



# REFRIGERAÇÃO



*Tecumseh*

## ÍNDICE

<b>CIRCUITO DE REFRIGERAÇÃO</b> .....	04
COMPRESSOR .....	05
CONDENSADOR .....	05
FILTRO SECADOR .....	05
ELEMENTOS DE EXPANSÃO .....	07
EVAPORADOR .....	08
<b>COMPONENTES ELÉTRICOS</b> .....	08
RELÊS DE PARTIDA .....	08
RELÊ AMPEROMÉTRICO .....	08
RELÊ PTC .....	09
RELÊ VOLTIMÉTRICO .....	10
PROTETORES TÉRMICOS .....	10
CAPACITORES .....	11
CAPACITOR DE PARTIDA .....	11
CAPACITOR DE MARCHA OU PERMANENTE .....	11
<b>CUIDADOS COM OS COMPONENTES ELÉTRICOS</b> .....	12
<b>TENSÃO DE PARTIDA</b> .....	13
<b>VÁCUO</b> .....	14
<b>CARGA DE FLUIDO REFRIGERANTE</b> .....	15
<b>SELEÇÃO DE COMPRESSORES</b> .....	17
FAIXAS DE APLICAÇÃO .....	18
CUIDADOS COM O MANUSEIO DO COMPRESSOR .....	18
<b>RECOMENDAÇÕES DA ENGENHARIA DE APLICAÇÃO</b> .....	20
FALHAS ELÉTRICAS .....	22
DANOS NAS VÁLVULAS DE SUÇÃO E DESCARGA .....	23
UMIDADE DENTRO DO COMPRESSOR .....	25
<b>TECUMSEH DO BRASIL</b> .....	26

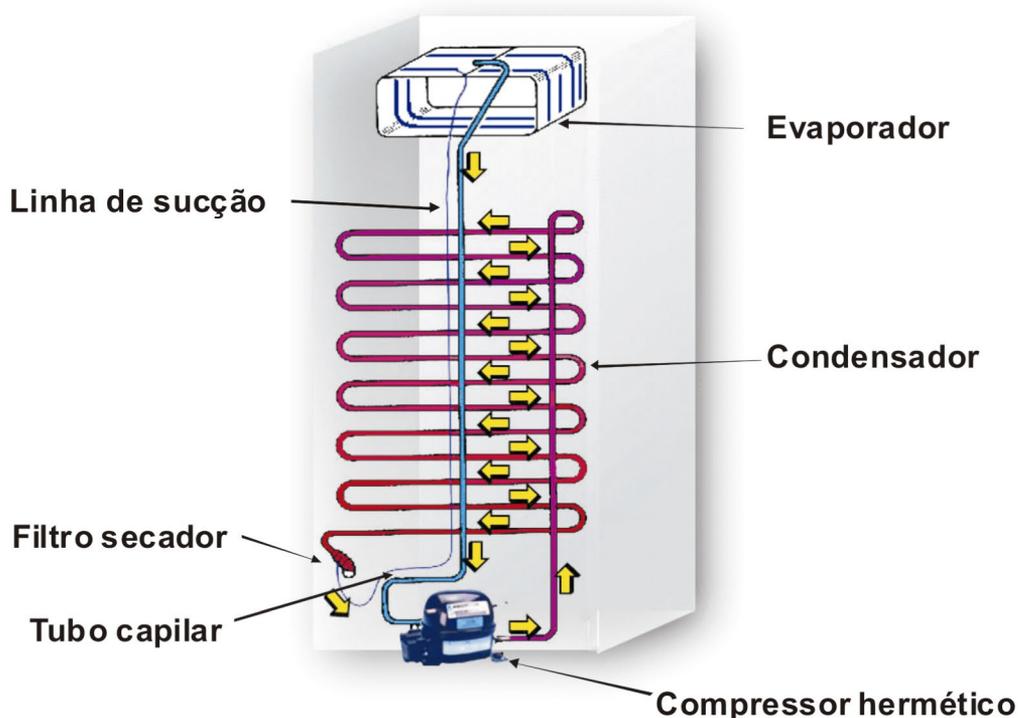
## CIRCUITO DE REFRIGERAÇÃO

Em um refrigerador, o circuito de refrigeração mais comum tem como principais elementos: compressor, condensador, filtro secador, tubo capilar (elemento de expansão) e evaporador. Estes elementos normalmente são também encontrados em outros tipos de sistemas de refrigeração.

Com o objetivo de entendermos melhor o princípio de funcionamento destes elementos, incluímos neste capítulo os componentes elétricos básicos que compõe um sistema de refrigeração, e as melhores práticas para realização de vácuo e carga de fluido refrigerante, além de outros cuidados relacionados com pressões e temperaturas de operação, visto que as condições de operação dos diversos elementos influenciam diretamente no funcionamento e na vida útil do compressor.

A refrigeração em um sistema ocorre devido às diversas transformações físicas que ocorrem no fluido refrigerante em seu percurso pelo sistema. Para entendê-las melhor veja a ilustração do circuito abaixo.

### CIRCUITO DE REFRIGERAÇÃO



A partir de agora, serão vistos elementos e aspectos do sistema de refrigeração visando sempre o lado prático do assunto, a fim de esclarecer alguns mistérios e tornar o serviço de manutenção do sistema de refrigeração uma tarefa mais fácil e descomplicada.

## COMPRESSOR

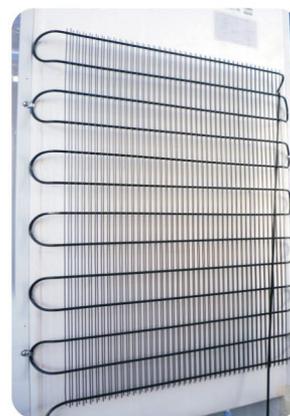


Sua principal função é succionar o fluido refrigerante à baixa pressão da linha de sucção, e comprimi-lo em direção ao condensador à alta pressão e alta temperatura na fase gasosa (vapor super aquecido).

## CONDENSADOR

Possui a função de liberar o calor absorvido pelo evaporador e pelo processo de compressão para o meio ambiente.

Neste processo o fluido refrigerante proveniente do compressor está em alta pressão e alta temperatura. Durante o percurso do fluido refrigerante pelo condensador, ocorre a transformação do estado físico do fluido refrigerante de vapor super saturado para líquido, sub resfriado, à alta pressão.



## FILTRO SECADOR



O filtro secador é composto por partículas e exerce duas funções de suma importância para o bom funcionamento de um sistema de refrigeração:

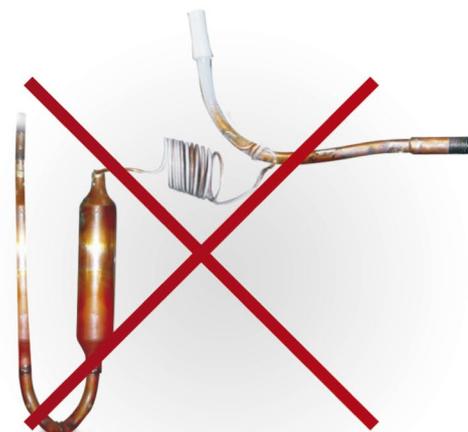
- Retêr partículas sólidas que em circulação no circuito poderiam causar obstrução ou danos às partes mecânicas do compressor.
- Absorver a umidade residual do circuito que não tenha sido removida durante a realização do vácuo, e que possa causar danos ao sistema. Os exemplos mais comuns de danos causados pela umidade residual são: obstrução do sistema por congelamento, aumento de pressões, corrosão e formação de ácidos, etc.

## FILTRO SECADOR

O filtro deve ser instalado na posição vertical com a saída para baixo. Jamais deve ser montado na vertical com a saída para cima.



POSIÇÃO CORRETA

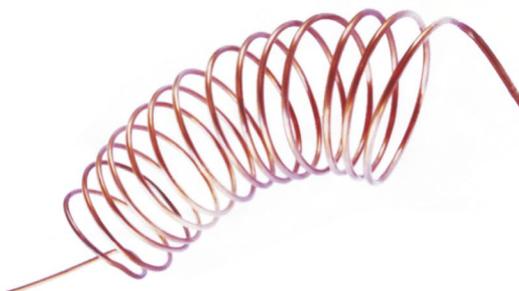


POSIÇÃO INCORRETA

O filtro secador deve ser escolhido de acordo com sua aplicação, devendo-se sempre levar em conta o fluido refrigerante, pressões de trabalho e fluxo de massa. **Veja abaixo a tabela indicativa:**

FLUIDOS REFRIGERANTES	TELA	SILICA	XH-5	XH-6	XH-7	XH-9	UNIVERSAL
R-22 (Aplicação em Condicionadores de Ar)	X	-	-	-	-	-	X
R-12, R-22	-	X	X	X	X	X	X
R-134a	-	-	-	-	X	X	X
R-404A / R-507	-	-	-	X	X	X	X
Blends HFC / HCFC	-	-	-	-	-	X	X
R-600a, R-290	-	-	X	X	X	X	X
R-410A	X	-	-	-	-	-	X

# ELEMENTOS DE EXPANSÃO



TUBO CAPILAR



VÁLVULA DE EXPANSÃO TERMOSTÁTICA

O elemento de expansão é responsável pela redução na pressão do fluido refrigerante no estado líquido, e pela regulação da vazão de refrigerante que entra no evaporador, separando o lado de alta e o lado de baixa pressão. A perda de pressão se dá à medida que o fluido escoar pelo elemento de expansão por consequência do seu atrito e aceleração. A regulação de vazão ocorre devido ao tamanho da capacidade da restrição durante a passagem do fluido.

Os elementos de expansão mais comuns são a válvula de expansão termostática e o tubo capilar, sendo este último o mais difundido entre os fabricantes de sistemas de refrigeração.

A escolha do dispositivo de expansão deve levar em consideração diversos fatores como: custo, facilidade de instalação, espaço disponível, característica de funcionamento, tamanho do sistema e diversos outros fatores, pois sua definição final só é obtida através de ensaios.

**Para escolher entre um tubo capilar e uma válvula de expansão deve-se considerar as questões do quadro a seguir:**

	TUBO CAPILAR	VÁLVULA DE EXPANSÃO TERMOSTÁTICA
VANTAGENS	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Baixo custo;</li><li>■ Fácil instalação;</li><li>■ Compacto;</li><li>■ Permite a equalização das pressões quando o compressor estiver desligado.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Restrição variável da passagem de refrigerante;</li><li>■ Proporciona o melhor rendimento do sistema;</li><li>■ Facilidade na seleção de modelos e aplicações;</li><li>■ Necessário em sistemas de grande porte.</li></ul>
DESvantagens	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Restrição constante da passagem de refrigerante;</li><li>■ Não proporciona o melhor rendimento do sistema;</li><li>■ Difícil determinação de suas dimensões ideais;</li><li>■ Não recomendado para sistemas de grande porte.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Custo elevado;</li><li>■ Instalação mais complexa;</li><li>■ Não permite a equalização das pressões do sistema quando o compressor estiver desligado.</li></ul>

## EVAPORADOR

O evaporador é um equipamento que tem a finalidade de retirar o calor que recebe do fluido refrigerante no estado líquido, à baixa pressão e temperatura, proveniente do elemento de expansão.



Nesta condição, o fluido refrigerante evapora absorvendo o calor da superfície da tubulação do evaporador, ocorrendo a transformação de líquido sub resfriado para a fase de vapor saturado à baixa pressão. Este efeito acarreta o abaixamento da temperatura do meio ambiente interno do refrigerador. Após absorver o calor ao longo do evaporador, o fluido refrigerante retorna ao compressor através da linha de sucção, no estado de vapor super aquecido à baixa pressão, para ser succionado pelo compressor, dando início ao novo ciclo de refrigeração.

## COMPONENTES ELÉTRICOS

### RELÊS DE PARTIDA

O relê de partida tem papel fundamental na partida dos compressores herméticos, pois ele é o responsável pela energização da bobina auxiliar do motor elétrico (que determina o sentido de rotação e promove o torque necessário para a partida), e posterior desconexão da mesma (quando se aproxima da rotação normal de funcionamento do motor elétrico). No caso de compressores que utilizam capacitor permanente, a bobina auxiliar permanece energizada através dele. Os relês de partida podem ser do tipo amperométrico, PTC e voltimétrico. As principais diferenças e aplicações serão descritas a seguir.

### RELÊ AMPEROMÉTRICO

O seu funcionamento é eletromecânico e possui os contatos elétricos na posição normalmente abertos, quando o compressor está desligado. Para o funcionamento correto do relê, deve-se montá-lo na posição vertical e com a bobina para baixo, para que os contatos permaneçam abertos.

Quando o motor do compressor é energizado, uma corrente elétrica passa pela bobina do relê e gera um campo magnético que atrai a armadura para cima, proporcionando o fechamento dos contatos e energizando a bobina de partida do motor. Quando o motor do compressor alcança a rotação de marcha a corrente diminui até o ponto em que o campo magnético não tem força para manter a armadura para cima, dessa forma esta desce, devido à força da gravidade, abrindo os contatos e conseqüentemente desconectando a bobina de partida do motor.



É normalmente mais utilizado em aplicações comerciais.

## RELÊ PTC

Possui funcionamento eletrotérmico e é formado por uma pastilha de material cerâmico que tem a propriedade de aumentar sua resistência elétrica quando ocorre a passagem da corrente elétrica entre os seus terminais.

Durante a partida do motor a pastilha do PTC está fria (temperatura ambiente) e com baixa resistência elétrica, por isso o relê é capaz de conduzir corrente através da bobina de partida, fazendo o motor arrancar. Com o tempo esta corrente irá aumentar a temperatura da pastilha do relê, aumentando a resistência elétrica da mesma e diminuindo a corrente que passa através dessa bobina até torná-la praticamente nula.

Seu uso é mais comum em freezers e refrigeradores domésticos, onde o tempo entre os ciclos de operação é suficiente para o PTC esfriar e estar pronto para uma nova partida. A partida do motor só é possível um minuto após sua parada.



**Ambos os relês oferecem vantagens e desvantagens conforme mostra o quadro abaixo:**

### COMPARAÇÃO RELÊ AMPEROMÉTRICO X PTC

	RELÊ AMPEROMÉTRICO	RELÊ PTC
VANTAGENS	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Não requer tempo de espera para poder ligá-lo novamente;</li><li>■ Tempo de conexão depende da partida do motor.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Não possui partes móveis;</li><li>■ Não tem desgaste;</li><li>■ Não tem faiscamento;</li><li>■ Poucos modelos;</li><li>■ Funciona em qualquer posição.</li></ul>
DESvantagens	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Possui partes móveis;</li><li>■ Tem contatos elétricos que se desgastam;</li><li>■ Seu faiscamento pode causar interferência magnética;</li><li>■ Diversidade muito grande de modelos (aplicação específica);</li><li>■ Funcionamento depende da posição vertical.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Requer tempo de espera para resfriamento;</li><li>■ Tempo de conexão não depende da partida do motor.</li></ul>

## RELÊ VOLTIMÉTRICO



É geralmente utilizado em aplicações comerciais de médio porte onde são necessários capacitores de partida e de marcha.

Possui os contatos normalmente fechados. A bobina do relê é ligada em paralelo com a bobina de partida do compressor. A tensão na bobina de partida aumenta com o aumento da velocidade do motor até que se atinja o valor específico de pick-up, neste ponto a armadura do relê é atraída abrindo os seus contatos e desconectando o capacitor de partida do circuito. Após a abertura, há tensão induzida na bobina de partida suficiente para continuar atraindo a armadura e manter os contatos do relê abertos.

## PROTETORES TÉRMICOS



T



RT

Este componente é ligado em série com o circuito que alimenta o motor e é responsável por evitar que sobrecargas elétricas ou alta temperatura possam danificar o compressor. Estas sobrecargas podem causar deterioração precoce do motor elétrico e falha de isolamento decorrente das flutuações das tensões, que podem ocasionar a queima do compressor.

Ele é instalado próximo ao terminal hermético de modo a ficar encostado na carcaça do compressor e atua desligando o circuito elétrico do compressor em caso de aumento anormal de temperatura ou de corrente, ocasionado por problemas mecânicos, elétricos ou por aplicação inadequada.

Nota: a família de compressores TY possui protetor térmico interno, portanto não necessita que se utilize protetores externos.

## CAPACITORES

### CAPACITOR DE PARTIDA



O capacitor de partida é utilizado em aplicações que exigem maior torque de partida devido às pressões do sistema não estarem equalizadas. Por exemplo: produtos para aplicações comerciais.

Este componente é ligado em série com a bobina de partida, aumentando o torque da bobina em consequência da elevação de corrente proporcionada por ele. Após a partida, quando o motor atinge a rotação normal de funcionamento este é desconectado pelo relê.

### CAPACITOR DE MARCHA OU PERMANENTE

O capacitor permanente é utilizado em aplicações que exigem maior eficiência do compressor instalado. Este tipo de capacitor também é ligado em série com a bobina de partida, porém atua de forma contínua (a bobina auxiliar continua energizada durante o funcionamento do compressor) e sua utilização aumenta a eficiência do motor, conseqüentemente diminuindo o consumo de energia.

Quando um capacitor de marcha com capacitância diferente da especificada é utilizado, a eficiência do compressor será menor, resultando em maior consumo de energia.



## CUIDADOS COM OS COMPONENTES ELÉTRICOS



Capacitor de partida



Capacitor de marcha



Protetor térmico tipo T



Protetor térmico tipo RT



Relê PTC



Relê amperométrico



Relê voltimétrico

Os componentes elétricos que podem equipar um compressor são:  
**protetor térmico, relê de partida, capacitor de partida e capacitor de marcha.**

Sendo os componentes elétricos vitais para o bom funcionamento do compressor e garantia da sua vida útil, é essencial que se tomem certos cuidados ao manuseá-los, aplicá-los e estocá-los, conforme seguem algumas instruções:

### Protegê-los de umidade e poeira

A umidade e a poeira podem oxidar e sujar os contatos dos relês e protetores, causando mau contato. Os capacitores podem ter suas características elétricas alteradas pelos efeitos da umidade.

### Não usar ferramentas para inserção ou extração

O uso de ferramentas no manuseio dos componentes elétricos podem danificá-los mecanicamente, causando desde o mau contato nas conexões, até a quebra do corpo e perda de funcionalidade.

### Não tentar ajustá-los

Todos os componentes elétricos são ajustados conforme a sua especificação técnica de projeto. Qualquer tentativa de ajuste comprometerá o seu funcionamento adequado e poderá causar danos ao compressor.

### Conectá-los firmemente sem movimentos laterais

Ao conectar um relê de partida aos terminais S e R do compressor deve-se fazer um movimento firme no sentido perpendicular ao corpo do compressor. Movimentos laterais causam o alargamento do terminal do relê provocando mau contato na conexão e conseqüentemente sua falha.

### Não fazer equivalência sem consultar a engenharia da Tecumseh

Não existe equivalência de componentes elétricos para compressores, pois estes são determinados especificamente para cada modelo de compressor. Nestes casos apenas a referência comercial em HP e tensão não são suficientes para a escolha do componente elétrico correto.

No caso de capacitores, se a capacitância do capacitor de reposição for inferior, a eficiência do motor e a capacidade de partida diminuirão. Se for superior, as correntes e as temperaturas do motor aumentarão. A tensão de isolamento deve ser igual ou maior que a especificada, pois se for menor, o capacitor queimará. Portanto no caso de substituição de capacitores de partida ou marcha, devem ser seguidas as mesmas especificações dos capacitores originais, ou seja, a capacitância ( $\mu\text{F}$ ) e tensão de isolamento (VAC).

## TENSÃO DE PARTIDA

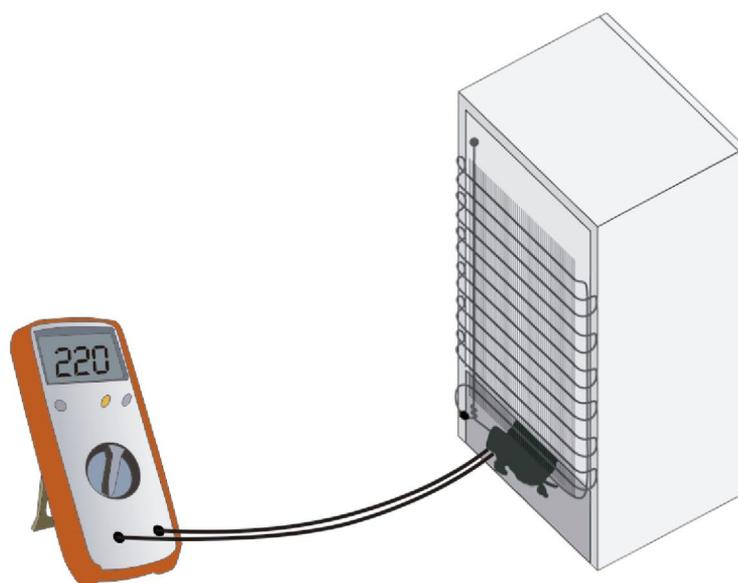
A tensão mínima e máxima de partida de funcionamento de um compressor é determinada medindo-se estes valores diretamente nos terminais do compressor. Desta maneira evitam-se erros de leitura decorrentes da queda de tensão através de cabos, chaves e conexões presentes no circuito elétrico.

Em equipamentos de refrigeração a energia elétrica percorre alguns metros de cabos, interruptores e conexões antes de chegar aos terminais do compressor. Portanto para determinar a tensão que está alimentando o compressor a medição deve ser feita diretamente nos seus terminais, mais especificamente nos terminais comum (C) e marcha (R).

Para se determinar a tensão que alimenta o compressor durante a partida, esta deve ser medida na condição de maior corrente do circuito, o que ocorre exatamente no momento da partida ou quando o compressor não consegue partir (travado).

Para simular esta condição, pode-se forçar uma partida com pressões desequilibradas da seguinte maneira: após o sistema funcionar por alguns minutos, e as pressões estarem desequilibradas, desligar e ligar rapidamente o sistema antes que as pressões tenham se equilibrado. Nesta condição, o compressor terá dificuldade de partir e irá travar momentaneamente. A tensão deve ser medida antes da atuação do protetor térmico.

Em muitos casos, a dificuldade na partida do compressor é devido à utilização de fiação elétrica inadequada (bitola inferior), tanto na rede elétrica do local como na instalação elétrica (chicote) do produto. Esse tipo de configuração, bem como a utilização de acessórios para conectar vários produtos em uma única tomada, geram uma queda de tensão elevada, ou seja, existe uma diferença muito grande entre a tensão nominal fornecida pela concessionária e a tensão nos terminais do compressor.



# VÁCUO

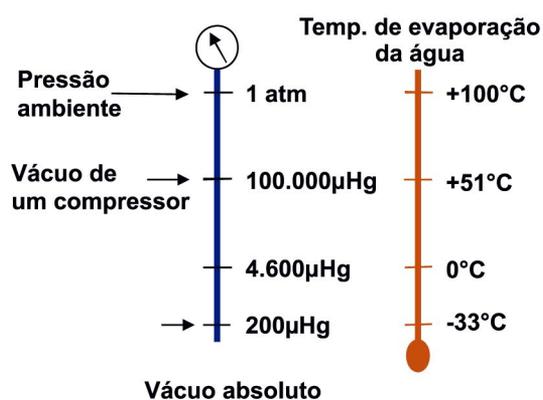
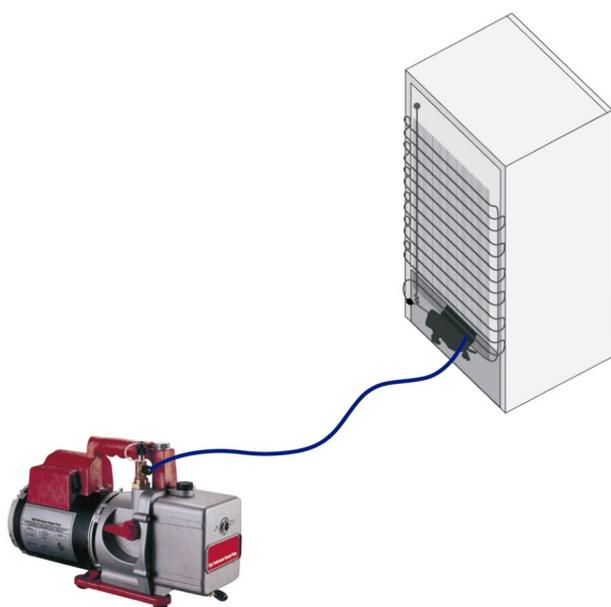
A realização de vácuo em um sistema de refrigeração é um dos procedimentos mais importantes na substituição de um compressor, pois somente através da realização de um vácuo profundo, pode-se garantir:

## Retirada de umidade e de gases não condensáveis do sistema de refrigeração

Ao submeter o interior do sistema a uma baixíssima pressão, a água contida nele irá evaporar (devido a sua baixa temperatura de evaporação à baixa pressão) e sair através da bomba de vácuo. Também neste processo ocorre a eliminação de gases não condensáveis.

Desidratar o sistema é essencial para o seu bom funcionamento, pois assim são evitados problemas como formação de ácidos, corrosão, aumento de pressões e diversos outros.

O vácuo ideal para garantir as condições acima relacionadas é obtido somente com o uso de uma bomba de alto vácuo e quando se atinge uma pressão abaixo de 200 microns (-29,913 pol Hg).



É importante ressaltar que compressores não devem ser utilizados como bomba de vácuo, uma vez que não foram projetados para isso e sim para comprimirem um fluido refrigerante. Além do mais, o nível de vácuo atingido quando se utiliza um compressor é de aproximadamente 100.000 microns, ou seja, bem abaixo do requerido para que toda a umidade do sistema evapore.

A utilização dos chamados “anticongelantes” a base de álcool não é recomendada, pois além de não retirar a umidade, estes produtos reagem com o óleo causando danos ao compressor.

## CARGA DE FLUIDO REFRIGERANTE

A quantidade de fluido refrigerante em um sistema de refrigeração é outro fator determinante na sua manutenção, pois uma carga incorreta pode causar diversos danos, por exemplo, perda de rendimento e desperdício de energia elétrica.

O excesso de carga pode causar diversos problemas como:

### **Pressão de descarga elevada**

Excesso de massa de fluido refrigerante no sistema faz com que a pressão do lado de alta pressão se eleve acima dos valores normais de operação.

### **Superaquecimento do compressor**

Como consequência deste aumento de pressão o motor é mais exigido e aquece mais, causando um aumento na temperatura do fluido refrigerante comprimido.

### **Aumento da pressão de evaporação**

O aumento da pressão de descarga causa o aumento da pressão de sucção e conseqüentemente o aumento da temperatura de evaporação, o que pode ocasionar perda de rendimento do sistema.

### **Retorno de líquido ao compressor**

O excesso de massa de fluido no evaporador pode não ser totalmente evaporada e retornar ao compressor na fase líquida, causando danos às suas partes mecânicas.

### **Carbonização das válvulas e perda de compressão**

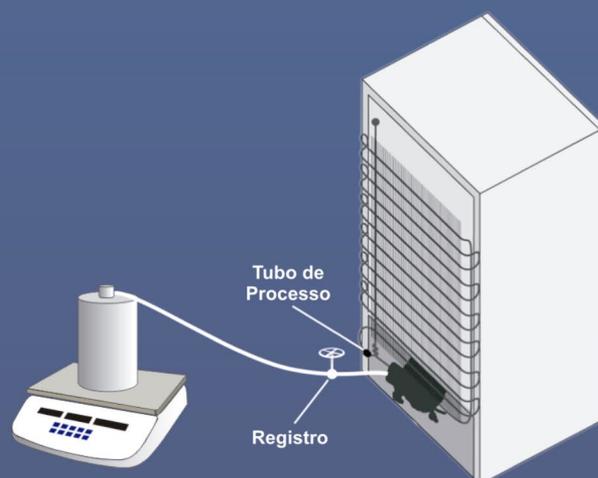
A elevação das temperaturas do compressor pode causar a carbonização do óleo lubrificante no contato deste com os pontos mais quentes, que são as válvulas de sucção e descarga. A massa carbonizada que fica depositada nestas válvulas não permite correta abertura ou fechamento das mesmas, causando perda de compressão e eficiência do compressor.

Para evitar esses problemas é necessário utilizar um procedimento criterioso para garantir a carga correta e obter o melhor desempenho do sistema.

O método de carga mais recomendado e mais utilizado pelas montadoras de produtos de refrigeração é a carga por massa, em gramas de fluido refrigerante. Este método garante que, sob qualquer condição de temperatura e pressão, seja introduzida a quantidade correta de fluido refrigerante no sistema.

Para executar tal método pode-se utilizar um medidor de vazão, cilindro graduado, balança e etc. O método da balança, por ser o mais simples e por necessitar de menores investimentos, será apresentado a seguir. Lembrando que qualquer cilindro de transporte de fluido refrigerante pode ser utilizado e também qualquer modelo de balança desde que:

- A escala possua divisões suficientes para a dosagem correta do refrigerante;
- A capacidade de carga seja compatível com o peso do cilindro;
- Esteja devidamente aferida.



# Procedimento para efetuar carga de refrigerante em um sistema de refrigeração

## Fazer o vácuo no produto através de um registro

Após todo o processo de limpeza do sistema e substituição do compressor, deve-se instalar um registro no tubo de processo do compressor, ou utilizar as mangueiras e registros do manifold para evacuar o sistema, atingindo uma pressão absoluta máxima de 200 microns (-29,913 pol.Hg).

## Conectar o cilindro de refrigerante no registro

Fechar o registro e conectar o cilindro de fluido refrigerante. O registro do cilindro deve ser totalmente aberto para que a mangueira desta conexão permaneça cheia de fluido refrigerante.

## Pesar o cilindro

Neste momento, deve-se colocar o cilindro na balança.

## Calcular o peso final do cilindro após a carga

Subtrair do peso do cilindro, o peso do refrigerante que se quer adicionar ao produto, para se obter o peso final do cilindro após a carga, utilizando a fórmula abaixo:

$$PF = PI - CARGA$$

Onde:

PF = Peso final do cilindro após a carga;

PI = Peso inicial do cilindro, antes de iniciar a carga;

CARGA = Peso do refrigerante que se deseja carregar no produto.

## Abrir o registro até a balança marcar o valor calculado

Mantendo o cilindro na balança, abrir lenta e cuidadosamente o registro do produto, para que o refrigerante seja carregado e observar o marcador da balança. Quando este marcar o valor calculado (PF), fechar o registro do produto e o do cilindro. Fim da operação.

## Exemplo

Supondo que um refrigerador necessite de uma carga do refrigerante de 120g.

Após seguir os procedimentos relacionados acima quanto ao preparo do produto, verifica-se que o cilindro do refrigerante pesa 3950g. Aplicando a fórmula acima se obtém PF= 3830g. Portanto deve-se abrir o registro do produto até a balança marcar 3830g.

# SELEÇÃO DE COMPRESSORES

A fim de selecionar um compressor adequado à aplicação e que atenda a todos os requisitos desejados de desempenho, durabilidade e etc; devem-se verificar diversos parâmetros como:

## Aplicação

De acordo com a temperatura (pressão) de evaporação, pode-se determinar qual a faixa de aplicação do compressor: baixa pressão de evaporação (LBP), média/alta pressão de evaporação (M/HBP) ou alta pressão de evaporação/ar condicionado (HBP/AC).

## Capacidade frigorífica (Btu/h)

A capacidade frigorífica é um dos fatores mais importantes para que se selecione adequadamente um compressor que atenda às necessidades do sistema. Pode ser especificada em Btu/h, Kcal/h ou Watt e é determinada em condições de operação especificadas por norma para cada faixa de aplicação. No Brasil a unidade mais comumente utilizada é o Btu/h.

Tabela de conversão de unidades:

**1 Btu/h = 0,252 Kcal/h**

**1 Btu/h = 0,2928 Watt**

**1 Watt = 0,86 Kcal/h**

**1 Watt = 3,415 Btu/h**

## Fluido refrigerante

Cada modelo de compressor possui características específicas para escolha do tipo de fluido refrigerante, tipo de óleo, cilindrada, dimensionamento do motor, bomba e componentes elétricos.

## Tensão e frequência

É necessário que sejam selecionadas corretamente a tensão e frequência do compressor para que opere em condições adequadas.

## Dimensões

O compressor selecionado deve ter dimensões compatíveis com o produto onde será instalado.



## FAIXAS DE APLICAÇÃO

Os compressores Tecumseh são projetados para apresentar o melhor desempenho dentro de faixas específicas de aplicação. Assim, respeitando estas faixas, se otimiza o uso do compressor, garantindo o seu funcionamento adequado.

A seguir são apresentadas na tabela as faixas de aplicação e seus limites:

FAIXA DE APLICAÇÃO	TEMPERATURA DE EVAPORAÇÃO
Baixa Pressão de Evaporação (LBP)	-34,4°C a -12,2°C
Média/Alta Pressão de Evaporação (MBP/HBP)	-15,0°C a +12,8°C (Compressores AE) -20,0°C a +10,0°C (Compressores TY)
Pressão Comercial de Evaporação (CBP)	-17,8°C a +10,0°C
Alta Pressão de Evaporação / Condicionador de Ar (HBP/AC)	0°C a +12,8°C

A utilização de um compressor fora de sua faixa de aplicação pode resultar nas seguintes consequências:

- Perda de rendimento;
- Superaquecimento;
- Alto consumo de energia;
- Redução drástica da vida útil;
- Perda da capacidade de partida.

## CUIDADOS COM O MANUSEIO DO COMPRESSOR

Apesar de aparentemente robusto deve-se tomar diversos cuidados no seu manuseio, para não danificá-lo e prejudicar seu desempenho.

### Não tombar

Ao tombar o compressor, o óleo contido nele pode entrar pela sucção da bomba e ir para o interior da câmara de compressão. Como o compressor não é projetado para bombear óleo ele pode travar, tendo suas partes mecânicas danificadas ou simplesmente não funcionar.

### Não deixar cair

Uma queda pode danificar o compressor, inutilizando-o ou prejudicando seu funcionamento. Pode também deslocar sua bomba, fazendo com que esta encoste na carcaça resultando em ruído durante o seu funcionamento.

## CUIDADOS COM O MANUSEIO DO COMPRESSOR

### **Não deixar mais do que 15 minutos aberto**

Deixar o compressor sem os plugues de vedação dos tubos conectores por um longo tempo permite que a umidade do ar e a poeira entrem em seu interior, contaminando o óleo e prejudicando seu funcionamento. O óleo Poliol Éster, contido nos compressores para R134a e R404a, é aproximadamente 100 vezes mais higroscópico que os outros tipos de óleos, ou seja, sua capacidade de absorver umidade do ar é muito maior do que os outros tipos de óleos utilizados nos demais compressores.

### **Não fazer teste de bancada**

A realização de teste de bancada para verificar compressão, feito com o tubo conector de sucção aberto, aspirando ar, permite a aspiração de grande quantidade de umidade e poeira para dentro do compressor. Essa umidade e poeira contaminam e prejudicam o seu funcionamento e, além disso, sabe-se que não existe nenhuma relação entre a pressão de descarga alcançada pelo compressor nestas condições e o seu desempenho quando instalado em um sistema de refrigeração.

### **Não endireitar os terminais de conexão elétrica**

Se os terminais de conexão elétrica de um compressor entortarem por qualquer motivo, seja por queda, choque ou outra ocorrência, jamais devem ser endireitados, pois o isolante usado entre o terminal e a carcaça do compressor é o vidro, e este pode trincar no momento em que o terminal entortar, ou no momento de endireitá-lo. Se isto ocorrer, o risco de um acidente é elevado, devido à falha de isolamento e às pressões as quais o compressor é submetido.

### **Não alterar posicionamento dos tubos**

Não se recomenda a manipulação dos tubos de processo, sucção e descarga dos compressores com a finalidade de alterar sua posição. Essa prática pode gerar micro trincas na região de solda entre os tubos e a carcaça e estas podem resultar em vazamento de fluido refrigerante.

## SEQUÊNCIA DA RETIRADA DOS PLUGUES DOS TUBOS DE CONEXÃO

Ao instalar um novo compressor hermético em um sistema de refrigeração, deve-se obedecer a sequência da retirada dos plugues de borracha, para evitar que a parede interna do tubo conector fique impregnada de óleo lubrificante durante o processo de despressurização do compressor, acarretando dificuldade de solda entre o tubo conector com as linhas de sucção e do condensador.

Para compressores herméticos do tipo recíproco, deve-se retirar primeiramente o plugue do conector de descarga e posteriormente os demais (sucção e processo).

Nos compressores do tipo rotativo, deve-se retirar primeiramente o plugue do tubo de sucção (acumulador) e posteriormente o plugue do tubo conector de descarga.

## RECOMENDAÇÕES DA ENGENHARIA DE APLICAÇÃO

PARA OS COMPRESSORES TECUMSEH QUE OPERAM COM OS REFRIGERANTES R-12, R-22, R-502, R-134a, R-404A, R-410A, R-600a e R-290

Num sistema de refrigeração, as condições de temperatura e pressão ao longo do circuito irão determinar o rendimento do sistema e a performance do compressor.

Para preservação da vida útil e otimização da performance do compressor, é necessário que limites de temperatura e pressão sejam respeitados como segue:

TEMPERATURAS DE TRABALHO	
Temperatura de condensação	10 a 13°C acima da temperatura ambiente
Temperatura de sucção	3 a 5°C abaixo da temperatura ambiente
Temperatura de descarga do compressor	Menor ou igual a 120°C
Temperatura da carcaça do compressor	Menor ou igual a 110°C
Temperatura do bobinado do compressor	Menor que 130°C

## Por que respeitar estes limites?

### Temperatura de condensação

Para garantir a troca de calor com o ambiente e respeitar os limites de pressão de descarga recomendados para o compressor.

### Temperatura de sucção

Para evitar o retorno de líquido ao compressor ou aquecimento excessivo do fluido de retorno.

### Temperatura de descarga do compressor

Acima desta temperatura pode ocorrer a carbonização de óleo nas válvulas do compressor, causando obstrução e/ou falha do seu funcionamento.

### Temperatura da carcaça do compressor

Este fator garante que as temperaturas internas do compressor estejam dentro de limites aceitáveis.

### Temperatura do bobinado do compressor

Para garantir eficiência da isolamento dos enrolamentos do motor do compressor.

## MÁXIMAS PRESSÕES RECOMENDADAS DE TRABALHO

FLUÍDO REFRIGERANTE	PRESSÕES MÁXIMAS (psig)		OBSERVAÇÕES
<b>R-12</b>	Pressão de equilíbrio	80 / 80	Aplicação: LBP *
	Pressão de pico (descarga)	260	
	Pressão de descarga estabilizada	212	
<b>R-22</b>	Pressão de equilíbrio	170 / 170	Aplicação: HBP ** (Condicionadores de Ar)
	Pressão de pico (descarga)	440	
	Pressão de descarga estabilizada	400	
<b>R-134a</b>	Pressão de equilíbrio	85 / 85	Aplicação: LBP *
	Pressão de pico (descarga)	290	
	Pressão de descarga estabilizada	230	
<b>R-600a</b>	Pressão de equilíbrio	58 / 58	Aplicação: LBP *
	Pressão de pico (descarga)	145	
	Pressão de descarga estabilizada	113	
<b>R-404A</b>	Pressão de equilíbrio	205 / 205	Aplicação: LBP *
	Pressão de pico (descarga)	455	
	Pressão de descarga estabilizada	400	
<b>R-290</b>	Pressão de equilíbrio	128 / 128	Aplicação: LBP *
	Pressão de pico (descarga)	360	
	Pressão de descarga estabilizada	290	
<b>R-410A</b>	Pressão de equilíbrio	263 / 263	Aplicação: HBP ** (Condicionadores de Ar)
	Pressão de pico (descarga)	750	
	Pressão de descarga estabilizada	608	

\* Valores recomendados considerando temperatura ambiente de 43°C.

\*\* Valores recomendados considerando temperatura ambiente de 32°C.

Os valores apresentados na tabela anterior são os limites máximos em que os compressores Tecumseh podem operar. Em condições normais de funcionamento, para a grande maioria das aplicações, as pressões verificadas serão menores que estes valores mencionados.

## Por que respeitar estes limites?

### Pressão de equilíbrio

Para garantir a partida do compressor. Pressões de equilíbrio elevadas impedem a partida do compressor. Estes valores são válidos para aplicações com tubo capilar, em que se prevê a equalização das pressões antes da partida do compressor.

### Pressão de pico (descarga)

Para que o compressor seja capaz de passar por esta condição sem ultrapassar seus limites de carga.

### Pressão de descarga estabilizada

Limite de pressão de trabalho que garante a durabilidade do compressor, evitando o desgaste prematuro de suas partes móveis.

## Problemas que podem ser ocasionados ao compressor quando submetido a condições fora de seus limites de funcionamento

Todos os compressores produzidos na Tecumseh são testados e aprovados nos limites recomendados para a faixa de operação, simulando diversas possibilidades de aplicação, garantindo ao seus produtos um funcionamento com eficiência, qualidade e longa vida útil.

Ao ser aplicado em um sistema de refrigeração o compressor irá interagir não somente entre si, mas com o meio que será instalado, estabelecendo assim uma nova condição de funcionamento que quando utilizado dentro dos limites do compressor, o resultado é a excelente eficiência e rendimento, associado a uma longa vida útil.

Os exemplos a seguir mostram algumas consequências ocorridas quando o compressor é submetido a condições que ultrapassam os limites de aplicação, ocasionando mal funcionamento, falhas e até danos irreparáveis ao compressor.

## FALHAS ELÉTRICAS

Verifica-se que na **figura 01** houve o derretimento da isolação e posteriormente a queima do motor elétrico do compressor. Alguns fatores detectados que podem ter ocasionado este defeito são:



Figura 01

- Utilização de componentes elétricos fora do especificado pela Tecumseh, acarreta alteração das faixas de proteção do compressor. Nesta condição, os parâmetros elétricos e térmicos do motor sofrem alterações, podendo ocasionar o comprometimento da isolação elétrica dos enrolamentos.

- A queda de uma das fases da rede elétrica de alimentação faz com que o compressor não tenha torque suficiente para partir ou manter-se operando. Desta forma, os enrolamentos do motor elétrico ficam energizados com baixa tensão, ocasionando um aquecimento excessivo e queima do motor elétrico do compressor.

Todos os componentes elétricos utilizados nos compressores Tecumseh são criteriosamente testados em laboratório e avaliados pela engenharia para garantir a correta proteção, evitando assim problemas decorrentes da aplicação fora dos limites. Por esta razão, NUNCA substitua os componentes elétricos por outros que não sejam EXATAMENTE os especificados.

## DANOS NAS VÁLVULAS DE SUÇÃO E DESCARGA

O sistema de refrigeração deve estar isento de resíduos sólidos (respingo de solda, cavacos metálicos, etc.), pois a presença destes resíduos irá circular pelo sistema durante o funcionamento do produto e em algum momento irá circular pelo sistema mecânico do compressor, comprometendo os mancais e o bombeamento do fluido refrigerante.

As figuras abaixo mostram a falha ocorrida na válvula de sucção do sistema de compressão:

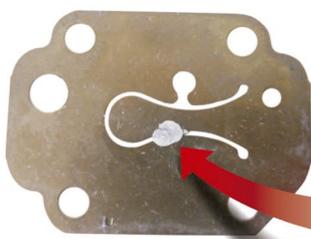


Figura 01

Na **figura 01**, verifica-se que o resíduo está impedindo a abertura da lâmina de sucção, o que impossibilita a entrada do refrigerante na câmara de compressão, ocasionando falha no bombeamento e compressão do fluido refrigerante no sistema.

Na **figura 02**, demonstra-se que o resíduo sólido ficou alojado na válvula de descarga de forma a manter sempre aberto, ocasionando falha na compressão do refrigerante.



Figura 02

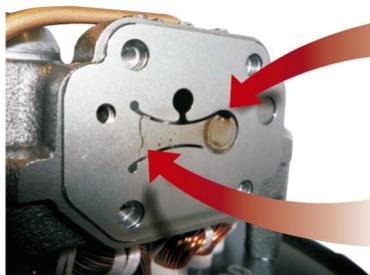


Figura 03

Na **figura 03**, o resíduo entrou na câmara de compressão e foi comprimido pelo pistão contra a válvula de sucção, ocasionando a quebra deste componente. Como consequência, o mecanismo de bombeamento fica totalmente comprometido (não comprime o refrigerante).

■ Para evitar este tipo de problema, deve-se tomar cuidados especiais referentes a limpeza do sistema de refrigeração, principalmente no lado de baixa pressão, pois como não há filtro neste percurso o resíduo sólido irá entrar diretamente no compressor gerando os riscos acima descrito.

■ Outro fator que pode gerar este tipo de falha é quando a câmara de compressão fica inundada com óleo lubrificante, como os compressores são projetados para comprimir somente elementos gasosos, haverá danos na válvula de sucção. Este tipo de problema está relacionado ao manuseio e transporte incorreto do compressor. Caso incline o compressor para o mesmo lado onde está a entrada da sucção, o óleo lubrificante contido no compressor entrará na mufla de sucção, e quando o compressor for ligado, ocorrerá aspiração do óleo para dentro da câmara de compressão, danificando definitivamente o compressor.

Para evitar erro no manuseio e transporte do compressor, favor verificar as posições permitidas no catálogo da Tecumseh ou através do site [www.tecumseh.com.br](http://www.tecumseh.com.br)

## VÁLVULA DE DESCARGA DANIFICADA POR ALTA PRESSÃO E TEMPERATURA

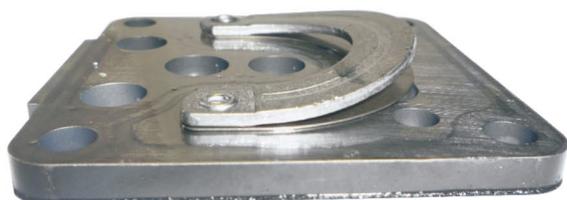
Quando o sistema de refrigeração opera em condições (pressão e temperatura) acima dos limites recomendados pela engenharia de aplicação da Tecumseh, ocorrerá a carbonização do óleo, obstruindo o funcionamento da válvula de descarga, impedindo a abertura e o fechamento correto durante o ciclo de compressão de descarga.

### AS CAUSAS QUE PODEM GERAR ESTE TIPO DE FALHA SÃO:

- a. Dificuldade da troca térmica do Condensador com o ambiente, proveniente da falta de limpeza, bloqueio ou falha do motor-ventilador (quando especificado).
- b. Excesso da carga de refrigerante no sistema de refrigeração.

Na condição acima, pode ocorrer danos nos outros componentes mecânicos (eixo, biela, cilindro, etc.) e no motor elétrico.

## PLACA VÁLVULA DE DESCARGA NORMAL E CARBONIZADA



Normal

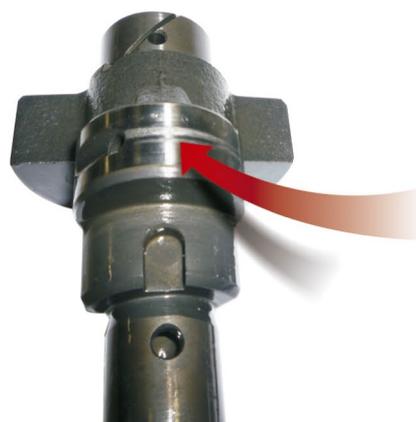


Carbonizada

## EIXO NORMAL E COM DESGASTE



Normal



Com desgaste

## MOTOR ELÉTRICO NORMAL E COM ISOLAÇÃO COMPROMETIDA “MASSA”



Normal



Isolação comprometida



## UMIDADE DENTRO DO COMPRESSOR

Em qualquer sistema de refrigeração, antes de efetuar a carga do refrigerante, deve-se fazer a evacuação utilizando uma bomba de vácuo para remoção da umidade e gases não condensáveis.

Caso contrário, a presença da umidade no sistema de refrigeração irá gerar corrosão nos componentes mecânicos e falha de isolação elétrica no motor.

## COMPRESSOR (SEM A TAMPA) NA CONDIÇÃO NORMAL E COM CORROSÃO



Normal



Com corrosão

**TECUMSEH DO BRASIL LTDA.**



*Tecumseh*

TECUMSEH DO BRASIL LTDA.  
Rua Wesley Herrick, 700 | Jardim Jockey Club  
São Carlos - SP | CEP 13565 090  
**Telefone** (55 16) 3363 7000  
**Fax** (55 16) 3363 7219  
**Site** [www.tecumseh.com.br](http://www.tecumseh.com.br)  
**E-mail** [marketing@tecumseh.com](mailto:marketing@tecumseh.com)



**TECUMSEH DO BRASIL LTDA.**

Rua Wesley Herrick, 700 | Jardim Jockey Club | São Carlos - SP | CEP 13565 090

Tel (55 16) 3363 7000 Fax (55 16) 3363 7219 E-mail [marketing@tecumseh.com](mailto:marketing@tecumseh.com)

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