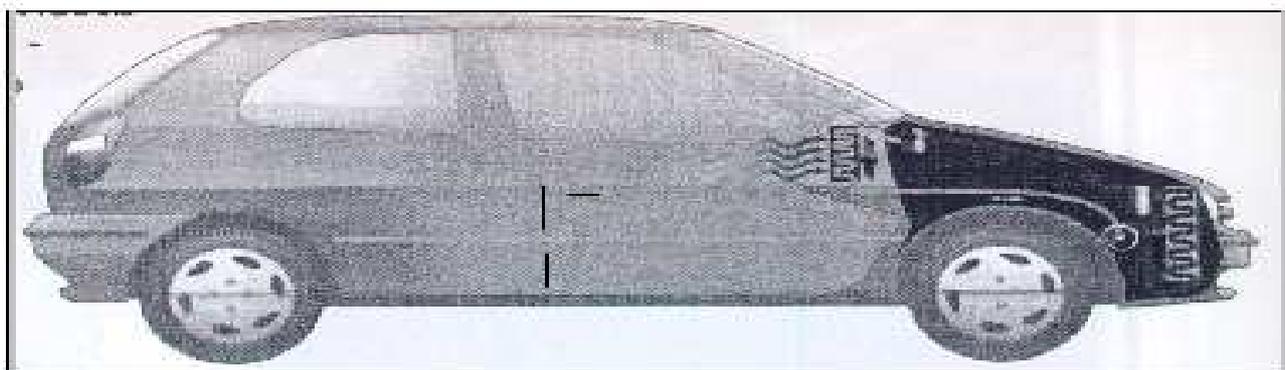
## Fundamento do sistema de ar condicionado

### Ar Condicionado

É a combinação dos equipamentos do conjunto através da mudança de posicionamento de "portinholas" de direcionamento de ar, acionamento de eletro válvulas e ou sinais elétricos para determinados componentes do painel de comando e atuadores. Para obtermos a condição mais adequada de conforto dentro do veículo tanto no inverno como no verão com ar totalmente frio, morno ou aquecido.

O condicionamento do ar é o processo que regula, artificialmente, a temperatura, fluxo de ar e umidade, proporcionando um ambiente agradável aos seus usuários a um nível desejado.

O sistema de ar condicionado deve manter o ambiente do carro em condição confortável para os passageiros, mesmo que as condições do lado externo do veículo sejam desfavoráveis.



## Por que utilizá-lo?

O ar condicionado vem sendo usado em um número cada vez maior de automóveis. Vários fatores têm influenciado este aumento. Além do preço mais baixo, a questão do conforto também faz o motorista preferir enfrentar o trânsito sem ter de suportar o desgaste com o calor tropical típico de boa parte do nosso país, o barulho ensurdecedor dos grandes centros urbanos, já que nesse caso, as janelas podem ficar fechadas.

## Segurança

O aumento da criminalidade também conta. Muita gente prefere poder dirigir com os vidros fechados, e assim, evitar assaltos nos semáforos, e o incomodo de vendedores e panfletagem.

## Para aqueles que gostam de estrada e economia

Além desses motivos, com o vidro do automóvel aberto, o vento entra pelas janelas e "segura" o carro (aumento a pressão dentro do veículo), principalmente quando ele está em alta velocidade (acima de 70/80 Km/h), provocando o chamado "arrasto". Isso faz com que o motor seja mais exigido, com desgaste e consumo de combustível maior. Hoje é até difícil ver carros com quebra-vento. O brasileiro leva em conta que com os vidros fechados, o carro tem menor arrasto. Há mais economia de combustível e menor desgaste do motor. Além disso, com o ar condicionado, você não perde desempenho do veículo, os sistemas estão mais modernos e há revistas especializadas em automóveis que já fizeram testes, e esse "mito" já não existe mais.

## Qualidade de vida

Um fator muito importante é a qualidade de vida que o ar condicionado proporciona aos usuários de veículos automotivos. A satisfação de estar em um ambiente confortável, sem barulho, evitando respirar ar poluído, como a fumaça de caminhões, ônibus e automóveis, tem influenciado muito aos usuários de ar condicionado automotivo a utilizá-lo cada vez mais. Reduzindo o stress principalmente para aqueles que têm o seu veículo como uma ferramenta de trabalho.

## Algumas dicas gerais de uso e importantes sobre o ar condicionado automotivo:

- Tome como hábito fazer uma revisão geral em seu ar condicionado pelo menos uma vez ao ano, pois ele foi fabricado para durar muito tempo e lhe proporcionar conforto e satisfação;

- Após o estacionamento prolongado sob o sol forte, ligue o sistema e ande por alguns minutos com as janelas abertas permitindo a expulsão do ar excessivamente quente, mais rapidamente. Logo após feche as janelas, nunca deixando a menor entrada de ar externo, para um melhor aproveitamento da refrigeração;
- Se o seu equipamento tiver um termostato você deve usar na posição máxima quando dentro de cidades e 1/3 a menos, quando em estradas, mas se o seu for automático, você não precisa se preocupar;
- Sempre que possível mande examinar a tensão da correia do compressor e não se preocupe com a água que normalmente escorre através dos tubos de drenagem do seu evaporador, para fora e de baixo do carro. Trata-se da desumidificação do ar interno, que seu aparelho removeu para o exterior;
- Em dias de chuva, aparelho de ar condicionado funciona também como desembaçador dos vidros, além de manter uma temperatura interna constante, a gosto do usuário;
- A fumaça e o ar viciado dentro do seu carro devem ser eliminados, abrindo-se, por alguns minutos, os quebra-ventos ou janelas, ou desligando o sistema de re-circulação de ar interno, concomitantemente com o uso do sistema de ventilação, nos carros que possuem;
- O condensador colocado à frente do radiador do seu carro deve ser mantido desamassado o mais limpo possível, livre de insetos e outros detritos, a fim de permitir plena capacidade ao sistema;
- Durante o inverno ou nos períodos em que o aparelho não seja usado por muito tempo, deve-se ligá-lo por uns 5 a 10 minutos durante a semana, a fim de se evitar danos no compressor principalmente no selo retentor de vedação do eixo e mangueiras especiais de refrigeração, conseqüentemente escape do gás refrigerante;
- Para quem tiver paciência, e quiser retirar o cheiro de mofo do ar condicionado. Primeiro ligue o carro, deixe o eletroventilador do motor acionar duas vezes, coloque ventilador e o aquecedor no máximo e deixe o ar condicionado desligado, feche todo o carro e aguarde uns 10 minutos (desde que o veículo não tenha trava automática). Desligue o ar quente e deixe somente na ventilação por mais 3 minutos. Se o cheiro ainda persistir, procure uma Assistência Técnica de Ar Condicionado Automotivo, para efetuar uma higienização completa.
  
- A recirculação do ar, isto é, circulação do ar do próprio habitáculo, sem entrada de ar externo, é indicada para:
  - Resfriamento mais rápido;
  - Evitar a entrada de poeira, e odores externos;
  - Passadas estas condições, recomendamos utilizar a tomada de ar externo para renovar o ar do habitáculo.
  
- Por que fazer manutenção periodicamente?
  - Para manter o rendimento;
  - Prolongamento da vida útil do equipamento;
  - Evita quebras, reduzindo os gastos com trocas de peças;
  - Manter os aparelhos limpos evita a concentração de ácaros, fungos, mofos e bactérias, mantendo o ar sempre puro.

# Conceitos Básicos

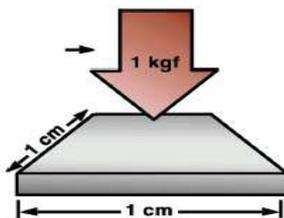
## Temperatura



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.

## Pressão



É a relação entre torça aplicada em uma determinada área. Suas unidades de medidas podem ser várias, tais como: Atm, Kgf/cm<sup>2</sup>, Lb/pol<sup>2</sup>(Psi) ou Bar.

Conversão de escalas: 1 Atm = 1,0 Kgf/cm<sup>2</sup> = 14,22 Lb/pol<sup>2</sup>(Psi) = 0,98 Bar.

## Calor



Calor 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. Mas, praticamente as três formas citadas acima ocorrem simultaneamente, ficando a critério do interessado o estudo da possibilidade de serem desprezadas uma ou duas das formas em presença das demais.

*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 a 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.

*Mas, 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.

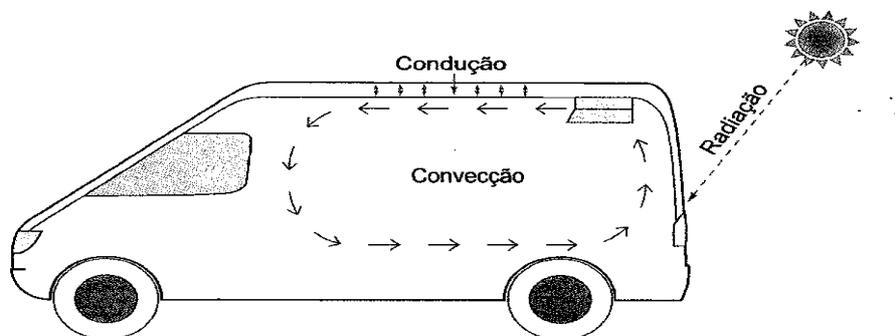
*Fontes de Calor:*

Condução: transferência de calor através das paredes do ônibus.

Convecção: transferência de calor através das correntes de ar dentro do ônibus.

Radiação: 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.

**CONDUÇÃO** é a passagem da energia calor entre elementos de um sistema ou de sistemas em contato, devido a um gradiente de temperatura, porém sem variação apreciável da posição relativa dos elementos do sistema ou dos sistemas. Resumidamente, a condução é a forma de transmissão de calor sem transporte de massa.



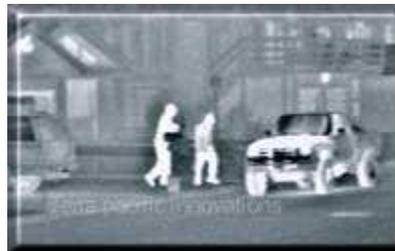
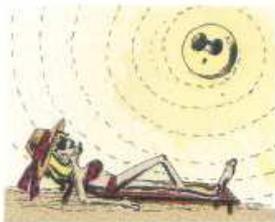
**CONVECÇÃO** é a passagem da energia calor com variação da posição relativa dos elementos do sistema ou de sistemas. Assim, a convecção é a forma de transmissão de calor pela mistura de elementos que possuem maior energia térmica com os de menor energia térmica. Esta mistura é a causadora das chamadas **correntes de convecção** que aparecem no interior do sistema

ou sistemas. Resumidamente, a convecção é a forma de transmissão de calor com transporte de massa.

Quando este trabalho é ocasionado unicamente por uma diferença de temperatura, temos a **convecção natural**. Quando ele ocorre com auxílio de meios externos, temos a **convecção forçada**.



**RADIAÇÃO** é a passagem da energia calor através de ondas eletromagnéticas. Podemos também dizer que é a forma de transmissão de calor com transporte de energia. Convém alertar desde já que a radiação eletromagnética não é forma de energia calor em um sentido amplo, apesar de ser assim denominada em um intervalo conveniente de frequência. O efeito da radiação eletromagnética neste intervalo somente aparece quando é cruzada a fronteira de um sistema material absorvente. Quando isto ocorre há absorção de energia sendo esta energia a causa do aumento da energia interna do sistema. Por outro lado, convém lembrar que a forma de energia calor é uma forma de energia desordenada, contrário da radiação eletromagnética que é perfeitamente ordenada.

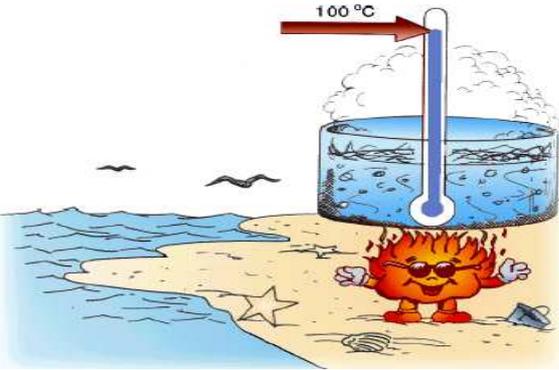
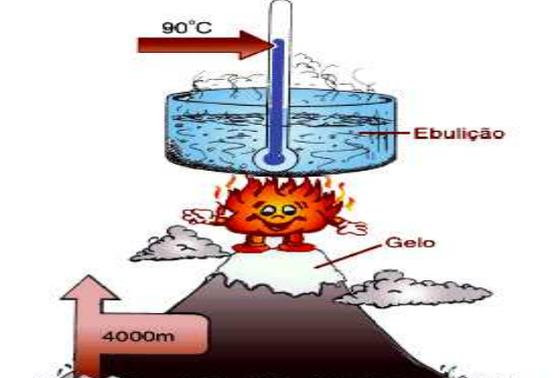


## Estados da matéria

Podemos definir Estado da Matéria como as características de existência de um corpo sob determinadas condições físicas. Se dissermos que a substância água é sólida nas seguintes condições:  $T = 0,0^{\circ}\text{C}$  e  $P = 1 \text{ atm}$ , definimos um estado de existência da substância água.

Um corpo pode existir em três estados distintos: Sólido, líquido e gasoso.

## Relação pressão VS temperatura

	<p>Para cada temperatura existe uma pressão correspondente. Se aumentarmos a pressão de um fluido sua temperatura também aumentará.</p>
	<p>A pressão exercida sobre o líquido influencia no seu ponto de ebulição. Quanto mais alta for a pressão, maior será o ponto de ebulição.</p>
	<p>Quanto mais baixa for a pressão, menor será seu ponto de ebulição.</p>

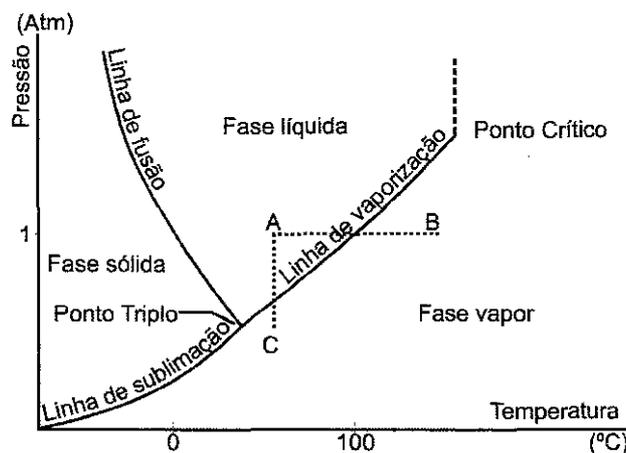
## Mudança de estado

Vamos raciocinar diante dos conceitos básicos esclarecidos. Como mudar o estado de um corpo? Podemos mudar as condições físicas? Veja o Exemplo:

### A) AUMENTANDO A TEMPERATURA

Para mudar a água do estado líquido para gasoso, (Trecho AB da figura) podemos aumentar a temperatura do meio em que a água se encontra. Assim estaremos proporcionando uma diferença de temperatura entre a água líquida e o meio. É verdade dizer que estamos transferindo calor para a água.

## Diagrama pressão VS temperatura da água



Nesta condição, verificamos que a temperatura da água começará a subir; estaremos fornecendo calor sensível. Para a temperatura de 100°C a água inicia o processo de ebulição ou evaporação. Nota-se que a condição de diferença de temperatura entre o meio e a água deve continuar para que continue a transferência de calor.

Durante o processo de ebulição, também conhecido como mudança de fase, estaremos fornecendo calor latente. Este processo ocorre à temperatura constante, isto é, a água permanece a 100°C durante toda a mudança de fase. Não confunda, continuamos a fornecer calor do meio para a água devido à diferença de temperatura entre os dois, porém a temperatura não se eleva. Todo o calor fornecido é utilizado para a mudança de fase.

Após toda a vaporização, a água estará no estado gasoso a 100°C, e se houver diferença de temperatura entre o meio e o vapor de água, haverá fornecimento de calor sensível e aumento da temperatura do vapor de água, até o limite em que iguale a temperatura do meio e da água (vapor) (Ponto B da fig.)

Neste exemplo consideramos pressão ao nível do mar.

### Abaixando a pressão

Mudança de estado (Trecho AC da Figura). Vamos supor que temos água líquida a  $T = 30^{\circ}\text{C}$  e  $P = 1\text{Atm}$ .

(Ponto A) Se abaixarmos a pressão chegaremos ao ponto de verificarmos ebulição ou mudança de fase da água líquida para vapor (Ponto C) Isto é em decorrência do estado em que um corpo pode existir.

#### OBS:

- Cada elemento tem seu diagrama  $P \times T$ , mas nem todos os corpos mudam de estado devido à pressão;
- A Figura anterior define os vários estados da água, dada uma condição de temperatura e pressão.

## Condensação



Condensação também conhecido como liquefação, é o processo em que uma substância passa do estado de vapor para líquido. Este processo ocorre sempre que se retira calor de uma substância (calor sensível e latente). (Veja sentido BA da fig.). Nota-se que a condensação poderá também ocorrer pelo aumento de pressão. (Sentido CA da fig.)

## Evaporação



Evaporação, ebulição ou vaporização é o processo inverso da condensação, ou seja, fornecemos calor para uma substância no estado líquido a fim de passarmos para o estado de vapor. A evaporação também pode ocorrer pela diminuição da pressão.

## Outros processos

Verifique no diagrama  $P \times T$  da figura anterior que outros processos poderão ocorrer. Até este momento estudamos os processos da linha de vaporização e liquefação, e apenas comentaremos sobre os processos da linha de fusão, solidificação, sublimação e resublimação:

- Fusão ou descongelamento: É o processo de mudança de estado de sólido para líquido. (Ex: gelo para água)
- Solidificação ou Congelamento: É o processo inverso é da fusão. (Ex: água para gelo)
- Sublimação: É o processo de mudança de estado de sólido para vapor. (Ex: gelo para vapor)
- Resublimação: É o processo inverso da sublimação. (Ex: vapor para gelo)

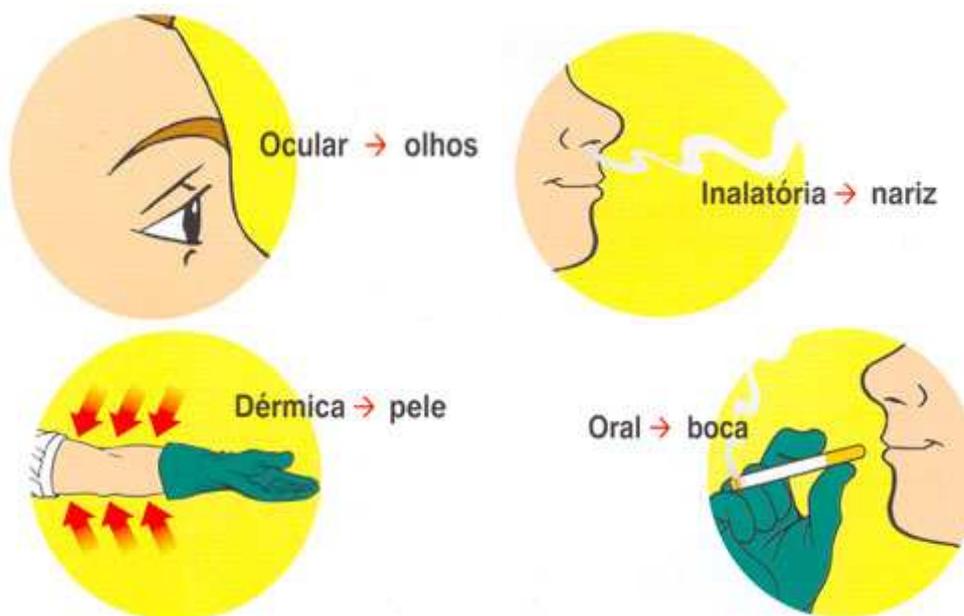
# "EPI" Equipamento de Proteção Individual

## Introdução

Por que usar EPI?

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 a integridade física de seus colaboradores, reduzindo os riscos de acidentes e grau de intoxicação decorrentes da exposição.

### As vias de exposição são:



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.



**QUEM SE AMA  
USA EPI**

### 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.

## Responsabilidades

### A legislação trabalhista prevê que:

#### 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.



### Quem falhar nestas obrigações poderá ser responsabilizado

- 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.

### EPI são desconfortáveis

Realmente os EPI eram muito desconfortáveis no passado, mas atualmente existem EPI confeccionados com materiais leves e confortáveis. A sensação de desconforto está associada a fatores como a falta de treinamento e ao uso incorreto.

### O aplicador não usa EPI

O trabalhador recusa-se a usar os EPI somente quando não foi conscientizado do risco e da importância de proteger sua saúde. O aplicador profissional exige os EPI para trabalhar. Na década de 80, quase ninguém usava cinto de segurança nos automóveis, hoje a maioria dos motoristas usa e reconhece a importância.

### Alertas de segurança



Figura 1



Figura 2



Figura 3

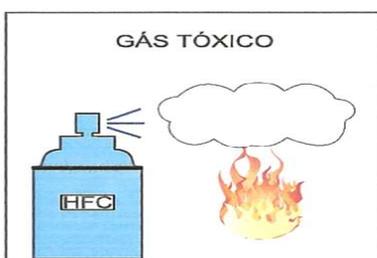


Figura 4

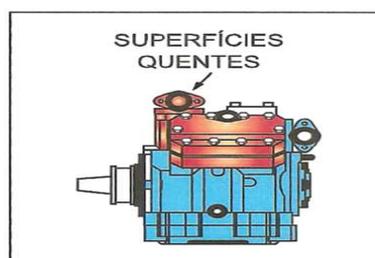


Figura 5

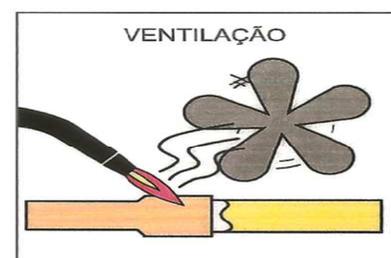


Figura 6

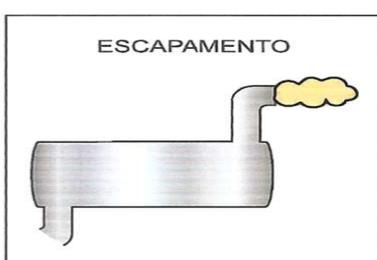


Figura 7



Figura 8

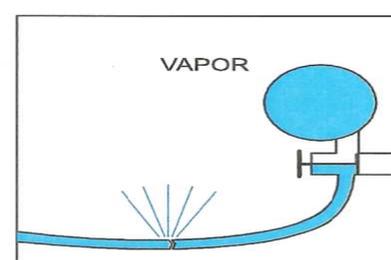


Figura 9

## 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.

### 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 com o aperto correto.

## 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.

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

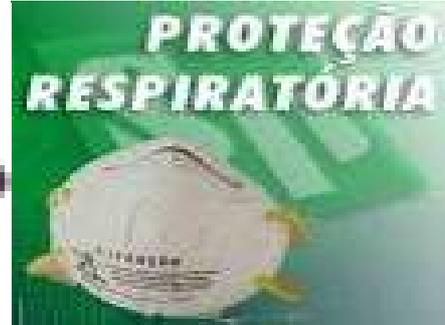
**Botas ou sapatos** – Mais indicado para proteger contra lesões superficiais e quedas, também evitar contato com substâncias tóxicas com pele.

**Uniforme** (jaleco e calça ou macacão) – 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.



# Tipos de Ar Condicionado Automotivo

Existem dois tipos de ar condicionado automotivo, com Válvula de Expansão e o outro com Tubo Expansor.



Válvula de  
Expansão TXV de  
Bloco



Tubo Expansor.

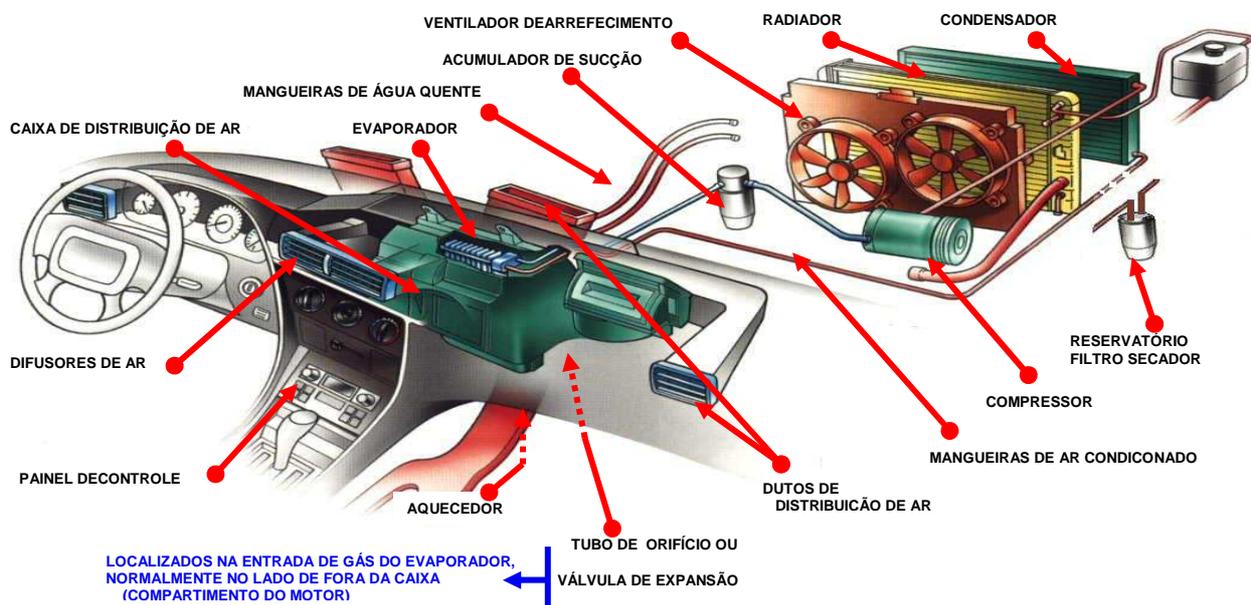


Válvula de  
Expansão  
Termostática

# Peças que compõem o Ar Condicionado Automotivo

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

## Posicionamento de alguns componentes



# **Funções dos Componentes e Equipamentos do Ar Condicionado**

## **Compressor**



Além da função de circulação do gás no interior do sistema, o compressor pode ser considerado o "coração" do sistema. 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.

A elevação da pressão é fundamental para o processo de expansão e refrigeração, e para que possa ocorrer a rejeição de calor no condensador.

Impulsionado através de polias tracionado por correia pelo motor do veículo. As correias e polias podem ser do tipo V ou poli V, podendo haver ainda polias de desvio e esticadoras.



## **Acionamento**

- Através da Embreagem Eletromagnética;
- Ou através de motor elétrico.

## **Conceito do mecanismo interno**



### **Alternativo:**

- Pistão - Swash Plate (Esguichar a Placa);
- Pistão - Wobble Plate (Placa de balanço rotativa oscilante).

- ❖ **Rotativo:**
  - Tipo Scroll – (Espiral);
  - Tipo Rotary Vane – (Palheta).
  
- ❖ **Capacidade volumétrica de bombeamento:**
  - Deslocamento FIXO;
  - Deslocamento VARIÁVEL.

## Deslocamento Fixo VS Variável

- ❖ **Deslocamento Fixo**
  - Após acionado o compressor trabalha na máxima capacidade de deslocamento volumétrico;
  - Com a diminuição da carga térmica o compressor é gerenciado por termostato ou pressostato ligando ou desligando a embreagem.
  
- ❖ **Deslocamento Variável**
  - Após acionado o compressor trabalha de maneira contínua de acordo com a necessidade do sistema;
  - Volume de compressão gerenciado por uma válvula de controle evita o choque liga/desliga;
  - Otimiza a estabilidade da temperatura;
  - Otimiza o consumo de combustível.

## Modulação do deslocamento dos compressores

A modulação do deslocamento volumétrico depende da pressão interna do corpo do compressor.

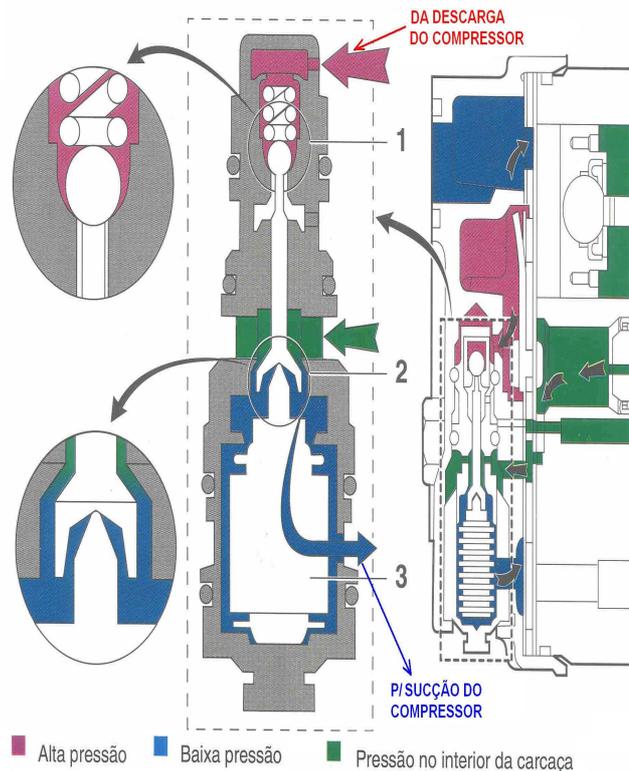
- Menor pressão interna significa maior deslocamento e maior refrigeração;
- Maior pressão interna significa menor deslocamento e menor refrigeração;
- A variação da pressão interna é gerenciada pela válvula de controle que através da leitura da pressão de sucção do compressor, entende se a temperatura no evaporador está alta ou baixa;
- *Alta temperatura (alta pressão) no evaporador* significa que a temperatura do ar que passa pelo evaporador ainda está alta, exigindo refrigeração, portanto, necessidade de aumento do deslocamento do compressor;
- *Baixa temperatura (baixa pressão) no evaporador* significa que a temperatura do ar que passa pelo evaporador está baixa, não requerendo o máximo deslocamento do compressor. Com isto, também protege o evaporador contra congelamento sem a necessidade de desligar a embreagem do compressor;
- A diminuição e o aumento do deslocamento do compressor são dados com a mudança de inclinação do prato giratório.

## “Aumentando o deslocamento do compressor”

Se a temperatura do ar que passa pelo evaporador aumenta (maior necessidade de refrigeração), a pressão na entrada do compressor (sucção) também aumenta.

O diafragma (3) contrai-se, a válvula (1) se fecha e libera a passagem (2) entre o interior do compressor (carcaça) e a sucção do compressor.

Assim a pressão da carcaça diminui, causando menor contra pressão nas traseiras dos pistões, permitindo que estes aumentem seus cursos e conseqüente aumento da capacidade do compressor.

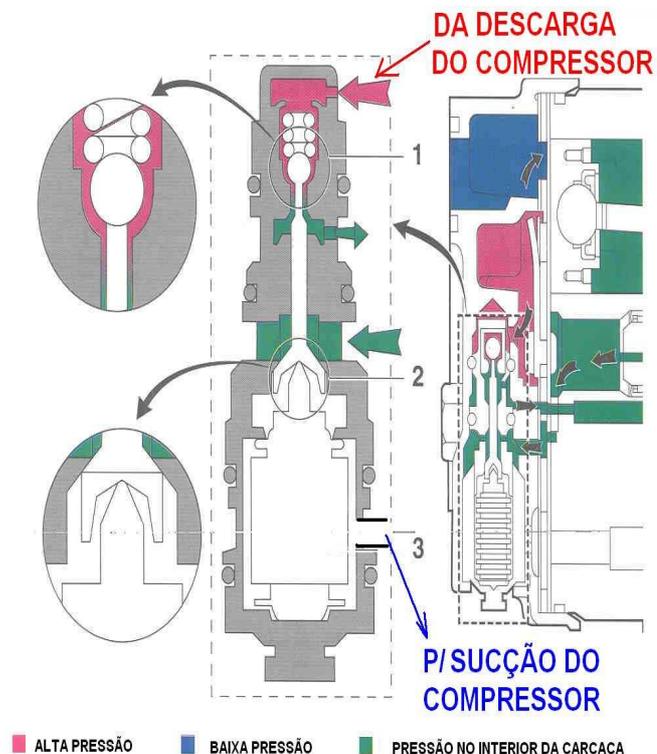


## “Reduzindo o deslocamento do compressor”

Se a temperatura do ar que passa pelo evaporador diminui (menor necessidade de refrigeração), a pressão na entrada do compressor (sucção) também diminui.

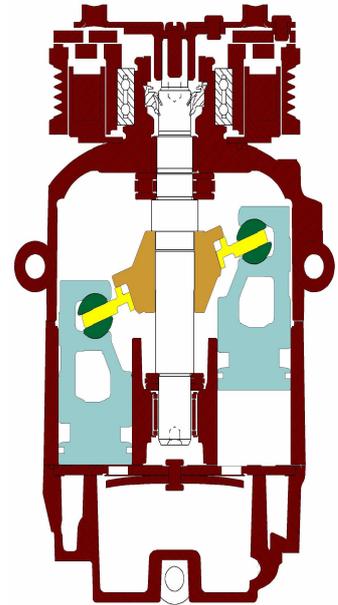
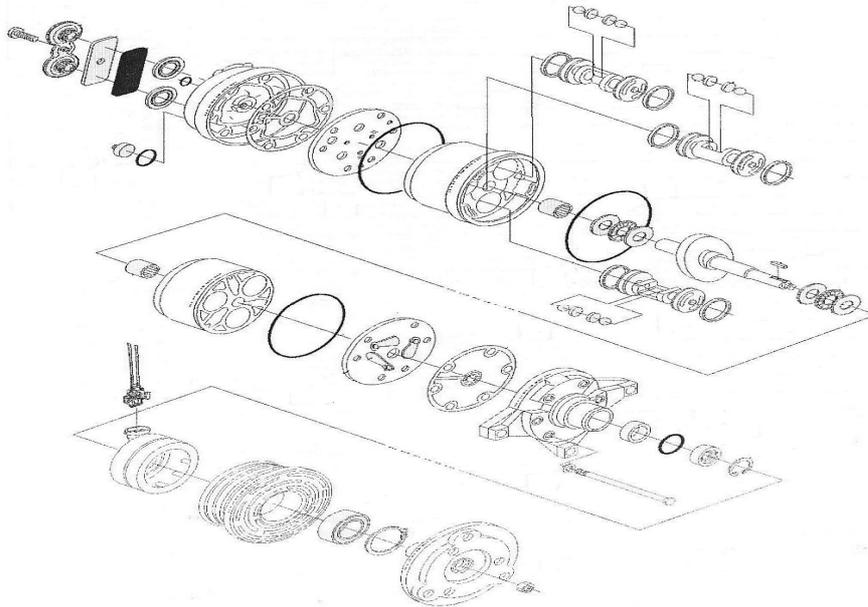
O diafragma (3) expande-se e fecha a passagem (2) entre o interior do compressor (carcaça) e a sucção do compressor. Por outro lado a válvula (1) se abre, permitindo a comunicação entre o interior do compressor e a descarga.

Assim a pressão da carcaça aumenta, causando maior contra pressão nas traseiras dos pistões, resistindo ao recuo dos pistões reduzindo o curso dos mesmos, e conseqüentemente a redução da capacidade do compressor.

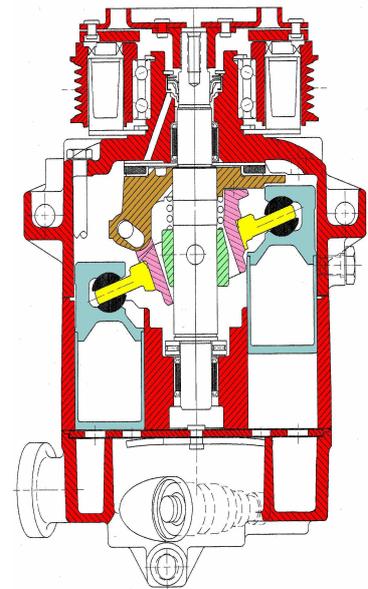
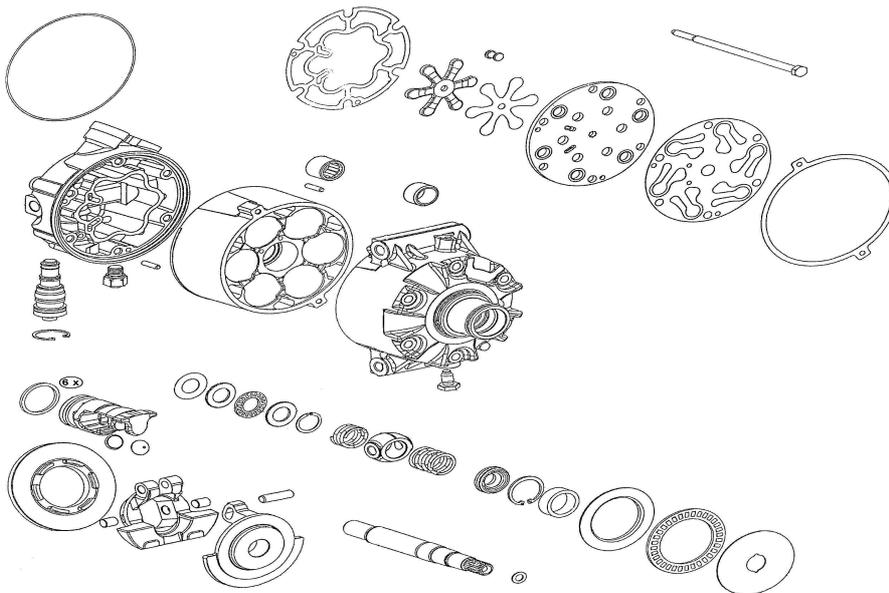


## Tipos de compressores

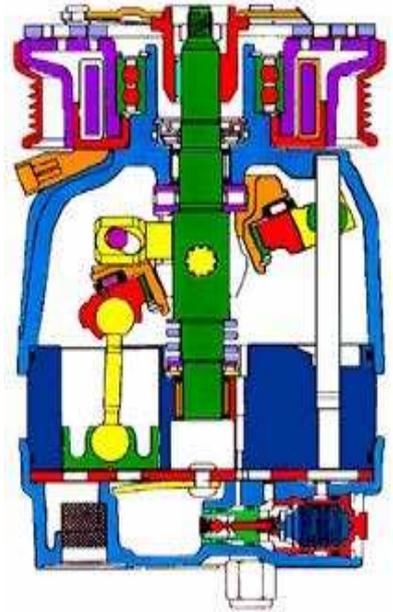
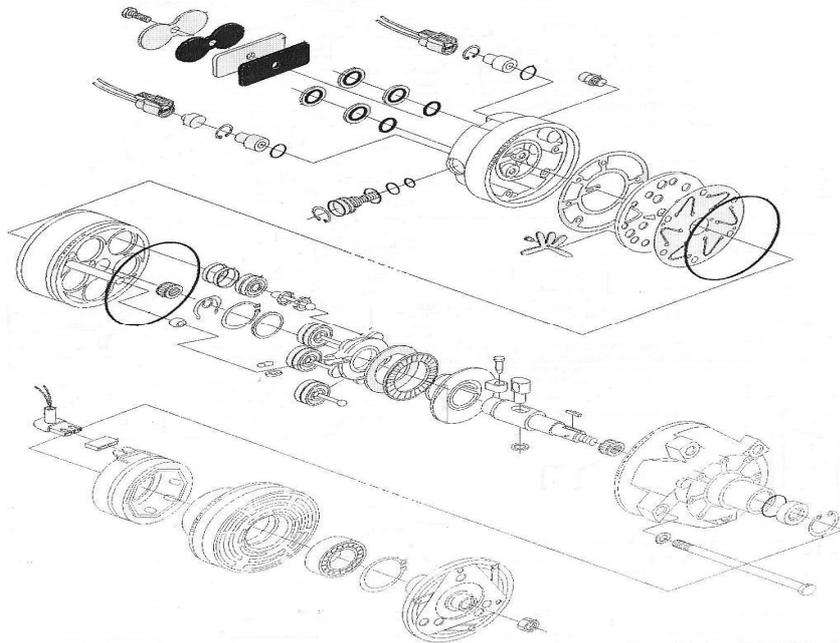
### Compressor Fixo Swash Plate (esguichar placa) - Componentes



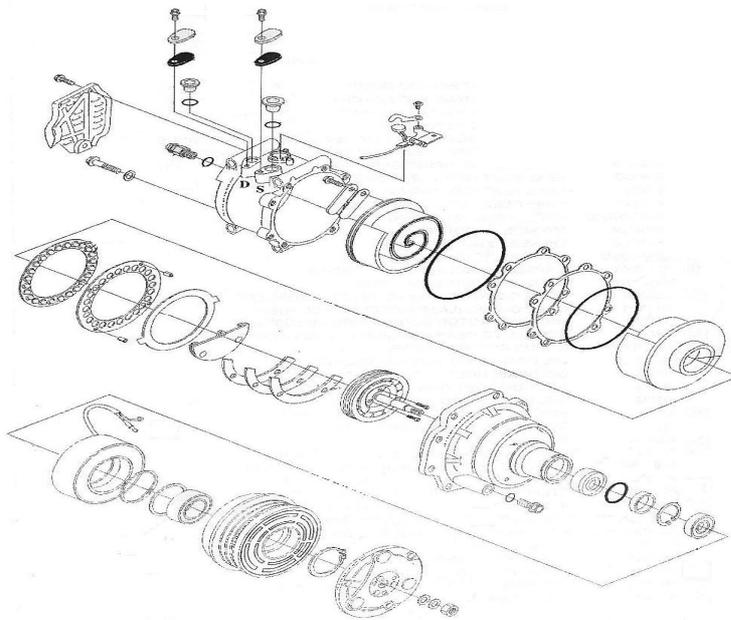
### Compressor Variável Swash Plate (esguichar placa) - Componentes



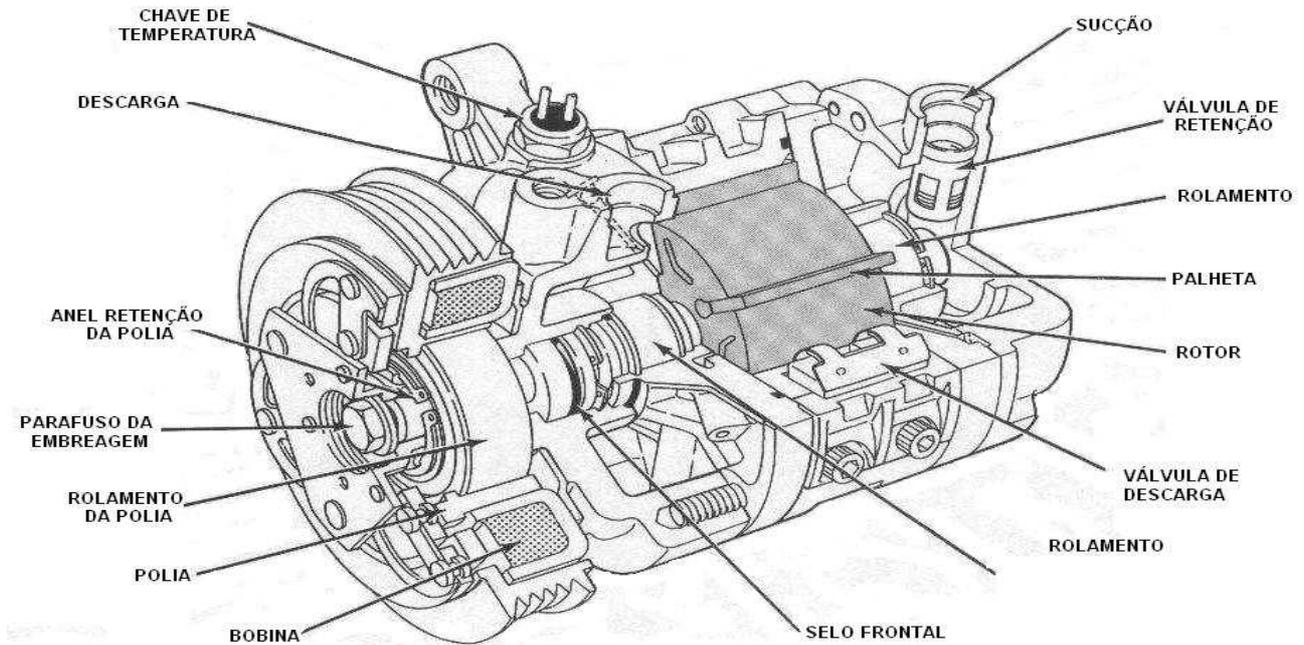
## Compressor Variável Wobble Plate (chapa oscilante) - Componentes



## Compressor Scroll (rolar) - Componentes



## Compressor Rotary Vane – Componentes



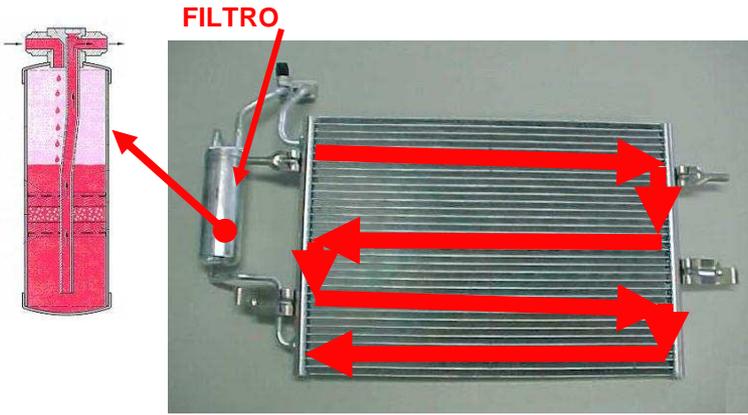
## Condensador

O condensador é o responsável por rejeitar o calor absorvido no evaporador, é energia absorvida no trabalho do compressor. Estes calores são transferidos para a atmosfera (mais fria que o gás) que passa pelas aletas causando o sub-resfriamento do refrigerante, ocasionando o processo de condensação. Prosseguindo com este ciclo até alcançar a temperatura desejada pelos ocupantes do veículo.

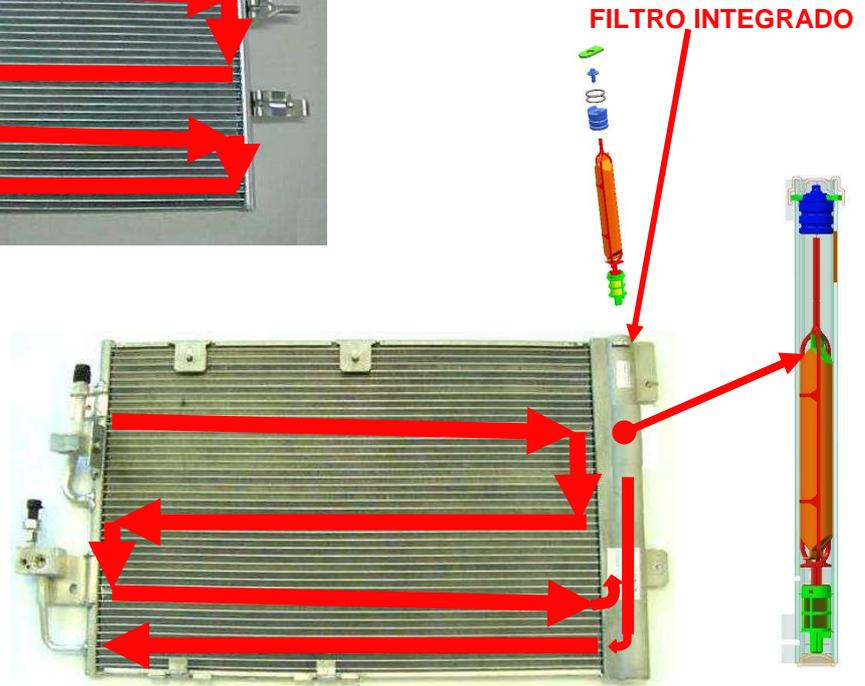
O gás refrigerante no estado de vapor entra no condensador a uma temperatura de 60 a 110°C, cede calor para o meio ambiente (ar externo com temperatura média de 25 °C), se liquefazendo e o deixa a uma temperatura em torno de 50°C.

Existem opções de condensadores com filtro secador integrado.

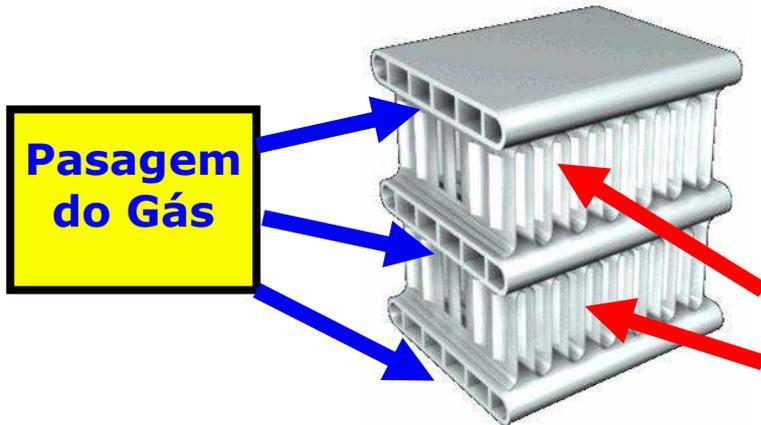
O condensador é montado na frente do veículo e atua como um radiador.



Condensador brasado convencional. Filtro secador remoto.



Condensador brasado com filtro secador integrado.



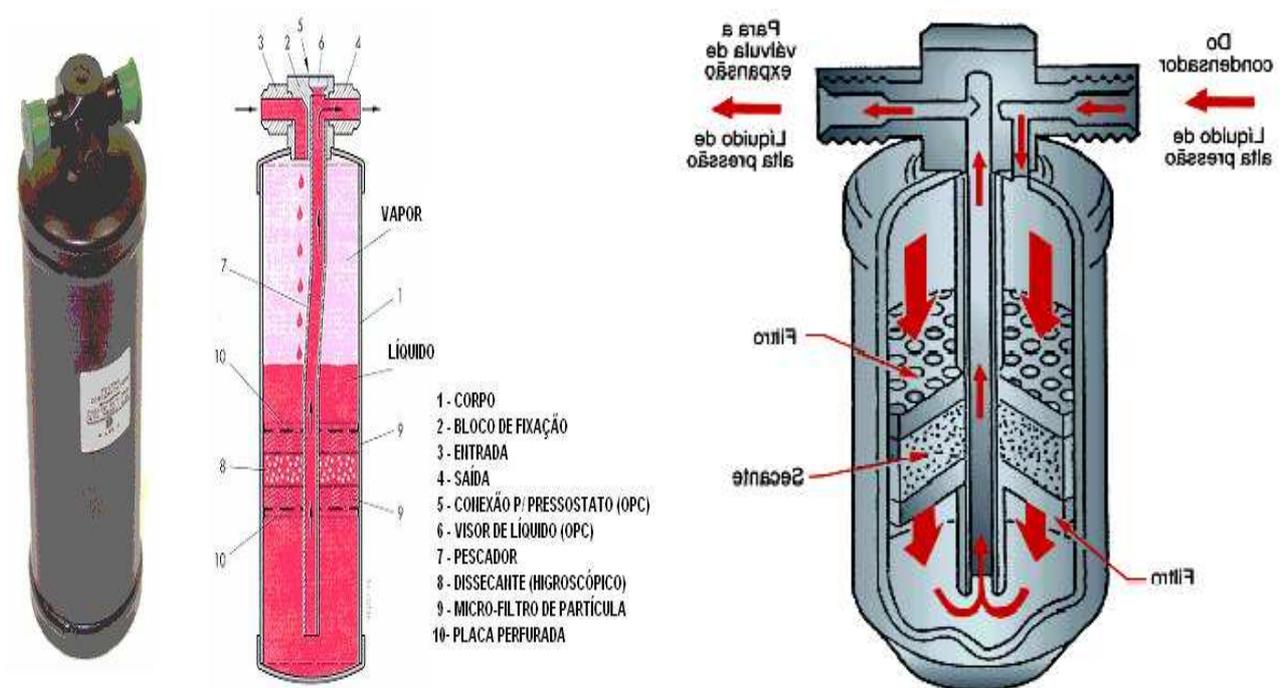
## Reservatório / Filtro Secador

### Filtro Secador/Acumulador:

O Filtro Secador desempenha as seguintes funções no sistema de ar condicionado:

- Filtra impurezas;
- Absorve a umidade remanescente no sistema;
- Reserva refrigerante líquido.

Ele garante que a TXV sempre seja alimentada com refrigerante 100% na forma líquida garantindo uma excelente performance ao equipamento. Ele armazena o excesso de refrigerante, quando a TXV reduz o fluxo de gás para o evaporador devido à redução de carga térmica. Sem que esta carga seja acumulada no condensador elevando a pressão do sistema. De forma contrária, quando a TXV aumenta o fluxo de gás no evaporador devido ao aumento de carga térmica ele reduz seu volume de líquido armazenado, suprindo o evaporador com este aumento demanda de gás e ainda garantindo líquido na entrava da TXV. Ele é projetado para ter um volume mínimo que mesmo nas condições de alta carga térmica (alto fluxo de gás no evaporador), ele garanta que a TXV seja alimentada somente com refrigerante líquido. Com isto, ele balanceia a demanda de refrigerante em função da variação de carga térmica do sistema.



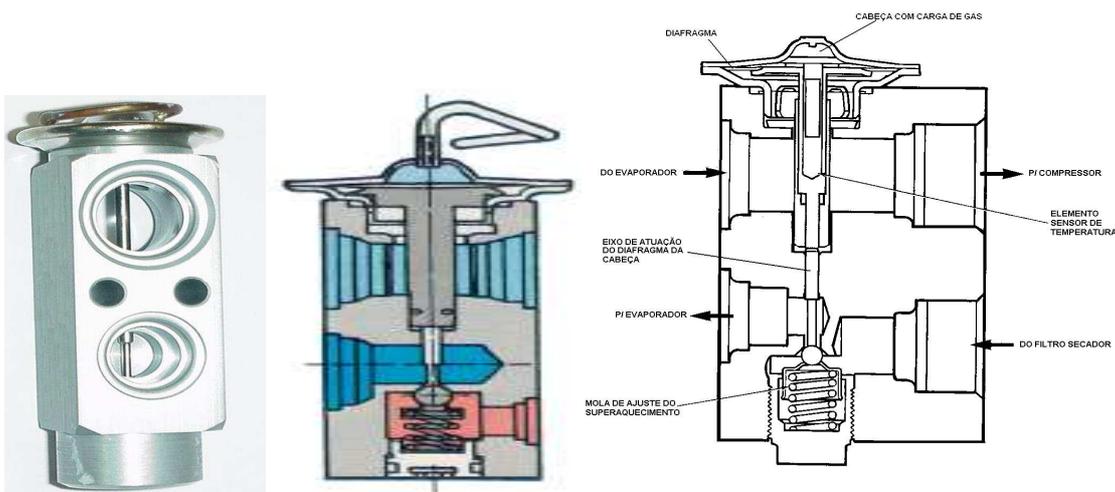
## Mecanismos de Expansão

### Válvula de Expansão ou Tubo Expansor?

Qualquer um dos dois tem por finalidade reduzir a pressão dentro do evaporador, reduzindo consideravelmente sua temperatura para que aja a troca de calor.

### Válvula TXV de Bloco

Nesta válvula o refrigerante líquido é rapidamente expandido. Ao se expandir, o refrigerante líquido à alta pressão se transforma em mistura de líquido + vapor à baixa pressão. Para a evaporação deste líquido restante, o refrigerante absorve energia do ar que passa pelo evaporador resfriando o mesmo e conseqüentemente reduzindo a temperatura do compartimento passageiro. A válvula é também a responsável por garantir o superaquecimento do gás e modular a quantidade de refrigerante no evaporador. Além da expansão do gás a outra função importante é garantir o superaquecimento do gás, protegendo o compressor contra possíveis de "golpes de líquido" e ainda ajustar o fluxo de refrigerante para o evaporador conforme a demanda requerida. A TXV sente a temperatura do gás que vem do evaporador e ao mesmo tempo a pressão com que este está passando pela válvula. Com isto, o eixo de atuação do diafragma é levantado ou abaixado contra a mola de ajuste, fechando ou abrindo respectivamente, a passagem do líquido para o evaporador. Esta variação de pressão e temperatura na saída da TXV é em função da carga térmica requerida. Se a temperatura do ar que passa pelo evaporador aumenta, também aumenta a temperatura do gás que passa pela TXV, com isto há uma dilatação da cabeça da TXV empurrando o eixo de atuação para baixo e abrindo mais a TXV e permitindo ir mais gás para o evaporador. De forma inversa ocorre o fechamento da TXV reduzindo o fluxo de gás no evaporador.



### Vantagens

- 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 Expansor

Igualmente como na TXV, a expansão do refrigerante acontece nesse dispositivo. Ao se expandir, o refrigerante líquido à alta pressão se transforma em mistura de líquido + vapor à baixa pressão. Para a evaporação deste líquido restante, o refrigerante absorve energia do ar que passa pelo evaporador resfriando o mesmo e conseqüentemente reduzindo a temperatura do compartimento passageiro. Diferente da TXV, este dispositivo não garante o superaquecimento do gás que retorna ao compressor. Necessita-se, neste caso, a utilização de um acumulador de sucção como proteção do compressor contra possíveis "golpes de líquido". Existe um limitado controle de fluxo de refrigerante devido a ter orifício fixo (variando de 0,5mm a 2,0mm). Seu controle de fluxo de refrigerante é feito através da perda de carga ao longo de seu comprimento. Daí a necessidade de ser um tubo e não apenas um orifício. Quando a demanda de carga aumenta, o volume de refrigerante reservado no acumulador é deslocado para o compressor, o qual o desloca para o condensador aumentando a pressão e o sub-resfriamento, desta forma, o refrigerante que entra no tubo de orifício só começa a ebulir no final deste, ocasionando menor perda de carga no tubo e por final permitindo maior fluxo de refrigerante para o evaporador. De forma contrária, quando a carga térmica diminui, aumenta novamente a reserva de refrigerante no acumulador e conseqüente redução do sub-resfriamento na entrada do tubo, fazendo com que o refrigerante comece a ebulir no início do tubo de orifício (aumentando o volume específico) e assim continuando ao longo dele, fazendo com que a perda de pressão aumente no tubo reduzindo o fluxo de refrigerante para o evaporador.

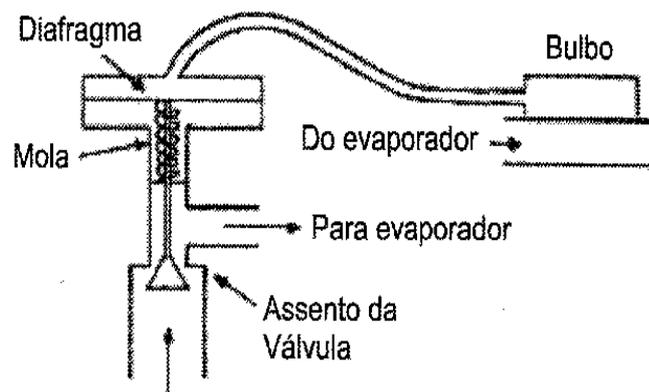


## Válvula de Expansão Termostática

Diferentemente da TXV mais comum entre os veículos atualmente, a Válvula de Expansão Termostática é menos eficiente e conseqüentemente menos utilizada, devido ao seu funcionamento. Ela possui a mesma finalidade de trabalho que a TXV, porém, o tempo que ela leva para reconhecer o superaquecimento do gás que retorna do evaporador é mais elevado, ou seja, o tempo de abertura ou fechamento do diafragma é mais lento, no entanto, menos eficiente.

É munida de um bulbo térmico ligado a um diafragma metálico localizado na válvula de expansão por um tubo capilar. O bulbo normalmente está cheio com o mesmo refrigerante empregado no sistema sendo fixado na saída do evaporador. As variações de temperatura na saída do evaporador e sentidas pelo bulbo térmico são transmitidas ao diafragma na forma de variação de pressão. Esta pressão age na superfície superior do diafragma, enquanto a pressão no evaporador age na superfície inferior do diafragma.

Estes dois sinais atuam no sentido de abrir a válvula, contrário a ação de uma mola no sentido de fechar.



## Núcleo Evaporador

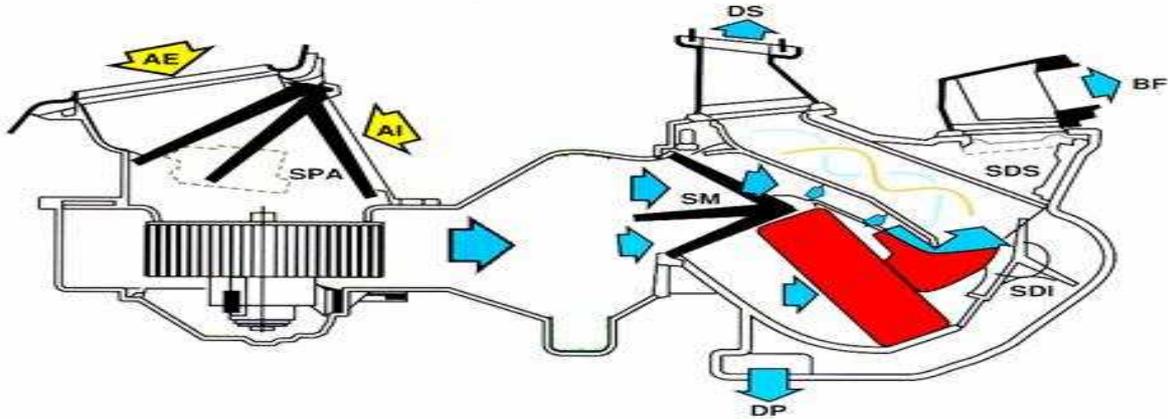
O evaporador é o responsável pelo resfriamento do ar e controlar a umidade do ambiente, através do fluxo que passa por sua colméia, instalado no compartimento do passageiro. Quando o ar resfria, perdendo calor para o gás refrigerante que está mais frio que o ar dentro da cabine que passa por dentro do evaporador, expulsando essa caloria para exterior evaporando o mesmo.



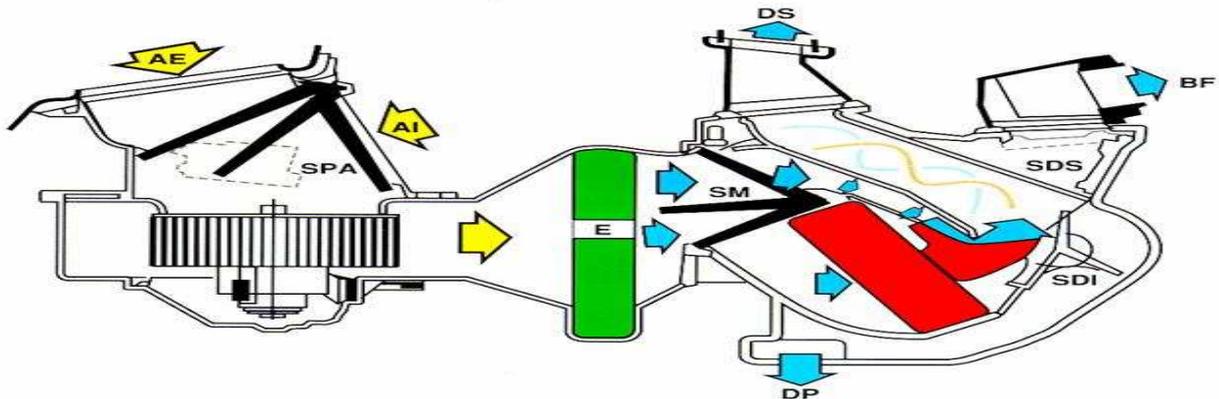
## Caixa de ar

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 Antipólem.



## Conjunto Condicionador de Ar Eletrônico

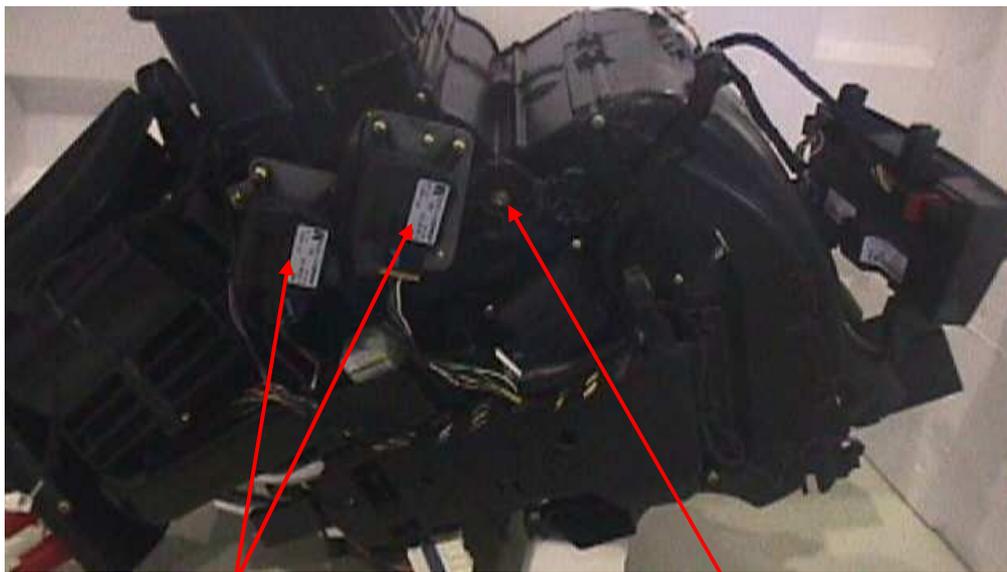
### Componentes externos da caixa de ar

Comando automático de funções da caixa de ar



Eletroventilador

Servo motor do comando ar quente



Servo motor de distribuição do ar.  
Nota: Responsável pela movimentação das portinholas

Engrenagens de sincronização de abertura e fechamento das portinholas

## Principais componentes que integram o sistema eletrônico digital

### Comando digital de funções

Tecla de seleção automática de funções.



Tecla de seleção manual das funções.

### Eletroventilador com comando de acionamento eletrônico

Placa do comando automático do Eletro ventilador



## Servo motor: Componente responsável pela movimentação das engrenagens de sincronização das portinholas



## Filtro 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 de Cabine, melhorando a qualidade do ar respirado pelos ocupantes do veículo.

A crescente poluição do ar traz como consequência o aumento de casos de doenças respiratórias, reações alérgicas e queda na qualidade de vida nas grandes cidades. Para proteger o corpo humano dessas agressões, a cada ano cresce o número de filtros de cabine como equipamento de série nos veículos.

Os Filtros com Carvão Ativado filtram adicionalmente os gases tóxicos, reduzindo dores de cabeça, falta de concentração, reações alérgicas e problemas respiratórios provocados em situações de tráfego intenso. Poluentes são sugados para dentro do veículo. Sem o filtro, a poluição dentro da cabine fica mais alta do que no ambiente externo, podendo chegar até 6x a externa.

## Filtros de Cabine com carvão ativado

Os Filtros de Cabine com Carvão Ativado 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 de cabine 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 de cabine 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 de cabine, 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 filtragem ficará prejudicada. (este procedimento é válido somente para filtros de microfibras e ou com carvão ativado)

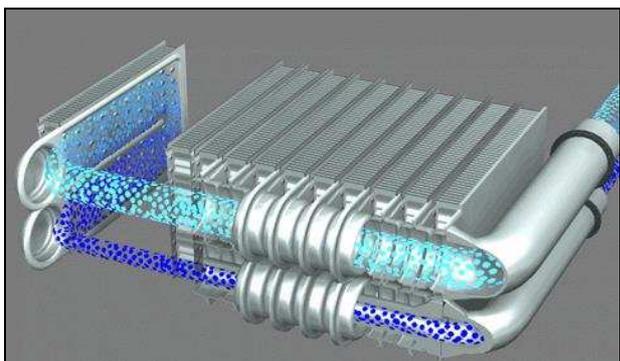
- Inspeção e limpe sempre todas as conexões quando necessário, tubulações, dutos e ventilador existentes entre o filtro e a cabine.



## Aquecedor

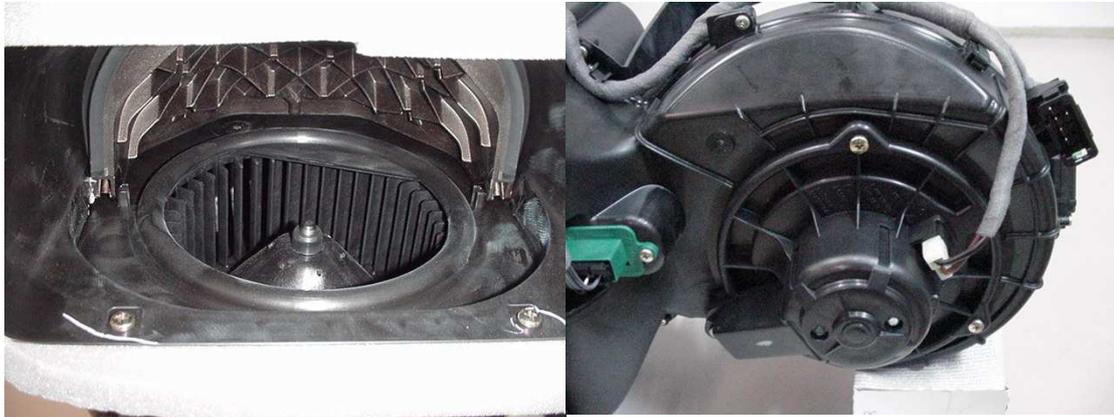
O aquecedor é o responsável pelo aquecimento do compartimento. Ele é posicionado após o evaporador o que ajuda a reduzir a umidade relativa do ar. Tornando o ar com maior potencial de absorção de umidade do compartimento. Utilizando-se este ar quente, através de válvulas (flaps) comandadas pelo painel 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 a máxima performance ao ar condicionado nas condições de verão.



## Eletroventilador do compartimento do passageiro

Responsável pela movimentação do ar através do filtro, evaporador e aquecedor, com o auxílio de dutos nas saídas da caixa distribui-se o ar até os difusores, saídas para os pés, saída para o apara brisa e para parte traseira. Eles têm diversas velocidades as quais são moduladas através de resistores (comandos mecânicos/manuais) ou (comandos eletrônicos ECC).



## Ventilador de Arrefecimento (ventoinha)

Normalmente o ventilador de arrefecimento é montado no conjunto radiador/condensador. Ele é o responsável no auxílio de troca de calor nos trocadores através da ventilação forçada. Os maiores impactos dos ventiladores são nas baixas velocidades, onde a contribuição do vento frontal é muito pouca. Normalmente eles têm mais de uma velocidade, as quais podem ser ajustadas por resistores, pressostatos ou transdutores de pressão.

Existem diversos tipos de aplicações e montagens: frontal, traseira e central (entre radiador e condensador). Existem também os chamados "visco fan". Este é um ventilador acoplado diretamente ao eixo motor. Ele possui uma embreagem que pode acoplar aumentando a velocidade da hélice ou apenas mantê-la deslizando a uma velocidade mínima. Esta embreagem é acionada mecanicamente através de termostato mecânico bi-metálico espiral. Este termostato é acionado recebendo a temperatura do ar que sai do radiador.



## Acumulador de Sucção

O Acumulador desempenha as seguintes funções no sistema de ar condicionado:

- Dissecante – Absorve a umidade do sistema;
- Acumula refrigerante líquido nas condições de baixa carga térmica, quando o evaporador reduz sua capacidade de evaporação do gás;
- Protege o compressor contra “golpes de líquido”.

Quando a temperatura do ar que passa pelo evaporador diminui com a redução da carga térmica, a capacidade de evaporação do gás também é reduzida. Assim a quantidade de refrigerante em forma líquida que sai do evaporador aumenta. Nestas condições de baixa carga, o refrigerante líquido se acumula no acumulador. Quando o refrigerante encontra a carcaça do acumulador, o mesmo perde velocidade devido a diferenças de áreas, fazendo decantar o refrigerante líquido e parte do óleo somente liberando refrigerante na forma gasosa para o compressor. O pequeno furo na parte inferior do acumulador dosa o retorno de óleo e refrigerante para o compressor evitando assim falhas de lubrificação no mesmo. De forma contrária quando a carga térmica está alta, ele acumula o mínimo líquido possível, balanceando assim a demanda de refrigerante nas variações de carga térmica.

Este filtro/acumulador é utilizado em equipamentos com tubo expensor.

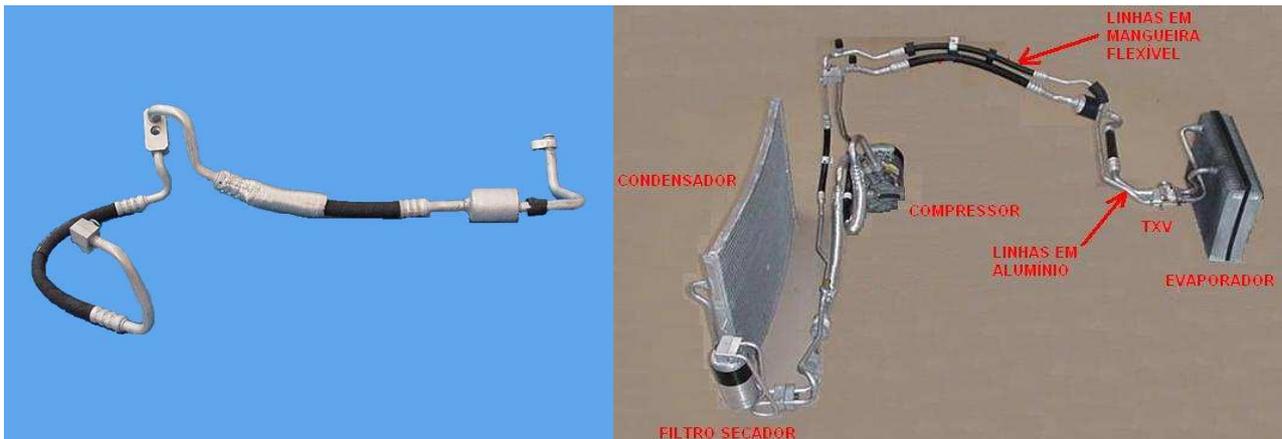


## Mangueiras e Dutos de gás refrigerante

### 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 performance e aumento de consumo. Outros critérios são considerados para o dimensionamento estrutural, como pressão etc.

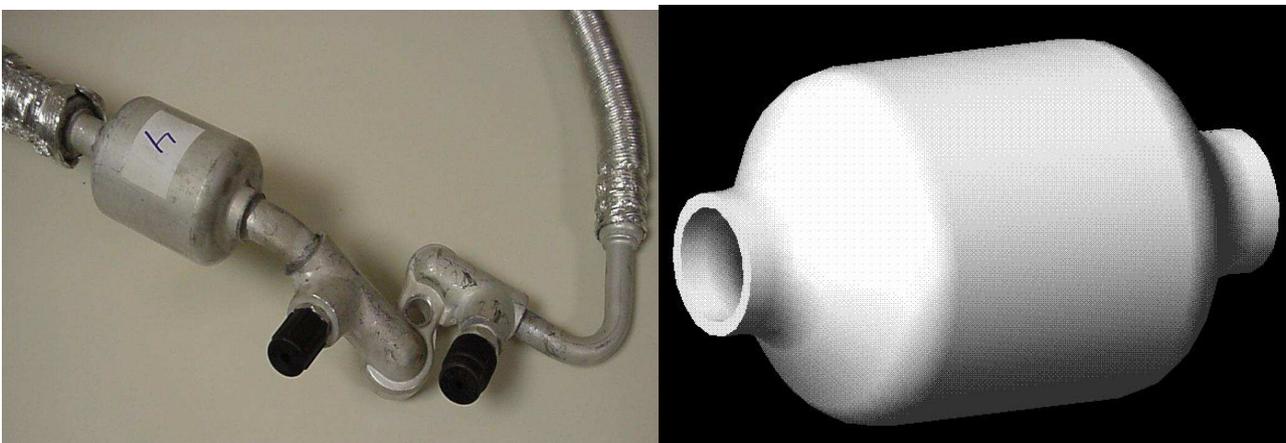


## Muffler

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.

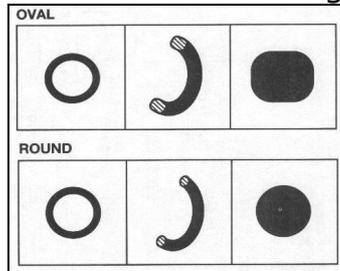


## Componentes de vedação

Atualmente são dois os tipos básicos de vedação utilizados nas conexões ao longo do sistema de ar condicionado.

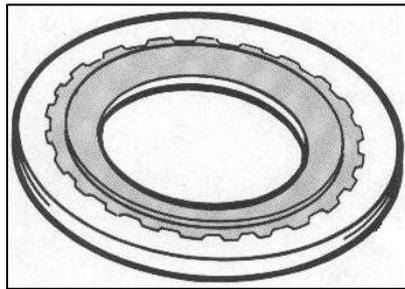
### O'rings:

São anéis de borracha em diferentes secções e diâmetros. Para aplicações com R-134<sup>a</sup> são encontrados normalmente em materiais tipo HNBR, EDM e EPDM. Recomenda-se lubrificar os mesmos antes das montagens, evitando danos e facilitando a montagem.



### Sealing Washer (arruela de selagem):

São arruelas metálicas com insertos de borracha vulcanizada. O assentamento do bloco de conexão é simples. Não exigem "oleamento" na aplicação.



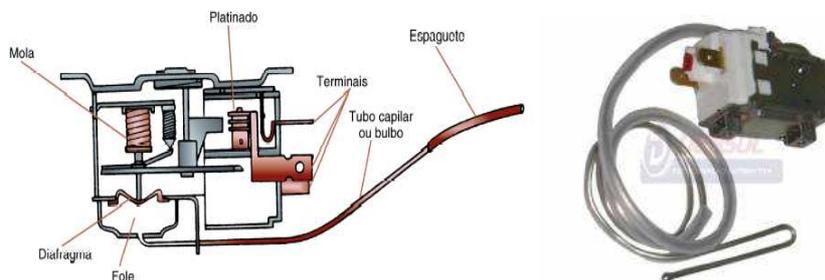
Selo de vedação tipo psi e mecânico, servem para vedação do eixo do compressor. São montados internamente ou externamente. Exigem "oleamento" na montagem e alguns modelos necessitam de ferramentas especiais.



## Dispositivos de proteção contra congelamento

### Termostato

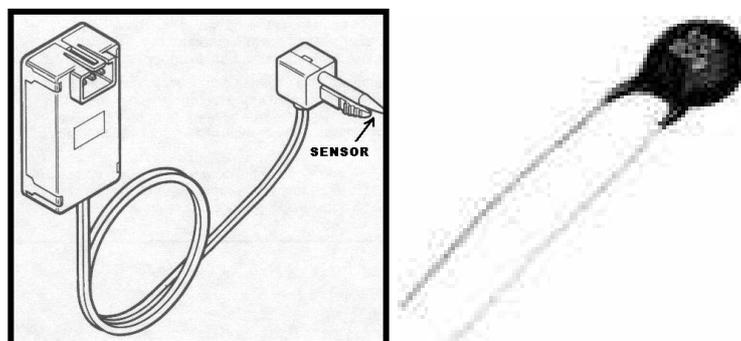
O Termostato é um interruptor acoplado a um sensor térmico. Com o aumento ou redução da temperatura no bulbo sensor, por onde passa o ar de saída do evaporador, ocorre uma dilatação ou contração, respectivamente, do gás no interior do bulbo sensor, pressionando um diafragma e conseqüentemente a chave eletro-mecânica que pode conectar ou desconectar os contatos. Quando a temperatura abaixa (aprox. 1,5°C dependendo da montadora) os contatos se abrem e desligam a embreagem do compressor, protegendo o evaporador contra congelamento.



### Termistor

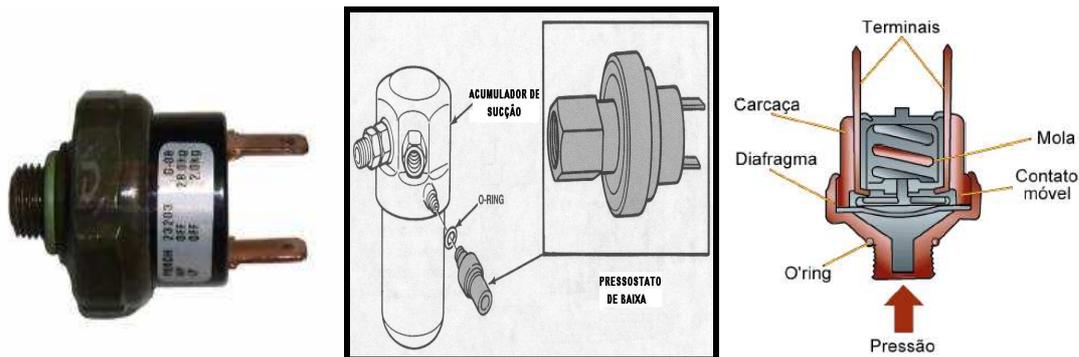
O termistor é um componente não linear que apresenta uma resistência altamente sensível à temperatura; o coeficiente de temperatura é elevado e negativo (NTC: coeficiente negativo de temperatura). Desta forma, sua resistência diminui quando a temperatura aumenta.

Este resistor é fabricado a partir de um material semicondutor o que garante as suas propriedades elétricas. O termistor tem a mesma função do termostato, porém seu elemento sensor é a variação da resistência elétrica do sensor, com esta variação de resistência o sinal é amplificado podendo conectar ou desconectar os contatos do termistor.



## Pressostato de Baixa

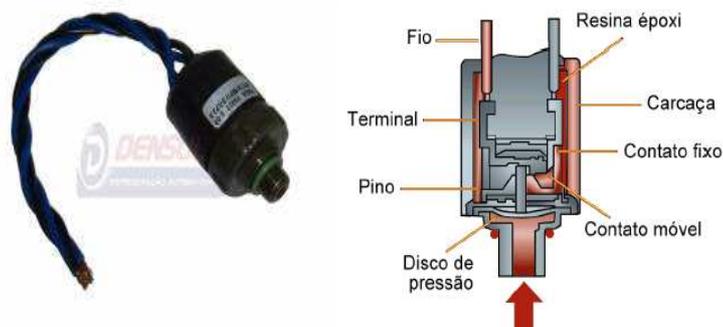
Da mesma forma que o termostato, também tem a função de proteger o evaporador contra congelamento. Porém a medição é de forma indireta, ou seja, em vez de medir a temperatura diretamente, mede a pressão referente à temperatura de evaporação. Quando a pressão diminui temperatura diminui, o pressostato desliga a embreagem do compressor. São calibrados aproximadamente para desligar o compressor quando a pressão cair perto dos 1,2bar / 17psi e religar perto dos 2,7bar / 38psi. Em sistema com acumulador, é comum vê-los instalados no corpo do acumulador.



## Dispositivos de proteção e controle de pressão

### Pressostato de Alta

Pressostato é um dispositivo eletro-mecânico acionado através de um diafragma o qual sente a pressão e atua em micro-chaves, abrindo e fechando contatos. Normalmente eles têm três funções. Desliga quando a pressão de alta atingir níveis muito altos 28bar / 398psi. Liga a segunda velocidade do ventilador de arrefecimento 15bar / 213psi. Desliga quando apresenta baixa carga de refrigerante (vazamento) 2,5bar / 35,5psi.



## Pressostato de Três Níveis

Normalmente o pressostato atua em três níveis ou estágios:

- Pressão do circuito baixa em torno de 29 a 39psi 2 a 2,8bar atua desligando a polia eletromagnética do compressor devido à falta de gás no circuito;
- Pressão em torno de 206 a 235psi 14,5 a 16,5bar atua acionando o eletroventilador até que a pressão desça para o nível de 149 a 181psi 10,4 a 12,7bar;
- Pressão em torno de 349 a 435psi 24,5 a 30,6bar atua desligando a polia eletromagnética do compressor para evitar excesso de pressão no circuito.



## Transdutor de Pressão

Ele atua como o pressostato, porém em vez de abrir e fechar contatos ele envia sinais elétricos lineares para a ECM (Módulo Eletrônico de Comando), e esta por sua vez se encarrega dos fechamentos e aberturas de chaves, proporcionando a mesma lógica de funcionamento que o pressostato.



## 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.



# Ferramentas específicas na Manutenção de Ar Condicionado

**Engate Rápido Alta Pressão**



**Engate Rápido Baixa Pressão**



**Balança Digital para carga de gás até 20 Kg**



**Bomba de Vácuo (entre 5cfm e 10cfm)**



**Clipadeira de Bancada**



**Clipadeira Manual**



**Detector de Vazamento**



**Kit Extratores de Embreagem**



**Farolete de Luz Ultra Violeta**



**Óculos de Proteção Ultra Violeta**



**Manifold**



**Multímetro Digital**



**Pente para Aletar Condensadores**



**Unidade Recicladora**



**Recicladora Portátil**



**Termômetro Digital**



**Temômetro Digital Espeto**



**Termômetro Penta Digital**



**Luz Ultra Violeta Tipo Caneta**



**Chave Trezeta**



**Preença Hidráulica**



**Vacuômetro (digital ou eletrônico)**



**Alicate Amperímetro**



**Cilindro de Nitrogênio Seco**



<b>Cortador de Tubos</b>	
<b>Cortador de Mangueiras</b>	
<b>Estanhador</b>	
<b>Alicate de Corte</b>	
<b>Alicate de anel elástico interno e externo</b>	
<b>Alicate de Terminal e Terminal Emenda</b>	
<b>Máquina de Solda Elétrica</b>	
<b>Equipamento de Solda Oxi-acetileno</b>	
<b>Furadeira</b>	
<b>Parafusadeira</b>	
<b>Furadeira de Bancada</b>	
<b>Morsa de Bancada</b>	
<b>Conjunto de Chaves Torx</b>	
<b>Conjunto de Chaves Allen</b>	
<b>Alicate Universal</b>	

<b>Alicate Universal Bico Fino</b>	
<b>Alicate de Anel Elástico Interno e Externo Bico Curvo</b>	
<b>Alicate de Pressão</b>	
<b>Martelo de Borracha</b>	
<b>Extrator de Polia</b>	
<b>Garrafa de Gás 134ª</b>	
<b>Sacador de Ventil</b>	
<b>Injetor de contraste</b>	

## 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, devesse 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 a 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 eletroventilador 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 eletroventilador 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.

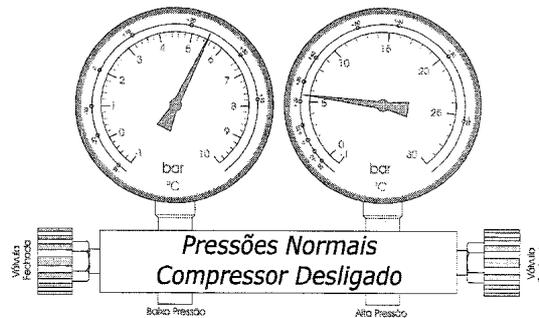


**NOTA:** Se os valores encontrados estiverem fora do especificado, deverá colocar nova carga de gás conforme tabela do veículo e conferir se a performance de refrigeração está atendendo os parâmetros especificados.

## 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)

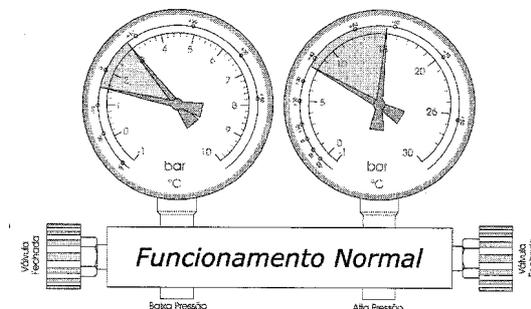
**PROBLEMA:** Indica excesso de fluido refrigerante no sistema

**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);

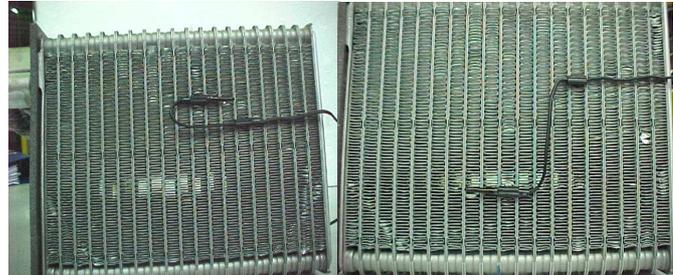


**OBS:** A ativação do eletroventilador do radiador deverá ocorrer quando a pressão do circuito de alta pressão estiver em torno de 15,5 e 17,5bar (220 a 250psi). O acionamento do eletroventilador varia de acordo com cada tipo de equipamento e tempo de uso, sendo que, em alguns raros casos o eletroventilador permanece ligado.

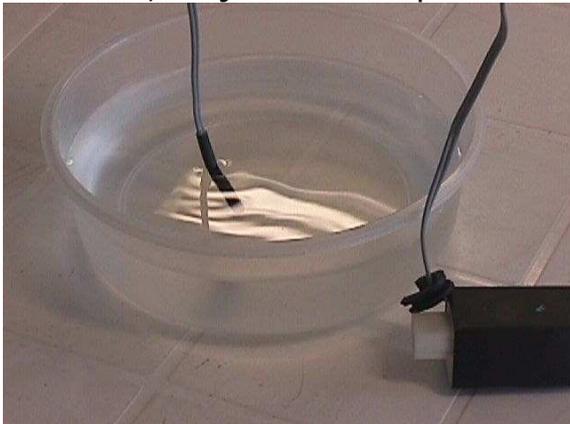
## Verificar Conjunto Condicionador de Ar (Caixa de Ar Condicionado)

### 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 ao lado.



**Nota:** 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

**Nota:** 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**

#### *Descrição da Operação Inicial:*

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.



**Nota:** 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 (monodose)“

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.



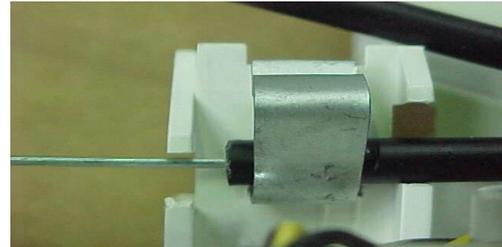
Foto 02: Sistema de ar quente aberto, não permite que o ar condicionado refrigere, pois ocorre a mistura de ar quente com frio.

Verificar se a entrada de ar externo (recirculador) não está aberta permitindo que o eletroventilador da caixa de ar sugue o ar quente dispersado pelo eletroventilador do sistema de arrefecimento do motor conforme mostra na foto 01.



**Nota:** Para uma boa performance 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.

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 eletroventilador:

- 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.



**Nota:** Se o eletroventilador estiver funcionando apenas na 4ª velocidade indica que o resistor está com o termo fusível aberto.

Caso seja detectado falta de funcionamento do eletroventilador proveniente de resistor com o termo fusível aberto deve-se observar o seguinte:

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



## Ruídos anormais

**Anormalidade:** O ar condicionado apresenta ruído quando ligado?

**Nota:** 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;
- Eletroventilador;
- 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**

Informamos a seguir o correto procedimento para a manutenção da quantidade de óleo, quando da substituição de componentes do sistema de ar condicionado. 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.

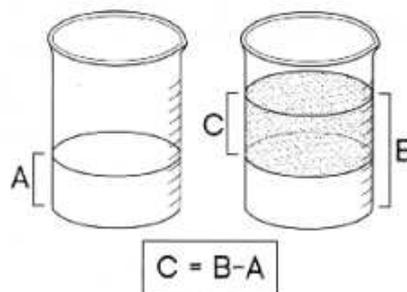
*"O óleo é desenvolvido para cada tipo de refrigerante e tipo de compressor, devendo-se sempre seguir a recomendação do fabricante. Caso contrário o compressor sofrerá danos permanentes, comprometendo sua durabilidade".*

## 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.

## **Procedimento 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-134<sup>a</sup>). 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

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



**Equipamento de limpeza profissional**

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 passa 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 10litros 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-134<sup>a</sup>), 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.

## Procedimento de Evacuação do Sistema

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

### 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 expensor."*

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:

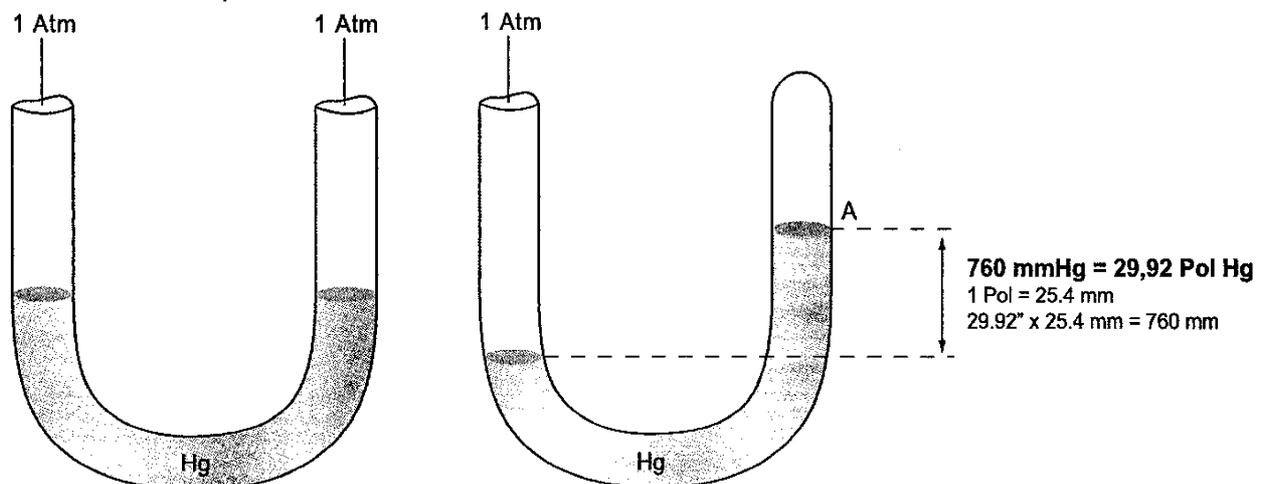
- 760.000mmHg (nível do mar) 100,0°C - 100% de ar remanescente
- 57.000mmHg 41,0°C - 7,5% de ar remanescente
- 46.000mmHg 36,0°C - 6,0% de ar remanescente
- 30.000mmHg 28,5°C - 3,9% de ar remanescente
- 25.000mmHg 25,3°C - 3,3% de ar remanescente ACEITÁVEL
- 15.000mmHg 17,2°C - 2,0% de ar remanescente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



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.

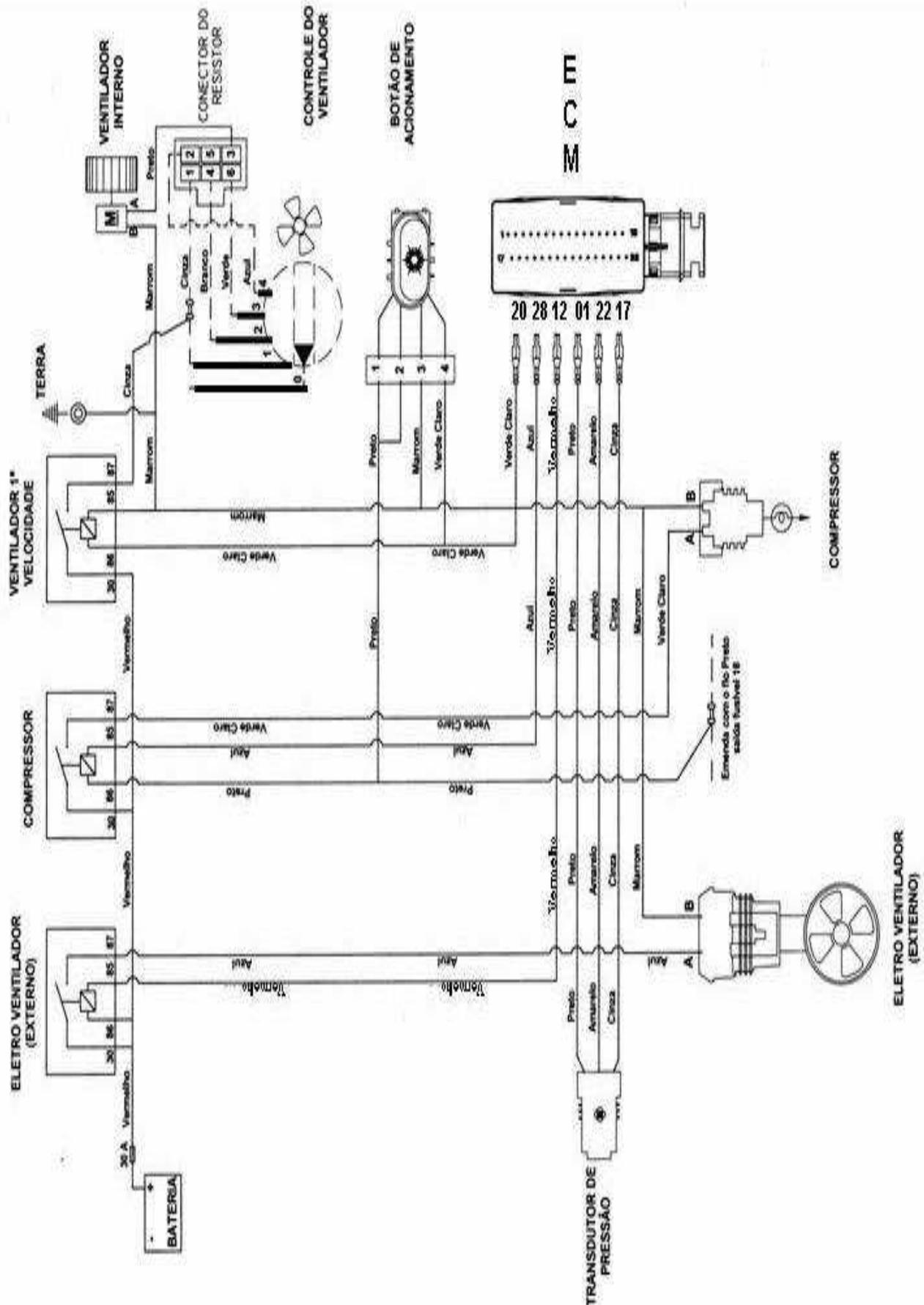
**"Tempo de vácuo, não garante a sua eficiência",** como é feito na maioria das oficinas. Se houver qualquer micro-vazamento, o vácuo não será efetivo. Porém, um tempo mínimo é requerido para que se tenha absoluta certeza que o sistema está bem isolado (sem vazamento).

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.

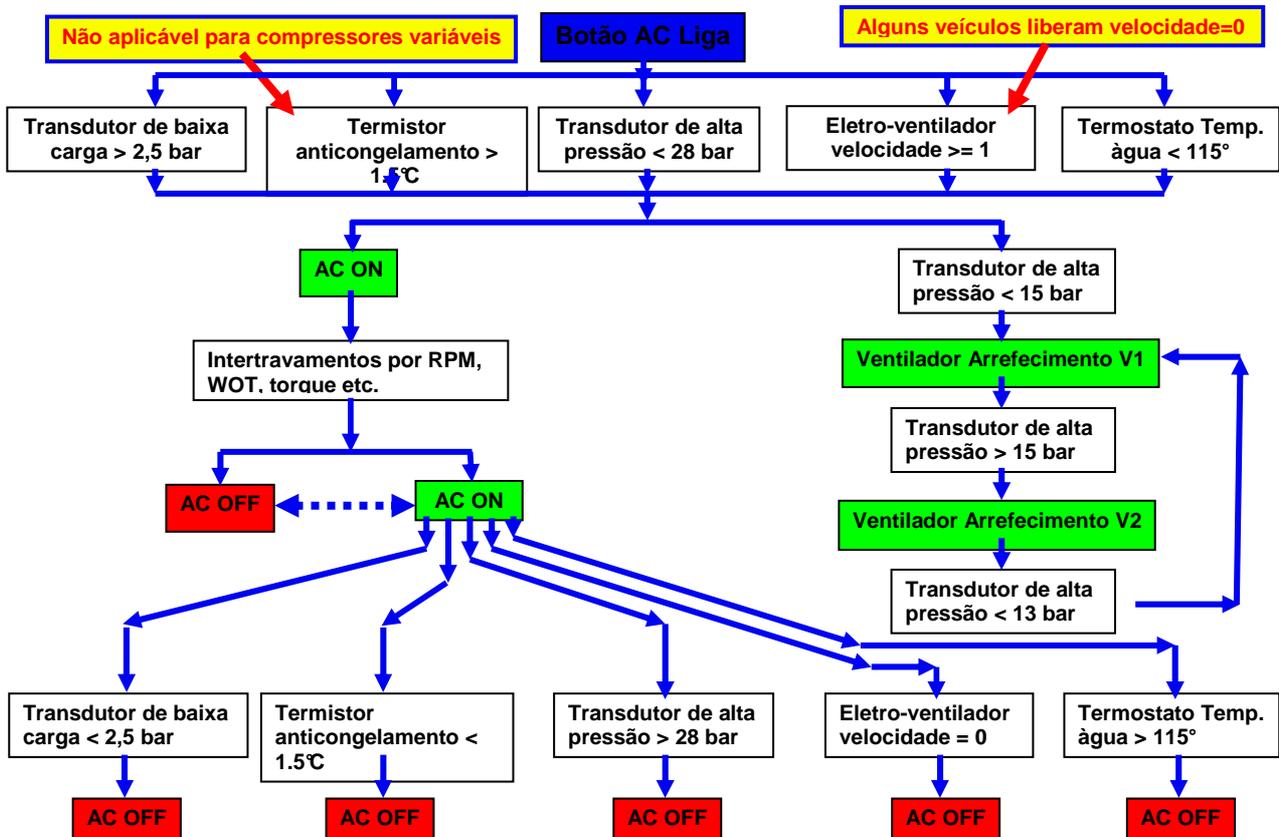
***Após o sistema ter sido liberado para carga de gás:***

- 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;
- *Atenção!!!!: "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;
- Dispare 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.

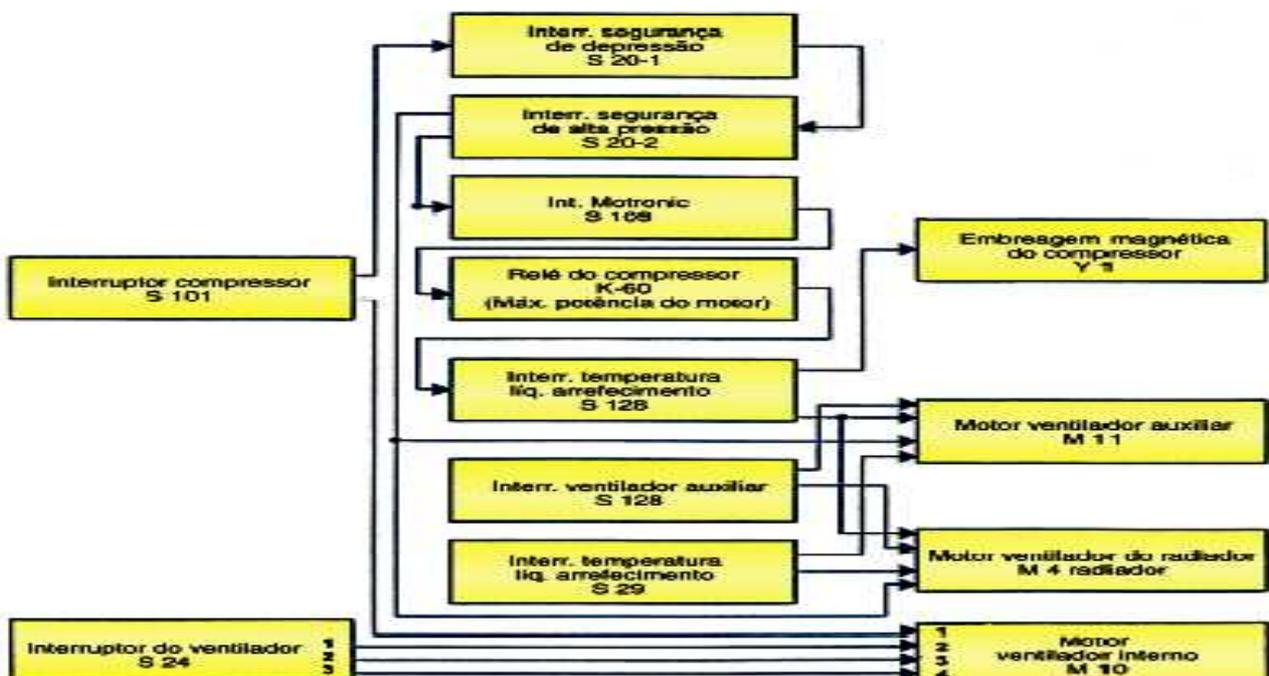
# Esquema Elétrico Típico do Sistema de AC



# Intertravamento da ECM com o Sistema e AC



## Seqüência de Ativação dos Eletroventiladores



# Anomalias, Defeitos e Reparos

	<b>Anomalia</b>	<b>Provável Causa</b>	<b>Possível Reparação</b>	<b>Observação</b>
<b>01</b>	<b>Ar Condicionado não funciona ou com funcionamento intermitente</b>	1- ausência de gás no sistema 2- falha no sensor anticongelamento 3- falha de Pressostato 4- fio rompido ou desconectado 5- fusível do veículo queimado 6- painel de comando com algum componente queimado 7- falha de aterramento 8- baixa voltagem da bateria 9- relé do compressor defeituoso 10- problemas de tensão	1- correção de vazamento 2- substituir sensor 3- substituir pressostato 4- verificar chicote e conectores 5- verificar fusíveis 6- reparar ou substituir comando 7- verificar aterramento e continuidade 8- carregar ou substituir bateria 9- substituir relé 10- verificar tensão da embreagem magnética, do pressostato, do termostato, verificar relés	10- mal contato e baixa tensão elétrica pode ser ocasionado por oxidação em conectores ou rompimentos
<b>02</b>	<b>Ar Condicionado não refrigera</b>	1- sem correia de acionamento do compressor 2- embreagem magnética com defeito 3- compressor não liga 4- ausência de refrigerante	1- instalação de correia (sempre verificar rolamentos das polias e alinhamento) 2- substituição de conjunto embreagem 3- verificar cabo e fusível ou substituir bobina 4- corrigir vazamento	
<b>03</b>	<b>Ar Condicionado refrigera parcial (pouco)</b>	1- vazamento de ar quente 2- troca de calor insuficiente (tanto no condensador como no evaporador) 3- excesso de óleo no sistema 4- compressor com defeito 5- compressor superaquecido 6- correia frouxa 7- embreagem magnética com defeito (patinando) 8- filtro secador obstruído	1- verificar portinholas da cx. de ar e ou eletro-válvula de ar quente 2- verificar ventilação e sujeira no condensador e evaporador 3- abrir e limpar sistema 4- (verificar item	2- ? troca insuficiente de calor! 1º verificar se é por alta ou baixa pressão. 3- ao limpar o sistema, sempre trocar óleo compressor e colocar a quantidade de óleo

		9- presença de umidade no sistema	7 desta planilha) 5- (verificar item 08 desta planilha) 6- esticar ou substituir correia 7- trocar embreagem ou ajuste 8- substituir filtro 9- efetuar procedimento de evacuação corretamente	correspondente 9- na presença de umidade não reutilizar o gás usado
<b>04</b>	<b>Alta pressão no sistema</b>	1- excesso de gás refrigerante 2- condensador sujo ou amassado 3- eletroventilador não funciona 4- excesso de óleo no sistema 5- sistema parcialmente obstruído 6- filtro secador obstruído	1- retirar o gás refrigerante e refazer procedimento de carga 2- reparar, limpar ou substituir condensador 3- verificar possível pane elétrica ou substituir eletroventilador 4- abrir e limpar sistema 5- verificar possíveis pontos de obstrução, se necessário limpar sistema 6- substituir filtro	4/5- ao limpar o sistema, sempre trocar óleo compressor e colocar a quantidade de óleo correspondente
<b>05</b>	<b>Baixa pressão no sistema</b>	1- pouco gás refrigerante 2- válvula de expansão com defeito ou obstruída 3- sistema obstruído 4- ventilação fraca ou não funciona 5- evaporador sujo 6- filtro secador obstruído	1- verificar se a vazamento e efetuar procedimento de carga correto 2- substituir ou limpar válvula 3- limpar sistema 4- verificar motor de ventilação ou pane elétrica 5- limpar evaporador e dutos de ar 6- substituir filtro	
<b>06</b>	<b>Falta ou ausência de gás refrigerante</b>	1- vazamento 2- carga insuficiente	1- corrigir vazamento 2- complementar carga de gás refrigerante	

07	<b>Deficiência no compressor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1- desgastado (sem compressão suficiente)</li> <li>2- palhetas de válvulas quebradas</li> <li>3- cavaco travando palheta aberta</li> <li>4- pressões tendem a igualar-se</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1- substituir compressor</li> <li>2- substituir palhetas</li> <li>3- destravar palheta</li> <li>4- vazamento interno (entre alta e baixa pressão)</li> </ul>	1/2/3/4- sempre desmontar e analisar bem o compressor antes de descartá-lo
08	<b>Superaquecimento do compressor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1- pouco gás refrigerante no sistema</li> <li>2- super resfriamento do gás refrigerante insuficiente</li> <li>3- excesso de gás refrigerante</li> <li>4- válvula de expansão com defeito</li> <li>5- sistema obstruído</li> <li>6- pouco óleo no compressor</li> <li>7- filtro secador obstruído</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1- verificar vazamento e complementar gás</li> <li>2- verificar condensador e quantidade de gás</li> <li>3- retirar excesso e efetuar procedimento carga nominal do sistema</li> <li>4- substituir válvula</li> <li>5- limpar sistema</li> <li>6- substituir óleo do compressor</li> <li>7- substituir filtro</li> </ul>	5- ao limpar o sistema, sempre trocar óleo compressor e colocar a quantidade de óleo correspondente
09	<b>Congelamento da linha de baixa pressão do compressor (sucção)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1- ventilação do evaporador com defeito</li> <li>2- evaporador obstruído</li> <li>3- válvula de expansão com defeito</li> <li>4- sensor anticongelamento não desarma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1- verificar instalação (chicote) e ventilação</li> <li>2- limpar evaporador</li> <li>3- substituir válvula</li> <li>4- substituir sensor</li> </ul>	
10	<b>Presença de umidade no sistema</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1- evacuação insuficiente</li> <li>2- processo de evacuação inadequado</li> <li>3- ferramenta de evacuação com problema</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1- efetuar procedimento de evacuação corretamente</li> <li>2- efetuar procedimento adequado de evacuação</li> <li>3- verificar ferramenta</li> </ul>	1- com má evacuação pode ocorrer congelamento da válvula e as pressões de alta e baixa permanecem alteradas (geralmente superiores ao normal)
11	<b>Válvula de expansão com funcionamento irregular</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1- congelamento ou presença de gotículas d'água na tubulação do lado de baixa pressão</li> <li>2- pressão muito alta no lado da sucção quanto na descarga</li> <li>3- refrigerante insuficiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1- retirar o gás e efetuar procedimento de evacuação correto no sistema</li> <li>2- problemas com os trocadores de</li> </ul>	

		<p>4- defeito na válvula de expansão</p> <p>5- excesso de abertura da válvula de expansão</p> <p>6- excesso de refrigerante nos tubos de baixa pressão</p>	<p>calor ou ventilação</p> <p>3- complementar carga de gás</p> <p>4/5- substituir válvula ou regular válvula se o modelo permitir</p> <p>6- verificar válvula, quantidade de refrigerante, ventilação e se ha sujeira no evaporador</p>	
<b>12</b>	<b>Deficiência de ventilação e distribuição de ar</b>	<p>1- circuito impresso do comando com falha de solda e programação errônea.</p> <p>2- servo motor travado ou com problema de funcionamento (não completa o curso)</p> <p>3- botão de acionamento do aquecedor com irregularidade de funcionamento</p> <p>4- eletroventilador queimado, componente da placa queimado ou com funcionamento irregular</p> <p>5- engrenagem das portinholas fora de posição</p> <p>6- pane elétrica no chicote</p> <p>7- filtro de cabine obstruído</p>	<p>1- se possível reparar peça, substituição ou acertar programação</p> <p>2- substituir servo motor</p> <p>3- substituir botão</p> <p>4- substituir eletroventilador</p> <p>5- reposicionar engrenagens ou trocá-las</p> <p>6- reparar chicote</p> <p>7- substituir filtro</p>	

# Referências Bibliográficas

MARTINELLI, Luiz Carlos Jr. **Transferência de Calor**. Parte I – II – III – IV – V. Unijuí – Campus Panambi

PUC – Rio de Janeiro – Certificação digital nº 0015609/CA – Ar Condicionado Automotivo – Capítulo II

Júnior, Teófilo Manoel da Silva; Rosa, Laércio. Sistema de Ar Condicionado Automotivo – SENAI

Fic Frio – Fonte de informação ao cliente Tecumseh. Ano 14 nº 70 AGOSTO 2006

Notícias Refrescantes Du Pont Fluídos Refrigerantes - Ano 2 - 4ª Edição - Julho de 2007 - Du Pont Fluídos Refrigerantes

Glehn, Fábio Ribeiro Von; Badan, Marco Aurélio Brazão Costa. Catálogo para Conceitos Teóricos e Diagnósticos em Sistemas de Ar Condicionado Volume III - Ciclo Engenharia

Peixoto, Roberto de Aguiar. Instituto Mauá de Tecnologia-IMT - Programa das Nações Unidas. Junho/2008

De Barros, Ruy de Góes Leite. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental. Departamento de Mudanças Climáticas. A implementação do Protocolo de Montreal no Brasil

Pirani, Marcelo José. UFBA – Universidade Federal da Bahia – Escola Politécnica – Sistemas Térmicos

Pirani, Marcelo José. UFBA – Universidade Federal da Bahia – EGN 176 Refrigeração e Ar Condicionado

Manual de Treinamento Webasto – Curso de Aperfeiçoamento

Apresentação Power Point Delphi Fiat - Grupo de Engenharia Desenvolvimento de Sistemas Térmicos do Centro Tecnológico de Piracicaba

Treinamento sobre Diagnose e Climatização Fiat – Agosto de 2006

Apresentação Power Point Chevrolet - Treinamento de Rede Chevrolet

Castro, José. Limpeza de Circuitos de Refrigeração. 04 de novembro de 1999

Bosch. Informações técnicas e programa completo - Filtros de Cabine Bosch. 2005

[www.google.com.br](http://www.google.com.br). Acesso abril 2009.

<http://images.google.com.br/imghp?hl=pt-BR&tab=wi>. Acesso julho 2009.

[www.mecaniconline.com.br](http://www.mecaniconline.com.br). Acesso abril 2009.

[www.soar.com.br](http://www.soar.com.br). Acesso junho 2009.

[http://www.sj.cefetsc.edu.br/wiki/index.php/Transfer%C3%A2ncia\\_de\\_Calor](http://www.sj.cefetsc.edu.br/wiki/index.php/Transfer%C3%A2ncia_de_Calor).  
Acesso maio 2009.

[www.delphi.com.br](http://www.delphi.com.br). Acesso maio 2009.

[www.denso.com.br](http://www.denso.com.br). Acesso junho 2009.

[www.densul.com.br](http://www.densul.com.br). Acesso junho 2009.

[www.fbfarcondicionado.com.br](http://www.fbfarcondicionado.com.br). Acesso julho 2009.

[www.kitscar.com.br](http://www.kitscar.com.br). Acesso julho 2009.

[www.royce.com.br](http://www.royce.com.br). Acesso julho 2009.

[www.oficinafacil.net](http://www.oficinafacil.net). Acesso julho 2009.

[www.protocolodemontreal.org.br](http://www.protocolodemontreal.org.br) . Acesso junho 2009.

<http://www.dge.inpe.br/ozonio/kirchhoff/html/artigo2.html>. Acesso ago. 2009.

[http://www.onu-brasil.org.br/view\\_news.php?id=5995](http://www.onu-brasil.org.br/view_news.php?id=5995). Acesso agosto 2009.

[www.frigelar.com.br](http://www.frigelar.com.br). Acesso agosto 2009.

[http://www.linde.com/international/web/lg/pt/like35lgpt.nsf/docbyalias/nav\\_pr  
od\\_refrig](http://www.linde.com/international/web/lg/pt/like35lgpt.nsf/docbyalias/nav_prod_refrig). Acesso agosto 2009.

## Anexos Informativos

### **TABELA DE TORQUES DE APERTO – SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO / APLICAÇÃO: FIAT**

DESCRIÇÃO	MEDIDA	N.m	Kgm
Torque da porca de fixação do filtro secador.	M6	5,5 N.m	0,5 Kgm
Torque da porca de fixação do conjunto condicionador de ar (caixa de ar).	M6	6 N.m	0,6 Kgm
Torque da porca de fixação da guarnição dos tubos do aquecedor e condicionador.	M6	5 N.m	0,5 Kgm
Torque do parafuso de fixação do tubo flexível do condensador ao filtro secador lado do filtro.	M6	9 N.m	0,9 Kgm
Torque da porca de fixação do tubo de descarga de água condensada do condicionador	M6	5 N.m	0,5 Kgm
Torque da porca de fixação do tubo de saída do evaporador (retorno).	M6	9 N.m	0,9 Kgm
Torque da porca de fixação do tubo de entrada do evaporador (envio).	M6	9 N.m	0,9 Kgm
Torque da porca de fixação do tubo de saída do filtro secador.	M6	9 N.m	0,9 Kgm
Torque do parafuso de ligação do tubo evaporador ao tubo do filtro secador (conexão).	M6	9 N.m	0,9 Kgm
Torque do parafuso de fixação do tubo compressor/condensador na saída do compressor .	M6	9 N.m	0,9 Kgm
Torque do parafuso de fixação da conexão do condensador/filtro secador (lado condensador).	M6	9 N.m	0,9 Kgm
Torque do parafuso de fixação do condensador (só para motorizações 1.3 / 1.4)	M6	4 N.m	0,4 Kgm
Torque do parafuso de fixação da conexão do condensador/compressor (lado condensador).	M6	9 N.m	0,9 Kgm
Torque do parafuso de fixação da base de comandos do aquecedor à plancia	M4	1,5 N.m	0,1 Kgm
Torque do parafuso de fixação do tubo conexão/ compressor (entrada do compressor).	M6	9 N.m	0,9 Kgm
Torque do parafuso de fixação da chapa de sustentação dos tubos AC à travessa (só para motorização 1.6).	M6	5,5 N.m	0,5 Kgm
Torque do parafuso de fixação da borracha dos tubos do ar condicionado.	M6	5,5 N.m	0,5 Kgm
Torque da fixação do pressostato a três níveis (Motorização 1.6).	M10 x 1	8 N.m	0,8 Kgm
Torque do parafuso de fixação da chapa de sustentação da borracha e fixação do tubo.	M8	18 N.m	1,8 Kgm
Torque do parafuso de fixação do condensador e radiador (sistema com ar condicionado) NOVO PALIO	M6	4,5 N.m	0,4 Kgm
Torque do parafuso de fixação do filtro secador (Motorização 1.0 8V/16V e 1.3 16V).	M6	5 N.m	0,5 Kgm
Torque da porca de fixação da caixa de ar condicionado ao painel de fogo	M6	6 N.m	0,6 Kgm
Torque da porca de fixação da guarnição dos tubos do aquecedor e ar condicionado.	M8	18 N.m	1,8 Kgm
Torque do parafuso de fixação do tubo flexível do condensador ao	M6	9 N.m	0,9 Kgm

Torque da porca de fixação da guarnição dos tubos do aquecedor e ar condicionado.	M8	18 N.m	1,8 Kgm
Torque do parafuso de fixação do tubo flexível do condensador ao filtro secador (lado do filtro).	M6	9 N.m	0,9 Kgm
Torque do parafuso de fixação do filtro secador (Motorização 1.6 16V e 1.0 )	M8	15 N.m	1,5 Kgm
Torque do parafuso de fixação do tubo ar condicionado ao filtro à carroceria (Motorização 1.3 16V e 1.0 8V/16V).	M8	18 N.m	1,8 Kgm
Torque do parafuso de fixação da chapa entre compressor/condicionador e sub-bloco (Motorização 1.3 16V e 1.0).	M8	18 N.m	1,8 Kgm
Torque da porca de fixação do bloco de saída do evaporador (retorno)	M6	9 N.m	0,9 Kgm
Torque da porca de fixação do bloco de entrada do evaporador (envio)	M6	9 N.m	0,9 Kgm
Torque do parafuso de fixação da saída do filtro secador.	M6	9 N.m	0,9 Kgm
Torque do parafuso de fixação do tubo do compressor ao condensador na saída do compressor.	M6	9 N.m	0,9 Kgm
Torque do parafuso de fixação da base de comandos do climatizador ao painel.	M6	2,5 N.m	0,2 Kgm
Torque do parafuso de fixação da conexão do tubo do compressor (entrada).	M6	9 N.m	0,9 Kgm

## Fórmulas para conversão de temperaturas

### Legendas

C = Graus Celsius  
 K = Graus Kelvin  
 F = Graus Fahrenheit  
 R = Graus Réamur

### Fórmulas

$$C = \frac{5 (F - 32)}{9}$$

$$C = \frac{5 (R)}{4}$$

$$C = K - 273$$

$$K = C + 273$$

$$F = \frac{9 \times C}{5} + 32$$

$$R = \frac{4 \times C}{5}$$

## FICHA DE REPARAÇÃO

### Sistema de Ar Condicionado

Modelo do Carro: \_\_\_\_\_ Motorização: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Nº da Placa: \_\_\_\_\_ Quilometragem: \_\_\_\_\_

Inconveniente reclamado:

---

---

---

---

### LOCAIS DE INTERVENÇÃO

#### VAZAMENTO

- Entrada do compressor
- Saída do compressor
- Entrada do condensador
- Saída do condensador
- Entrada do filtro secador
- Saída do filtro secador
- Entrada do evaporador
- Saída do evaporador
- Pressostato
- Conexão abast. (Alta pressão)
- Conexão abast. (Baixa pressão)
- Conexão entre tubos
- Outros

#### ELÉTRICO/MECÂNICO

- Anel O'ring
- Caixa de ar
- Central eletrônica de comando
- Compressor
- Condensador
- Eletroventilador
- Evaporador
- Pressostato
- Relê
- Termostato
- Tubos (especificar) \_\_\_\_\_
- Válvula de expansão
- Outros

Descrição da reparação:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

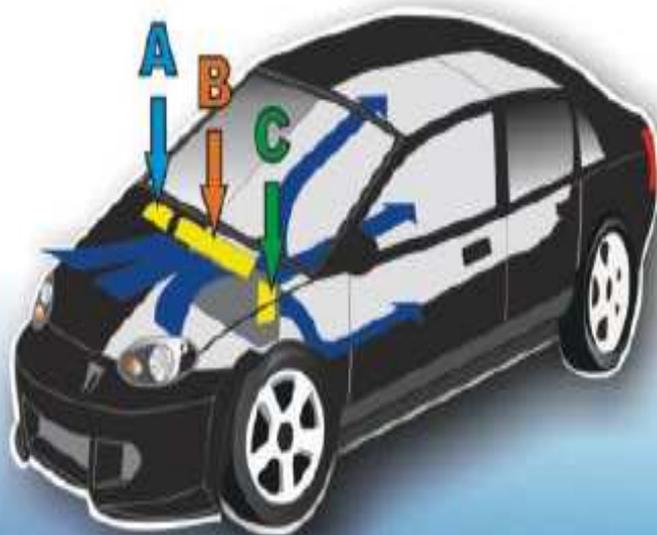
Responsável: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

## Localize o filtro de cabine nos veículos

### Localize a posição do filtro de cabine do seu veículo

Você encontra a indicação de posição na etiqueta da embalagem e no filtro

Os filtros nas posições **A**, **B** e **C** estão localizados no compartimento abaixo do capô



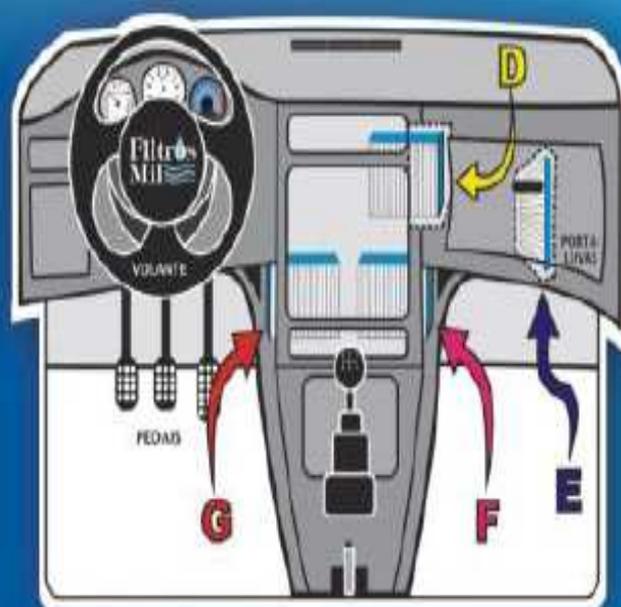
Os filtros na posição **D** estão localizados no compartimento atrás do porta-luvas (em 3 possíveis localizações).

É necessário retirar o porta-luvas para trocar o filtro.

Os filtros na posição **E** estão abaixo do porta-luvas. Não é necessário retirar o porta-luvas para trocar o filtro.

Os filtros na posição **F**, do lado do passageiro, estão localizados à esquerda, abaixo do porta-luvas.

Os filtros na posição **G**, do lado do motorista, estão localizados à direita, no compartimento acima do pedal do acelerador.



## Tabela de conversão de pressão

Procure a pressão conhecida em BAR na coluna do meio então encontre a pressão em kg/cm<sup>2</sup> à esquerda e lb/pol<sup>2</sup> (psi) à direita

Pressão								
kg/cm <sup>2</sup>		lb/pol <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>		lb/pol <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>		lb/pol <sup>2</sup>
0,000	0	0,00	2,5316	36	511,92	5,6962	81	1151,82
0,0070	0,1	1,422	2,6020	37	526,14	5,7665	82	1166,04
0,0141	0,2	2,844	2,6723	38	540,36	5,8368	83	1180,26
0,0211	0,3	4,266	2,7426	39	554,58	5,9072	84	1194,48
0,0281	0,4	5,688	2,8129	40	568,80	5,9775	85	1208,70
0,0352	0,5	7,110	2,8833	41	583,02	6,0478	86	1222,92
0,0422	0,6	8,532	2,9536	42	597,24	6,1181	87	1237,14
0,0492	0,7	9,954	3,0239	43	611,46	6,1885	88	1251,36
0,0563	0,8	11,376	3,0942	44	625,68	6,2588	89	1265,58
0,0633	0,9	12,798	3,1646	45	639,90	6,3291	90	1279,80
0,0703	1	14,22	3,2349	46	654,12	6,3994	91	1294,02
0,1406	2	28,44	3,3052	47	668,34	6,4698	92	1308,24
0,2110	3	42,66	3,3755	48	682,56	6,5401	93	1322,46
0,2813	4	56,88	3,4459	49	696,78	6,6104	94	1336,68
0,3516	5	71,10	3,5162	50	711,00	6,6807	95	1350,90
0,4219	6	85,32	3,5865	51	725,22	6,7511	96	1365,12
0,4923	7	99,54	3,6568	52	739,44	6,8214	97	1379,34
0,5626	8	113,76	3,7271	53	753,66	6,8917	98	1393,56
0,6329	9	127,98	3,7975	54	767,88	6,9620	99	1407,78
0,7032	10	142,20	3,8678	55	782,10	7,0323	100	1422,00
0,7736	11	156,42	3,9381	56	796,32	7,7356	110	1564,20
0,8439	12	170,64	4,0084	57	810,54	8,4388	120	1706,40
0,9142	13	184,86	4,0788	58	824,76	9,1421	130	1848,60
0,9845	14	199,08	4,1491	59	838,98	9,8453	140	1990,80
1,0549	15	213,30	4,2194	60	853,20	10,5485	150	2133,00
1,1252	16	227,52	4,2897	61	867,42	11,2518	160	2275,20
1,1955	17	241,74	4,3601	62	881,64	11,9550	170	2417,40
1,2658	18	255,96	4,4304	63	895,86	12,6582	180	2559,60
1,3361	19	270,18	4,5007	64	910,08	13,3615	190	2701,80
1,4065	20	284,40	4,5710	65	924,30	14,0647	200	2844,00
1,4768	21	298,62	4,6414	66	938,52	14,7679	210	2986,20
1,5471	22	312,84	4,7117	67	952,74	15,4712	220	3128,40
1,6174	23	327,06	4,7820	68	966,96	16,1744	230	3270,60
1,6878	24	341,28	4,8523	69	981,18	16,8776	240	3412,80
1,7581	25	355,50	4,9226	70	995,40	17,5809	250	3555,00
1,8284	26	369,72	4,9930	71	1009,62	18,2841	260	3697,20
1,8987	27	383,94	5,0633	72	1023,84	18,9873	270	3839,40
1,9691	28	398,16	5,1336	73	1038,06	19,6906	280	3981,60
2,0394	29	412,38	5,2039	74	1052,28	20,3938	290	4123,80
2,1097	30	426,60	5,2743	75	1066,50	21,0970	300	4266,00
2,1800	31	440,82	5,3446	76	1080,72	21,8003	310	4408,20
2,2504	32	455,04	5,4149	77	1094,94	22,5035	320	4550,40
2,3207	33	469,26	5,4852	78	1109,16	23,2068	330	4692,60
2,3910	34	483,48	5,5556	79	1123,38	23,9100	340	4834,80
2,4613	35	497,70	5,6259	80	1137,60	24,6132	350	4977,00

## Tabela de conversão de unidades

MULTIPLIQUE	POR	PARA OBTER	MULTIPLIQUE	POR	PARA OBTER
atm	1.033	kg/cm <sup>2</sup>	m	3.281	Pé
bar	0.9869	atm	m	39.37	Pol
btu	0.252	kcal	m <sup>3</sup>	264.2	Galão (Amer.)
btu/h	0.252	kcal/h	m <sup>3</sup>	35.31	Pé <sup>3</sup>
btu/h pé <sup>2</sup> °F	4.88	kcal/h m <sup>2</sup> °C	m <sup>3</sup>	61024	Pol <sup>3</sup>
btu/h pé <sup>2</sup> °F	5,68x10 <sup>-4</sup>	Watt/cm <sup>2</sup> °C	m/min	1.667	cm/seg
btu/lb	0.5556	kcal/kg	m/min	0.06	km/h
btu/lb . °F	1.0	kcal/kg °C	m <sup>2</sup>	10.76	Pé <sup>2</sup>
btu/pé <sup>2</sup>	2.713	kcal/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	1550	Pol <sup>2</sup>
btu/pé <sup>3</sup>	8.9	kcal/m <sup>3</sup>	m/seg	196.8	Pé/min
cal	3,9683x10 <sup>-3</sup>	btu	m bar	0.0145	Lb/pol <sup>2</sup>
cal	1,5596x10 <sup>-6</sup>	Hp.h	Miligramma/litro	1.0	ppm
cal	0.4269	kg.m	Pa	1,45 x 10 <sup>-4</sup>	psg
CV	0.9863	Hp	Pa	1,02 x 10 <sup>-5</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>
CV	542.5	lb.pé/seg	Pa	1 x 10 <sup>-5</sup>	bar
CV.h	632	kcal	Pol	2.54	cm
CV	0.7355	kW	Pol de água	2,54x10 <sup>-3</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
cm	3,281x10 <sup>-2</sup>	Pé	Pé	0.3048	m
cm	0.3937	Pol	Pé/min	0.508	cm/seg
cm <sup>3</sup>	3,531x10 <sup>-5</sup>	Pé <sup>3</sup>	Pé <sup>2</sup>	929	cm <sup>2</sup>
cm <sup>3</sup>	0.06102	Pol <sup>3</sup>	Pol de Hg	345.3	kg/m <sup>2</sup>
cm <sup>2</sup>	1,076x10 <sup>-3</sup>	Pé <sup>2</sup>	Pé	30.48	cm
cm <sup>2</sup>	0.155	Pol <sup>2</sup>	Pé <sup>3</sup> /lb	0.06243	m <sup>3</sup> /kg
cm/seg	0.036	km/h	Pé <sup>3</sup>	0.02832	m <sup>3</sup>
Galão (Amer.)	3785	cm <sup>3</sup>	Pé <sup>3</sup> /min	472	cm <sup>3</sup> /seg
Galão (Amer.)	3.785	Litro	Pol <sup>3</sup>	16.39	cm <sup>3</sup>
Galão (Amer.)	3,785x10 <sup>-3</sup>	m <sup>3</sup>	Pol <sup>3</sup>	0.01639	Litro
Galão/min	0.06309	Litro/seg	Pol de HG	0.03453	kg/cm <sup>2</sup>
BHP	33479	btu/h	Psi	6.895	Pa
HP	641.2	kcal/h	kgf/cm <sup>2</sup>	98066	Pa
HP	0.7457	kW	bar	100000	Pa
kcal/h.m <sup>2</sup> (°C/m)	0.672	btu/h.pé <sup>2</sup> (°F/pé)	kg	2205	lb
kcal/h. m <sup>2</sup> °C	0.205	btu/h.pé <sup>2</sup> °F	kg/cm <sup>2</sup>	14.22	lb/pol <sup>2</sup>
kcal/h. m <sup>2</sup> °C	1,16x10 <sup>-4</sup>	Watt/cm <sup>2</sup> . °C	kg/cm <sup>2</sup>	28.96	Pol de Hg
lb/pé <sup>3</sup>	16.02	kg/m <sup>3</sup>	kg/cm <sup>3</sup>	0.06243	lb/pé <sup>3</sup>
lb/pol <sup>2</sup>	703	kg/m <sup>2</sup>	km/h	27.78	cm/seg
lb/pol <sup>2</sup>	0.06804	atm	km/h	16.67	m/min
lb/pol <sup>2</sup>	0.0703	kg/cm <sup>2</sup>	kcal	39683	btu
Litro/min		Galão/seg	kcal	1,163x10 <sup>-3</sup>	kW.h
lb.pé	0.1383	kg.m	kW.h	860	kcal
lb/pé <sup>2</sup>	4882	kg/m <sup>2</sup>	Watt/cm <sup>2</sup> (°C/cm)	86.0	kcal/h . m <sup>2</sup> (°C/m)
			Watt/cm <sup>2</sup> . °C	8599	kcal/h . m <sup>2</sup> . °C

## Tabela unidade VS equivalência

Unidade	Equivalência
1 BAR	14,223 psi
1 psi	0,0703 bar
1 btu	1,414 hp
1 coulomb	1 ampere/volt
1 cv	736 watts
1 cv	0,98 hp
1 hp	1,014 cv
1 hp	746 watts
1 polegada	25,4 mm
1 kg/cm <sup>2</sup>	1 bar
1 bar	1 kg/cm <sup>2</sup>
1 km/h	0,277 m/seg
1 km <sup>2</sup>	10.000 m <sup>2</sup>
1 kw	1,36 cv
1 kw	1,34 hp
1 libra	0,453 kg
1 libra/pe	1,4882 kg/cm
1 m	39,37 pol
1 m/seg	3,6 km/h
1 m <sup>2</sup>	10.000 cm <sup>2</sup>
1 m <sup>3</sup>	1000 litros
1 milha	1.609 m
1 w	3.413 btu/h
1 cal	3,968×10 <sup>-3</sup> btu

## Relação pressão VS temperatura do R-134<sup>a</sup>

Temperatura		Psig	Kg/cm <sup>2</sup>	Bar
°F	°C			
-40	-40	14.6	37.08	0.49
-35	-37	12.3	31.25	0.42
-30	-34	9.7	24.64	0.33
-25	-32	6.7	17.00	0.23
-20	-29	3.5	8.89	0.12
-18	-28	2.1	5.33	0.07
-16	-27	0.6	1.52	0.02
-14	-26	0.4	0.03	0.03
-12	-24	1.2	0.08	0.08
-10	-23	2.0	0.14	0.14
-8	-22	2.9	0.20	0.20
-6	-21	3.7	0.26	0.26
-4	-20	4.6	0.32	0.32
-2	-19	5.6	0.39	0.39
0	-18	6.5	0.46	0.45
2	-17	7.6	0.53	0.52
4	-16	8.6	0.60	0.59
6	-14	9.7	0.68	0.67
8	-13	10.8	0.76	0.74
10	-12	12.0	0.84	0.83
12	-11	13.2	0.93	0.91
14	-10	14.5	1.02	1.00
16	-9	15.8	1.11	1.09
18	-8	17.1	1.20	1.18
20	-7	18.5	1.30	1.28
22	-6	19.9	1.40	1.37
24	-4	21.4	1.50	1.48
26	-3	22.9	1.61	1.58
28	-2	24.5	1.72	1.69

Temperatura		Psig	Kg/cm <sup>2</sup>	Bar
°F	°C			
30	-1	26.1	1.84	1.80
32	0	27.8	1.95	1.92
34	1	29.6	2.08	2.04
36	2	31.3	2.20	2.16
38	3	33.2	2.33	2.29
40	4	35.1	2.47	2.42
45	7	40.1	2.82	2.76
50	10	45.5	3.20	3.14
55	13	51.2	3.60	3.53
60	16	57.4	4.04	3.96
65	18	64.1	4.51	4.42
70	21	71.1	5.00	4.90
75	24	78.7	5.53	5.43
80	27	86.7	6.10	5.98
85	29	95.3	6.70	6.57
90	32	104.3	7.33	7.19
95	35	114.0	8.01	7.86
100	38	124.2	8.73	8.56
105	41	135.0	9.49	9.31
110	43	146.4	10.29	10.09
115	46	158.4	11.14	10.92
120	49	171.2	12.04	11.80
125	52	184.6	12.98	12.73
130	54	198.7	13.97	13.70
135	57	213.6	15.02	14.73
140	60	229.2	16.11	15.80
145	63	245.6	17.27	16.93
150	66	262.9	18.48	18.13
155	68	281.1	19.76	19.37



*Filtro de cabine*



**SENAI**sc

**Editor: Vitor Rafael Galisteo Soares**  
Técnico em Automobilística

Email: [vitorrafaelrs@hotmail.com](mailto:vitorrafaelrs@hotmail.com)  
[vitor.rafael.galisteo.soares@gmail.com](mailto:vitor.rafael.galisteo.soares@gmail.com)

**SENAIsc Unidade São José** - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial de Santa Catarina  
Rod. Br 101 - Km 211 - Área industrial - CEP 88104-800 - São José, São José / SC - Brasil.  
Fone: (48) 3381-9200

*Instale e respire*