

**FIRJAN**

**CIRJ**

**SESI**

**SENAI**

**IEL**

# **MECÂNICO DE REFRIGERAÇÃO DOMICILIAR**

**Princípios básicos de manutenção:  
Refrigeradores / Congeladores  
Bebedouros  
Condicionadores de ar**

**versão preliminar**





# **MECÂNICO DE REFRIGERAÇÃO DOMICILIAR**

**Princípios básicos de manutenção:  
Refrigeradores / Congeladores  
Bebedouros  
Condicionadores de ar**

versão preliminar



FIRJAN–Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro

**Eduardo Eugenio Gouvêa Vieira**

*Presidente*

Diretoria Corporativa Operacional

**Augusto Cesar Franco de Alencar**

*Diretor*

SENAI–Rio de Janeiro

**Paulo Roberto Gaspar Domingues**

*Diretor Regional*

Diretoria de Educação

**Regina Maria de Fátima Torres**

*Diretora*

# **MECÂNICO DE REFRIGERAÇÃO DOMICILIAR**

**Princípios básicos de manutenção:  
Refrigeradores / Congeladores  
Bebedouros  
Condicionadores de ar**

versão preliminar



Mecânico de refrigeração domiciliar  
2002  
SENAI — Rio de Janeiro  
Diretoria de Educação

## Ficha Técnica

---

Gerência de Educação Profissional	Luis Roberto Arruda
Gerência de Produto	Darci Pereira Garios
Produção Editorial	Vera Regina Costa Abreu
Pesquisa de Conteúdo e Redação	Eduardo Renato da Costa Dantas Machado
Revisão Pedagógica	Maria Angela Calvão da Silva
Revisão Gramatical e Editorial	Maria Angela Calvão da Silva
Revisão Técnica	Antônio Joaquim Pereira Sobrinho Rui André Lichtenfels
Projeto Gráfico	Artae Design & Criação

Edição revista do material Mecânico de refrigeração domiciliar, Centro de Tecnologia Euvaldo Lodi, 1999.
--

Material para fins didáticos. Propriedade do SENAI-RJ. Reprodução, total ou parcial, sob expressa autorização.

SENAI – Rio de Janeiro  
GEP – Gerência de Educação Profissional  
Rua Mariz e Barros, 678 – Tijuca  
20270-002 – Rio de Janeiro – RJ  
Tel.: (0xx21)2587-1117  
Fax: (0xx21)2254-2884  
<http://www.rj.senai.br>

# Sumário

1  
2

<b>Apresentação .....</b>	<b>9</b>
<b>Uma palavra inicial .....</b>	<b>11</b>
<b>Introdução .....</b>	<b>15</b>
<b>Princípios básicos de manutenção .....</b>	<b>19</b>
Refrigeradores / Congeladores .....	21
Bebedouros .....	66
Condicionadores de ar .....	75
<b>Bibliografia .....</b>	<b>117</b>







# Apresentação

A dinâmica social dos tempos de globalização exige dos profissionais atualização constante. Mesmo as áreas tecnológicas de ponta ficam obsoletas em ciclos cada vez mais curtos, trazendo desafios que são renovados a cada dia e tendo como consequência para a educação a necessidade de encontrar novas e rápidas respostas.

Nesse cenário impõe-se a educação continuada, exigindo que os profissionais busquem atualização constante, durante toda a vida; e os docentes e alunos do SENAI / RJ incluem-se nessas novas demandas sociais.

É preciso, pois, promover, tanto para docentes como para alunos da Educação Profissional, as condições que propiciem o desenvolvimento de novas formas de ensinar e de aprender, favorecendo o trabalho de equipe, a pesquisa, a iniciativa e a criatividade, entre outros, ampliando suas possibilidades de atuar com autonomia, de forma competente.

O mecânico em refrigeração, além de possuir as habilidades específicas para a atuação nessa área, deve dominar matérias como a Matemática e a Física.

Este material apresenta, o mais detalhadamente possível, as particularidades dos refrigeradores e congeladores para uso doméstico; a utilização adequada desses aparelhos, bem como os cuidados indispensáveis à sua eficiência, seu funcionamento e manutenção. Os defeitos mais comuns, suas possíveis causas e as possibilidades de correção, para restabelecer, com total segurança e brevidade, o pleno funcionamento do aparelho.

Logo, é indispensável que este material didático - pedagógico seja lido e estudado com toda atenção, interesse e aplicação, a fim de que todas as fases do trabalho sejam conhecidas e experienciadas pelo aluno.





# Uma palavra inicial

Meio ambiente...

Saúde e segurança no trabalho...

O que é que nós temos a ver com isso?

Antes de iniciarmos o estudo deste material, há dois pontos que merecem destaque: a relação entre o processo produtivo e o meio ambiente e a questão da saúde e segurança no trabalho.

As indústrias e os negócios são a base da economia moderna. Produzem os bens e serviços necessários e dão acesso a emprego e renda; mas, para atender a essas necessidades, precisam usar recursos e matérias-primas. Os impactos no meio ambiente muito frequentemente decorrem do tipo de indústria existente no local, do que ela produz e, principalmente, de como produz.

É preciso entender que todas as atividades humanas transformam o ambiente. Estamos sempre retirando materiais da natureza, transformando-os e depois jogando o que "sobra" de volta ao ambiente natural. Ao retirar do meio ambiente os materiais necessários para produzir bens, altera-se o equilíbrio dos ecossistemas e arrisca-se ao esgotamento de diversos recursos naturais que não são renováveis ou, quando o são, têm sua renovação prejudicada pela velocidade da extração, superior à capacidade da natureza para se recompor. É necessário fazer planos de curto e longo prazo, para diminuir os impactos que o processo produtivo causa na natureza. Além disso, as indústrias precisam se preocupar com a recomposição da paisagem e ter em mente a saúde dos seus trabalhadores e da população que vive ao redor dessas indústrias.

Com o crescimento da industrialização e a sua concentração em determinadas áreas, o problema da poluição aumentou e se intensificou. A questão da poluição do ar e da água é bastante complexa, pois as emissões poluentes se espalham de um ponto fixo para uma grande região, dependendo dos ventos, do curso da água e das demais condições ambientais, tornando difícil localizar, com precisão, a origem do problema. No entanto, é importante repetir que, quando as indústrias depositam no solo os resíduos, quando lançam efluentes sem tratamento em rios, lagoas e demais corpos hídricos, causam danos ao meio ambiente.

O uso indiscriminado dos recursos naturais e a contínua acumulação de lixo mostram a falha básica de nosso sistema produtivo: ele opera em linha reta. Extraem-se as matérias-primas através de processos



de produção desperdiçadores e que produzem subprodutos tóxicos. Fabricam-se produtos de utilidade limitada que, finalmente, viram lixo que se acumula nos aterros. Produzir, consumir e dispensar bens desta forma, obviamente, não é sustentável.

Enquanto os resíduos naturais (que não podem, propriamente, ser chamados de "lixo") são absorvidos e reaproveitados pela natureza, a maioria dos resíduos deixados pelas indústrias não tem aproveitamento para qualquer espécie de organismo vivo e, para alguns, pode até ser fatal. O meio ambiente pode absorver resíduos, redistribuí-los e transformá-los. Mas, da mesma forma que a Terra possui uma capacidade limitada de produzir recursos renováveis, sua capacidade de receber resíduos também é restrita, e a de receber resíduos tóxicos praticamente não existe.

Ganha força, atualmente, a idéia de que as empresas devem ter procedimentos éticos que considerem a preservação do ambiente como uma parte de sua missão. Isto quer dizer que se devem adotar práticas que incluam tal preocupação, introduzindo processos que reduzam o uso de matérias-primas e energia, diminuam os resíduos e impeçam a poluição.

Cada indústria tem suas próprias características e já sabemos que a conservação de recursos é importante. Deve haver crescente preocupação com a qualidade, durabilidade, possibilidade de conserto e vida útil dos produtos.

As empresas precisam não só continuar reduzindo a poluição, como também buscar novas formas de economizar energia, melhorar os efluentes, reduzir a poluição, o lixo, o uso de matérias-primas. Reciclar e conservar energia são atitudes essenciais no mundo contemporâneo.

É difícil ter uma visão única que seja útil para todas as empresas. Cada uma enfrenta desafios diferentes e pode se beneficiar de sua própria visão de futuro. Ao olhar para o futuro, nós (o público, as empresas, as cidades e as nações) podemos decidir quais alternativas são mais desejáveis e trabalhar com elas.

Infelizmente, tanto os indivíduos quanto as instituições só mudarão as suas práticas quando acreditarem que seu novo comportamento lhes trará benefícios - sejam estes financeiros, para sua reputação ou para sua segurança.

A mudança nos hábitos não é uma coisa que possa ser imposta. Deve ser uma escolha de pessoas bem-informadas a favor de bens e serviços sustentáveis. A tarefa é criar condições que melhorem a capacidade de as pessoas escolherem, usarem e disporem de bens e serviços de forma sustentável.

Além dos impactos causados na natureza, diversos são os malefícios à saúde humana provocados pela poluição do ar, dos rios e mares, assim como são inerentes aos processos produtivos alguns riscos à saúde e à segurança do trabalhador. Atualmente, acidente de trabalho é uma questão que preocupa os empregadores, empregados e governantes, e as consequências acabam afetando a todos.

De um lado, é necessário que os trabalhadores adotem um comportamento seguro no trabalho, usando os equipamentos de proteção individual e coletiva; de outro, cabe aos empregadores prover a empresa com esses equipamentos, orientar quanto ao seu uso, fiscalizar as condições da cadeia produtiva e a adequação dos equipamentos de proteção.



A redução do número de acidentes só será possível à medida que cada um - trabalhador, patrão e governo - assuma, em todas as situações, atitudes preventivas, capazes de resguardar a segurança de todos.

Deve-se considerar, também, que cada indústria possui um sistema produtivo próprio, e, portanto, é necessário analisá-lo em sua especificidade, para determinar seu impacto sobre o meio ambiente, sobre a saúde e os riscos que o sistema oferece à segurança dos trabalhadores, propondo alternativas que possam levar à melhoria de condições de vida para todos.

Da conscientização, partimos para a ação: cresce, cada vez mais, o número de países, empresas e indivíduos que, já estando conscientizados acerca dessas questões, vêm desenvolvendo ações que contribuem para proteger o meio ambiente e cuidar da nossa saúde. Mas isso ainda não é suficiente... faz-se preciso ampliar tais ações, e a educação é um valioso recurso que pode e deve ser usado em tal direção. Assim, iniciamos este material conversando com você sobre o meio ambiente, saúde e segurança no trabalho, lembrando que, no seu exercício profissional diário, você deve agir de forma harmoniosa com o ambiente, zelando também pela segurança e saúde de todos no trabalho.

Tente responder à pergunta que inicia este texto: meio ambiente, a saúde e a segurança no trabalho — o que é que eu tenho a ver com isso? Depois, é partir para a ação. Cada um de nós é responsável. Vamos fazer a nossa parte?



# Introdução







# Introdução

Nos últimos anos, a refrigeração passou a ser um elemento indispensável na área doméstica e, principalmente, na área comercial. A questão do conforto transformou-se em elemento fundamental, tornando os condicionadores de ar e bebedouros indispensáveis para o bem estar dos clientes e colaboradores de uma Empresa.

Os princípios básicos necessários à manutenção de refrigeradores, bebedouros e condicionadores de ar foram aprendidos nos fascículos anteriores. A partir de agora, serão estudadas as particularidades desses aparelhos.



# **Princípios básicos de manutenção**

**Nesta seção...**

Refrigeradores / Congeladores ◀

Bebedouros ◀

Condicionadores de ar ◀





# Refrigeradores / Congeladores

Na prática profissional orientada pelo Docente, serão aprofundados os conhecimentos e habilidades necessários ao Mecânico de Refrigeração.

Os assuntos a serem tratados neste capítulo são, basicamente: unidade selada e seus componentes, gases de refrigeração, principais defeitos do equipamento e suas soluções.

## Unidade selada

Compõe-se de compressor hermético, condensador, filtro, tubo capilar, evaporador e tubo de sucção. Considera-se selada por serem as partes soldadas entre si, não permitindo fugas de óleo ou refrigerante.



Fig. 1



Os ciclos de refrigeração a compressão simples são uma execução prática, consistindo em quatro elementos fundamentais: o compressor, que succiona os vapores do evaporador, comprimindo-o até a pressão de condensação do refrigerante utilizado; o condensador, onde o refrigerante se condensa, rejeitando calor; o capilar, que promove a queda da pressão necessária a ser atingida no evaporador, onde a evaporação do refrigerante absorve calor da câmara.

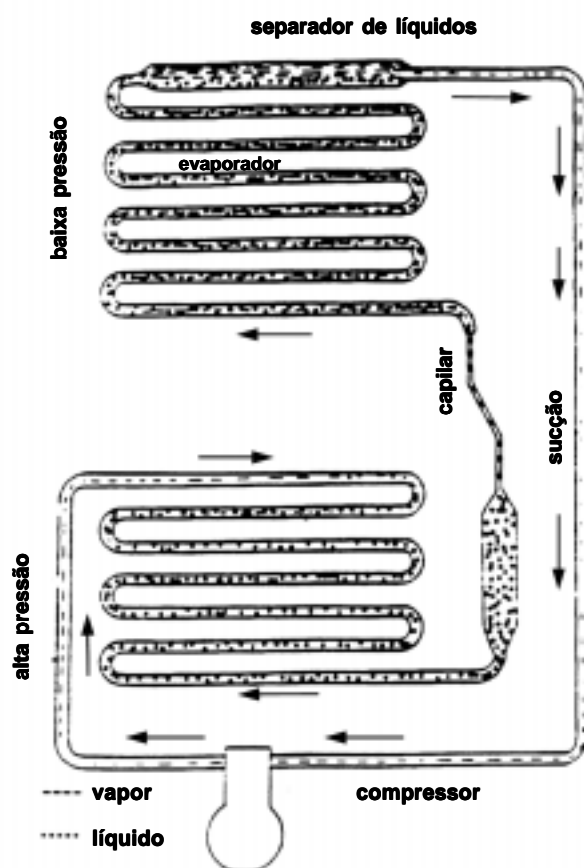


Fig. 2



## Diagrama do conjunto selado

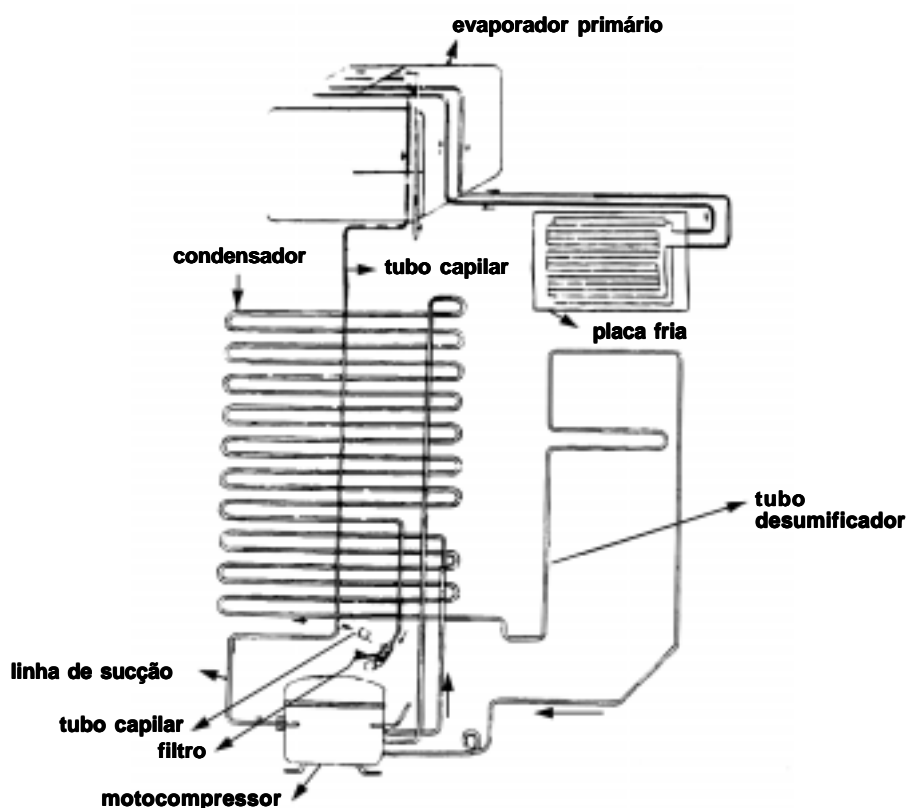


Fig. 3

## Tubos que interligam os componentes

### Tubos capilares

Durante os últimos anos, em consequência de sua simplicidade e reduzido custo, generalizou-se o uso do tubo capilar como dispositivo regulador de refrigerante nos sistemas dotados de unidades seladas.

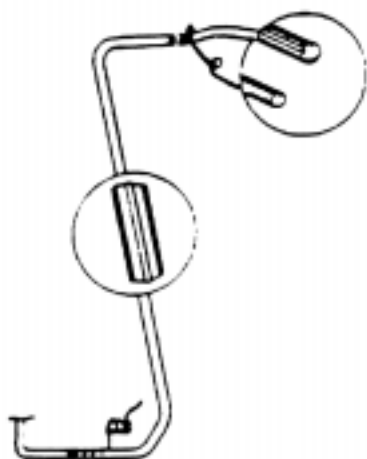
Apesar de sua simplicidade, devem ser tomados cuidados na sua instalação para a obtenção de bons resultados, principalmente quando se trata de mudar qualquer sistema para tubo capilar; a não ser que se conheçam bem todos os seus elementos, tais como pressão, vazão, etc.



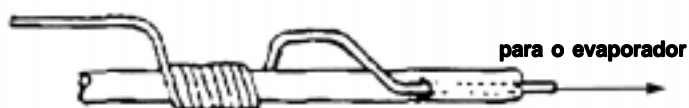
Fig. 4



O capilar é um tubo de pequeno diâmetro que se usa no lado de alta pressão e que geralmente vem interno ou soldado à tubulação da sucção, para um intercâmbio de calor.



**Fig. 5**



**Fig. 6**

A queda de pressão necessária para o sistema é causada pelo comprimento do tubo, que obriga o refrigerante a perder pressão, e seu pequeno diâmetro regula a vazão do líquido. O tubo capilar não contém peças móveis, o que é uma grande vantagem, e é empregado simplesmente como tubo de líquido.

Outra vantagem desse tubo consiste no equilíbrio de pressão que ele oferece quando o compressor pára, permitindo a este dar partida sem sobrecarga. Além disso, a carga do fluido refrigerante é mais reduzida e emprega-se no motor com pequeno arranque (mais econômico), simplificando-se o sistema elétrico.

O tubo capilar deve conservar a alta pressão do líquido para que o refrigerante permaneça em estado líquido e, ao mesmo tempo, admitir o refrigerante no evaporador.

Deve-se, também, regular a quantidade de líquido admitido no evaporador, para que este seja inundado em seu todo. Isto permite uma grande remoção de calor do interior do refrigerador que, assim, opera com a máxima eficiência.

### **Tubo de descarga**

É geralmente feito de um tubo de cobre que recebe o refrigerante bombeado pelo compressor, de onde sai comprimido no estado gasoso e com temperatura bem acima da temperatura ambiente. Liga-se do compressor à parte superior do condensador, por onde entra o vapor do refrigerante.





### Tubo de baixa ou tubo de sucção

O tubo de baixa ou tubo de sucção é fabricado de tubo de cobre e liga a saída do evaporador à entrada do compressor. Através do tubo de baixa, circula o refrigerante no estado de vapor e sua secção é maior que a secção do tubo de descarga. Secadores, desidradores e filtros são dispositivos que se introduzem na linha de alta no sistema de refrigeração, para eliminar vapores de água e reter a sujeira da tubulação.

São fabricados com uma tela de malha fina de latão ou um cilindro de bronze poroso, alojado em um tubo de cobre, soldado entre a saída do condensador e a entrada do capilar. Vapores de água, umidade e sujeira são as causas de muitos aborrecimentos ocasionados por sistemas de refrigeração que não foram previamente limpos e desidratados. A eliminação da umidade ou a redução da mesma a um mínimo possível é muito importante, e até essencial, para que o sistema funcione satisfatoriamente.

São constituídos por um invólucro metálico, com diâmetro de entrada e saída predeterminado, contendo em seu interior um elemento absorvente, moléculas "seeves" (zeolite), sílica gel, etc.



Fig. 7



Fig. 8

Todos os dessecantes possuem grande poder de absorção de umidade. Por isso, devem ser protegidos, antes de usados, contra a umidade contida no ar externo. Devem ser guardados em invólucros impermeáveis.

### Compressor

O compressor é um dos componentes do sistema de refrigeração a compressão. É o componente de custo mais elevado e considerado o coração do sistema.

A função determinante do compressor no sistema de refrigeração é o bombeamento de um certo fluxo de massa de refrigerante no mesmo, o qual, por transformações termodinâmicas, comandadas pelos fenômenos de expansão e compressão, ora evapora-se, ora condensa-se, como explicado a seguir.

- 1 - O compressor aspira a baixa pressão do evaporador e, através de seu elemento de compressão, comprime essa quantidade de vapor aspirada. Não há mudança de estado durante o processo de compressão e todo o calor resultante do trabalho de compressão se transfere para o refrigerante. Após a compressão o refrigerante, agora na forma de gás a alta pressão, é superaquecido e descarregado para o condensador, onde inicia um processo de perda de calor



(calor esse absorvido na evaporação e resultante do trabalho de compressão); ao atingir a temperatura de condensação, este forma uma mudança de estado, vapor para líquido (condensação) e o condensado resfria-se até atingir a temperatura ambiente.

- 2 - O refrigerante líquido, subresfriado, passa por um dispositivo de expansão (válvula de expansão ou tubo capilar); expande-se na entrada do evaporador, causando queda de pressão e, conseqüentemente, nova mudança de estado do refrigerante, de líquido para gasoso, absorvendo calor da câmara de refrigeração. O refrigerante, agora na forma de vapor a baixa pressão, novamente passa a ser succionado pelo compressor, iniciando-se novo ciclo.

### **Tipos de compressores**

Quanto ao acoplamento com o motor, os compressores podem ser classificados como:

- aberto;
- semi-aberto;
- hermético.

#### **Compressor aberto**

Neste caso, o motor comanda o compressor através de correias. O eixo do compressor atravessa sua carcaça e um selo de vedação (mais conhecido como sanfona) impede que o gás e o óleo vazem através da passagem do eixo. Esse tipo de acoplamento foi muito usado no passado, mesmo em aplicações em refrigeração doméstica. Ele cedeu lugar para os compressores herméticos.

Suas desvantagens em relação aos compressores herméticos são:

- maior peso para a mesma potência;
- maior custo de fabricação;
- maior custo de manutenção;
- problema de alinhamento do eixo;
- maior nível de ruído;
- mais sujeito a vazamentos (pelo selo de vedação).

#### **Compressor semi-hermético**

É acionado pelo motor, acoplado diretamente ao eixo do compressor, ficando o conjunto motor e compressor encerrados em uma só carcaça; esta possui tampas de acesso ao motor e ao compressor, vedadas por gaxetas especiais e parafusadas à carcaça, para facilitar eventuais reparos no local de instalação.



### **Compressores herméticos ou selados**

Foi uma grande vitória das indústrias de compressores no sentido de reduzir:

- o custo de fabricação;
- o custo de manutenção (já conseguida, em parte, com os compressores semi-herméticos);
- o nível de ruído;
- o tamanho.

Além disso, melhorou sua aparência. Nos projetos de instalação de unidades frigoríficas modernas, dá-se preferência aos compressores herméticos. O motor elétrico, como nos compressores semi-herméticos, é acoplado diretamente à bomba compressora, e o conjunto é montado no interior de uma carcaça, cujo fechamento é feito com solda, não permitindo qualquer acesso às suas partes internas no local da instalação.

Quanto à maneira como se realiza a compressão, os compressores se dividem em:

- centrífugos;
- rotativos;
- alternativos.

### **Compressores centrífugos**

São usados em grandes instalações (50 a 300 toneladas) e nos grandes sistemas de condicionamento de ar. São compressores requeridos para grandes deslocamentos volumétricos e compressão moderada. Foram fabricados em escala comercial a partir de 1920. São semelhantes às bombas centrífugas e giram à velocidade de 3000 a 8000 rpm.

### **Compressores rotativos**

São muito comuns em refrigeração doméstica, onde as potências requeridas são fração de CV. Contudo, nos sistemas de baixa pressão ou no caso dos sistemas de duas etapas, como compressor auxiliar, são também empregados com potências que vão a dezenas de CV.

### **Compressores alternativos**

O compressor alternativo é o tipo mais amplamente usado, sendo empregado em todos os campos de refrigeração. Ele é especialmente adaptável para o uso com refrigerantes que requerem deslocamento relativamente pequeno e com condensação a pressões relativamente altas. Entre os refrigerantes



extensivamente usados com compressores alternativos estão os refrigerantes 12, 22, 500, 717 (amônia) e 134a.

Dedicamos maior atenção aos compressores herméticos, por serem os mais empregados em sistemas de refrigeração doméstica.

Esse compressor é constituído, basicamente, de uma bomba compressora, na qual é acoplado um motor na potência requerida, sendo o conjunto bomba-motor encerrado em uma carcaça de aço, fechada hermeticamente por um cordão de solda, através da qual permitem-se adequadas ligações elétricas e da tubulação do sistema de refrigeração.

A bomba compressora é constituída pela estrutura principal, geralmente denominada corpo do compressor ou carter, onde já se encontra o cilindro, pistão, biela, pino, silenciadores de entrada e saída, regulador de óleo, filtro de óleo, bomba de óleo, válvula de admissão e descarga, e virabrequim, comum ao motor.

O motor é constituído pelo estator (enrolamentos de fio de cobre ou de alumínio isolados e núcleo de aço) e pelo rotor.

O estator é fixado ao corpo do compressor através de parafusos. O rotor é acoplado diretamente ao virabrequim comum ao compressor, e este comanda o movimento do pistão através da biela e pino.

O movimento circular do rotor e, portanto, do virabrequim, se transforma em movimento alternativo do pistão dentro do cilindro, de tal modo que em uma volta completa o pistão faz um movimento de "vem", chamado de curso de aspiração, no qual é aspirado gás, e um movimento de "vai", chamado de curso de compressão, no qual o gás é comprimido e descarregado para a câmara de descarga do compressor. Caso o compressor seja multicilíndrico, ou seja, tenha mais de um cilindro, cada um dos pistões fará esses dois movimentos.

Os motores acoplados às bombas compressoras são de 1/12CV a 1/2 CV, para compressores a serem aplicados em refrigeradores; e de 1/2 CV a 2 CV, para compressores a serem aplicados em aparelhos de ar condicionado de conforto (unitários). Esses motores são fabricados para funcionarem em redes elétricas de 115V ou 220V, 50Hz ou 60Hz. Podem ser de quatro pólos (1.450 rpm em 50 Hz e 1.759 rpm em 60Hz) ou de dois pólos (2.900 rpm em 50 Hz e 3.500 rpm em 60 Hz).

### **Funcionamento dos compressores**

Conforme o pistão se move, desde a frente do cilindro durante o curso de aspiração, a pressão do interior do cilindro vai se reduzindo, e quando esta se torna menor do que a pressão da linha de sucção, a válvula de admissão do compressor se abre, admitindo o vapor de baixa pressão da tubulação. Este gás flui pelo conector de sucção, atinge o interior da carcaça do compressor, passa através dos enrolamentos elétricos do motor, resfriando-os; penetra no silenciador de entrada, na câmara de sucção, passa pela válvula de admissão e daí para o interior do cilindro. O vapor é admitido até o pistão alcançar o ponto inferior, chamado ponto morto inferior, enchendo todo o cilindro de vapor.

Começa, então, o curso de compressão, onde o volume do vapor vai se reduzindo e a pressão aumentando, até atingir a pressão da linha de descarga do compressor. Neste instante, a válvula de



descarga se abre, dando passagem ao refrigerante. O pistão continua seu curso de compressão até alcançar novamente a frente do cilindro, ponto este chamado de ponto morto superior quando, então, terá sido descarregado o máximo de vapor refrigerante comprimido. O gás comprimido passa pela válvula de descarga, pelas câmaras silenciadoras e de descarga, pela tubulação interna de descarga e daí para o condensador. Inicia-se novo curso de aspiração e o ciclo do compressor alternativo se repetirá.

As válvulas de sucção e de descarga deverão ficar bem assentadas na placa de válvulas, onde são montadas, para se evitar vazamentos quando as mesmas se fecham; o contrário resultaria em bombeamento deficiente do compressor e, conseqüentemente, queda de seu rendimento volumétrico.

É de suma importância que o circuito de refrigeração permaneça limpo e seco, para evitar que alguma sujeira ou corrosão impeça a vedação entre as válvulas e seus assentos na placa, e prejudique o deslocamento volumétrico do compressor.

### **Deslocamento volumétrico teórico do compressor alternativo**

Como dissemos anteriormente, em uma volta do rotor cada pistão executará um movimento de "vem" (curso de aspiração) e um movimento de "vai" (curso de compressão). No curso de aspiração o cilindro se enche de vapor refrigerante e no curso de compressão esse volume de vapor é descarregado na linha de alta pressão.

### **Condensadores**

Uma das partes básicas do sistema de refrigeração é o condensador, que tem como finalidade liberar o calor absorvido no evaporador e o calor acrescentado na compressão. Essa liberação de calor provém da mudança de estado físico de vapor para líquido.

A capacidade de transferência de calor no condensador depende da superfície, da diferença de temperatura existente entre o refrigerante que se condensa, o meio ambiente externo, da quantidade de refrigerante e da condição de transmissão de calor.

### **Condensadores resfriados a ar**

Os condensadores resfriados a ar, que são os mais usados em refrigeração doméstica, têm como agente de resfriamento o ar, cuja circulação, através do condensador, pode dar-se de duas maneiras:

- a) por circulação natural;
- b) por circulação forçada.



### Por circulação natural

É normalmente constituída por uma série de aletas de aço, através das quais passa a tubulação. A finalidade dessas aletas é aumentar a superfície de contato com o ar.

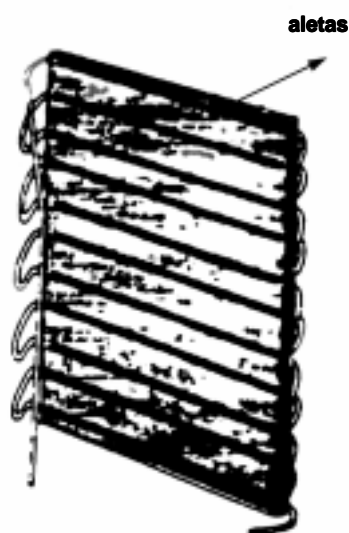


Fig. 9 Condensadores de aletas

Nos condensadores desse tipo, que são colocados na parte traseira externa dos refrigeradores, o refrigerante, superaquecido, vindo do compressor, transmite seu calor ao ar que está em contato com as aletas, tornando-o mais leve.

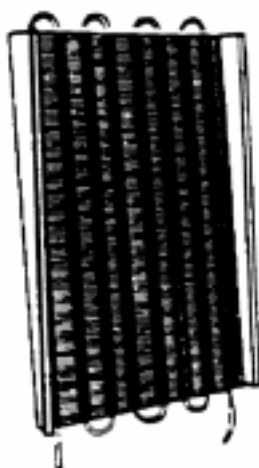


Fig. 10

O ar quente, por ser mais leve, sobe, e seu lugar é ocupado por ar mais fresco, o qual, por sua vez, também se aquece e sobe, produzindo, dessa maneira, uma circulação natural e contínua pelo condensador. É o que se chama *extração de calor por convecção natural do ar*.



Também são usados condensadores do tipo "chaminé", que consistem num certo número de tubos de cobre, presos a uma chapa de aço por canaletas que são soldadas à mesma. Como podemos facilmente compreender, a quantidade de ar que circula dessa forma é muito pequena, não sendo suficiente para retirar grandes quantidades de calor.

### Por circulação forçada

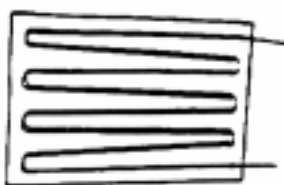
Para refrigeradores de grande capacidade, torna-se necessário aumentar a circulação de ar através do condensador. Isso é conseguido com a chamada *circulação forçada*.

Esses condensadores são mais semelhantes, em construção, aos condensadores de aletas com circulação natural, com a diferença de que um ventilador é acrescentado, a fim de forçar a circulação de ar através dos mesmos.

Outro detalhe de construção dos condensadores com circulação de ar forçada é que a distância entre as aletas é sensivelmente menor do que nos de circulação natural, pois o ar circula muito mais rapidamente.

## Evaporadores

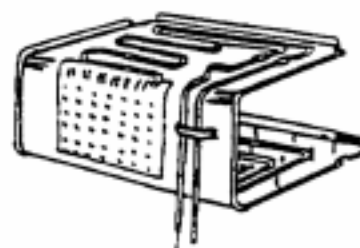
O evaporador é a parte do sistema de refrigeração na qual o refrigerante muda do estado líquido para o estado de vapor. Essa mudança, como vimos, é chamada "evaporação", daí o nome desse componente.



**Placa-fria**  
**Fig. 11**



**Tubular**  
**Fig. 12**



**Rool-bond**  
**Fig. 13**

Os evaporadores são geralmente de alumínio, nas unidades domésticas; já são fornecidos com o conector (peça constituída de um tubo de cobre e outro de alumínio).

O tubo de alumínio já vem soldado ao evaporador, o que facilita o trabalho do reparador, que não é obrigado a soldar o tubo de cobre do trocador de calor com o tubo de alumínio do evaporador.

A finalidade do evaporador é absorver o calor proveniente de três fontes: o calor de penetração através da isolamento; o calor da infiltração devido à abertura de portas; e o calor dos produtos guardados.



Existem diversos tipos de evaporadores com características especiais, de acordo com o uso a que se destinam como, por exemplo, fabricar cubos de gelo, resfriar balcões ou câmaras frigoríficas, resfriar líquidos, etc.

Quanto à superfície, os evaporadores podem ser: primários (desprovidos de aletas) e aletados. Quanto à circulação, ela pode ser natural ou forçada.

Nos evaporadores com transmissão de calor por convecção natural, devemos observar cuidadosamente a escolha e a colocação dos produtos no refrigerador, bem como a sua distribuição.

As condições externas dos evaporadores afetam a transmissão de calor de forma bastante acentuada. Por exemplo, a formação de camada de gelo em evaporadores de congelação funciona como isolante, devendo ser restringida até a espessura de 5mm.

Evaporadores de aletas devem ser limpos constantemente, para se evitar depósitos de poeira e fuligem entre as aletas (condicionadores de ar). Os evaporadores, em geral, são fabricados em alumínio, cobre e aço inoxidável.

O evaporador de um sistema de refrigeração deve ter uma quantidade de líquido refrigerante adequado, o que podemos verificar através do separador de líquido.

## Tipos

Existem vários tipos de evaporadores com referência à circulação do refrigerante através dos mesmos. Os mais usados são:

- evaporador série;
- evaporador paralelo;
- evaporador combinado.

### Evaporador série

O evaporador tipo série é o mais simples dos usados nos sistemas de refrigeração. É constituído de um tubo em zigue-zague com uma entrada e uma saída, sendo bastante longo, com pequeno diâmetro interno.

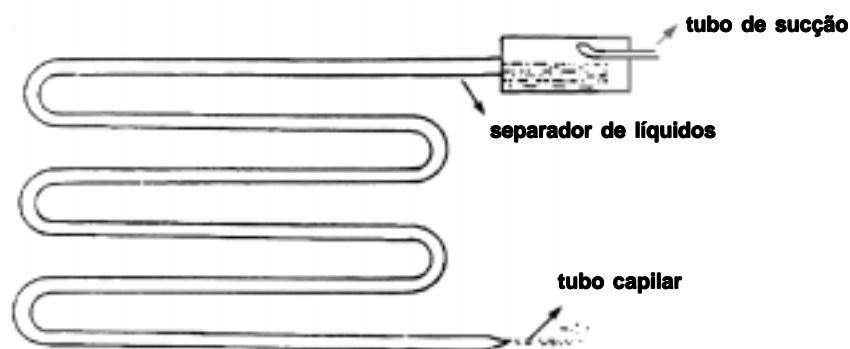


Fig. 14





Todo o líquido que entra nesse evaporador tipo série deve percorrer todo o comprimento do tubo, para retornar do compressor.

### Evaporador paralelo

Os tubos de um evaporador paralelo são soldados de tal maneira que o refrigerante, ao entrar no evaporador, pode circular através de duas ou mais secções de tubos.

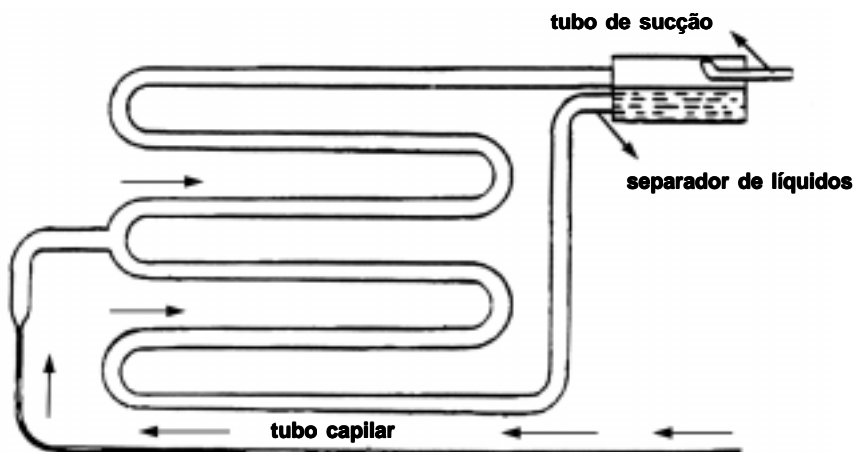


Fig. 15

Algum refrigerante deve, logicamente, circular através de cada secção da tubulação.

As secções paralelas são outra vez soldadas ao separador de líquido, a fim de permitir que o refrigerante retorne ao compressor através de um único tubo de sucção. Os evaporadores modernos são, em geral, uma mistura de circuitos em série e paralelo.

### Evaporador combinado

Os modernos refrigeradores combinados possuem dois evaporadores: um para refrigerar o compartimento de alimentos (gabinete) e outro para refrigerar o compartimento do congelador (freezer).

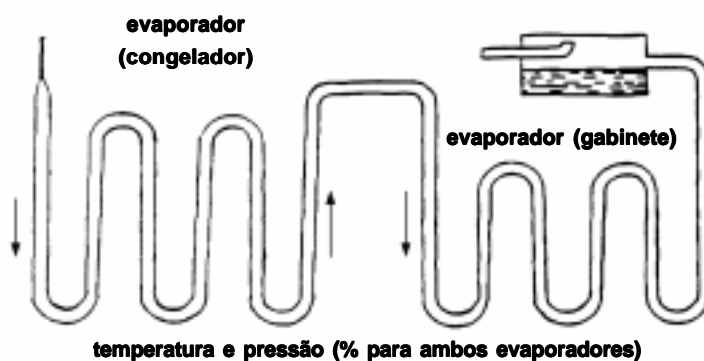


Fig. 16



Esse dois evaporadores podem ser simplesmente duas secções de tubos conectados em série, mas separadas fisicamente, para a instalação em dois compartimentos distintos, conforme é mostrado na figura anterior. Os dois evaporadores operam com o refrigerante à mesma temperatura, pois neles a pressão do refrigerante é igual (lado de baixa pressão).

Diferentes temperaturas no compartimento de alimentos, entretanto, podem ser obtidas, tendo-se um maior comprimento de tubulação por pé cúbico de volume do evaporador (freezer) do que no evaporador do compartimento de alimentos (gabinete).

Algumas vezes um ventilador é usado para a circulação no compartimento do congelador (freezer), cujo efeito é comparável ao uso de tubulação com comprimento maior.

Nota-se que o refrigerante pode ser injetado, primeiramente, tanto no evaporador congelador (freezer), como no evaporador do compartimento de alimentos (gabinete), desde que ambos os evaporadores operem com a mesma temperatura do refrigerador.

### **Separador de líquidos**

Os evaporadores, em sua maioria, possuem um separador de líquido (acumulador de líquido) no fim do circuito do evaporador. Esse separador de líquido é um tubo de grande diâmetro, que acumula o refrigerante em estado líquido (que não ferveu) na tubulação de diâmetro interno pequeno do evaporador. A quantidade de refrigerante em estado líquido no separador de líquido depende das condições de operação e da quantidade total de refrigerante do sistema.

Normalmente, o separador de líquido conterá refrigerante em estado líquido no fundo (parte inferior) e em estado de vapor no topo (parte superior). Para eficiente operação do sistema, não é permissível a entrada de refrigerante em estado líquido no tubo de sucção. Para se evitar isso, o tubo de sucção é soldado ao separador de líquido perto do topo onde existe somente vapor acumulado. O líquido refrigerante deve estar totalmente vaporizado antes de deixar o separador.

### **Tubo compensador de umidade**

Incorporado ao gabinete, encontra-se o tubo compensador de umidade (tubo de aquecimento da flange), que está localizado no lado interno da flange das laterais e travessas, fixado por presilhas, para garantir o seu contato com o gabinete.

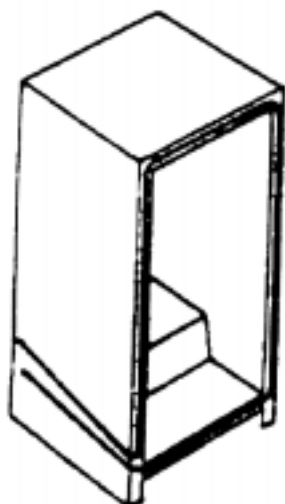
Em aparelhos que operam em ambientes onde a temperatura é elevada e a umidade relativa do ar está acima de 80%, poderá ocorrer condensação de vapores d'água na flange do gabinete junto à gaxeta (forma característica de quando se coloca água gelada dentro de um copo), o que é perfeitamente normal, segundo as normas brasileiras (observe-se que a umidade deverá ser acima de 80%).

Ocorrendo condensação com uma umidade relativa abaixo de 80%, sua possível causa será mau contato do tubo condensador com a parede da flange (desencostado).



Nas cidades praianas, com alto índice pluviométrico, é comum os aparelhos apresentarem formação de suor externo (condensação), principalmente nos dias de chuva ou durante a noite, quando a casa fica totalmente fechada. Durante o dia a casa é aberta, havendo circulação de ar e, conseqüentemente, o aparelho mantém-se seco.

O aquecimento na região da flange é através de um tubo de 3/16 polegadas, que é um prolongamento do condensador, através de gás refrigerante, onde circula a descarga do compressor. Este equipamento visa a evitar a sudação em torno da porta e ao longo da flange.



tubo compensador  
de umidade

Fig. 17

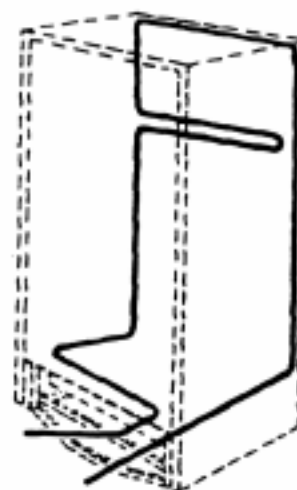


Fig. 18

### Manômetros

Os instrumentos utilizados em refrigeração, que servem para medir pressões manométricas, são chamados de **manômetros**.



Fig. 19



### Tipo de manômetros

Esses manômetros que indicam pressão abaixo da pressão atmosférica são denominados monovacuômetros, popularmente conhecidos como *manômetros de baixa*.



Fig. 20

No caso de pressão acima da pressão atmosférica, a leitura é libras-força por polegada quadrada ou, abreviadamente, p.s.i. Na prática, contudo, é usada a expressão libras de pressão ou libras por polegada quadrada, significando a mesma coisa. Esses manômetros que indicam pressões acima da atmosfera são popularmente chamados *manômetros de alta pressão*.



Fig. 21

### Manômetro tipo Bourdon

Bastante utilizado em refrigeração, este tipo de manômetro funciona baseado no seguinte princípio: um tubo de cobre, com propriedade elástica e em forma circular, também denominado tubo de Bourdon, é ligado a uma haste que forma uma conexão.

O fluido que entra no tubo de Bourdon através de um orifício na haste de conexão, com a elevação da pressão, faz com que o tubo altere seu formato e se expanda, arrastando consigo, através de uma mola, uma engrenagem rotativa, cujo movimento é transferido a um ponteiro. A pressão aplicada pode, então, ser lida sobre uma escala convenientemente graduada.



Tipo Bourdon

**Fig. 22**

A pressão registrada por esses instrumentos é conhecida como *pressão manométrica*. Para se encontrar a pressão absoluta ou pressão verdadeira, é necessário adicionar a pressão atmosférica. Por exemplo: uma pressão manométrica de 10 libras de força por polegada quadrada é igual a uma pressão absoluta de 14,7 libras-força por polegada quadrada, mais 10 libras-força por polegada quadrada, ou seja, 24,7 libras-força por polegada quadrada de pressão absoluta. Nos manômetros que indicam pressão abaixo da pressão atmosférica, esta é expressa em polegadas de vácuo, significando polegadas da coluna de mercúrio de uma barômetro, abaixo da leitura padrão do mar, que é 29,92 polegadas. Usualmente, contudo, são empregados os termos polegadas de vácuo.

### **Métodos de verificação de "vazamento interno"**

Denomina-se "vazamento interno" o vazamento de gás frigorífico da unidade selada, localizado em regiões da tubulação que estão entre o gabinete interno e o gabinete externo, juntamente com a isolamento de espuma de poliuretano. As partes do conjunto selado que podem apresentar vazamento interno são o tubo desumidificador e o evaporador primário.

#### **Observação**

*Quando constatado o "vazamento interno", torna-se necessária a substituição do gabinete espumado completo.*

### **Método para verificação de "vazamento interno" no evaporador primário**

- Cortar o tubo capilar rente ao filtro secador; vaziar o gás (se houver); com um maçarico, derreter esta extremidade, lacrando-a.
- Dessoldar o tubo de sucção (o refrigerador deverá estar com o tubo de serviço aberto, a fim de evitar-se acidentes).



- c) Endireitar o conjunto linha de sucção + capilar e retirar o tubo de borracha esponjosa que recobre o mesmo.
- d) Remover a placa fria, desoldando seus dois tubos de união localizados na parte traseira externa do gabinete, abaixo da capa plástica protetora dos tubos.
- e) Soldar um pedaço de tubo de cobre, unindo os dois tubos que saem do gabinete para a placa fria, conforme detalhe da figura 23.
- f) Adaptar um manômetro de zero a 250 ou 500 libras/polegadas<sup>2</sup> (PSIG) no tubo de sucção, juntamente com um tubo de processo, conforme ilustrado na figura mais abaixo.
- g) Aplicar pressão de, no mínimo, 150 libras/polegadas<sup>2</sup> de nitrogênio.
- h) Selar e lacrar o tubo de processo.
- i) Com espuma de sabão ou imergindo em água, verificar minuciosamente, quanto a vazamentos de gás, toda a linha de sucção, conexões e solda corrigindo-os, se necessário.
- j) Aguardar um hora e anotar a pressão registrada pelo manômetro.
- k) Aguardar 72 horas e, após este período, comparar a leitura inicial (anotada), com a leitura presente do manômetro. Se a diferença for superior a 10 libras/polegadas<sup>2</sup>, então realmente existe "vazamento interno".

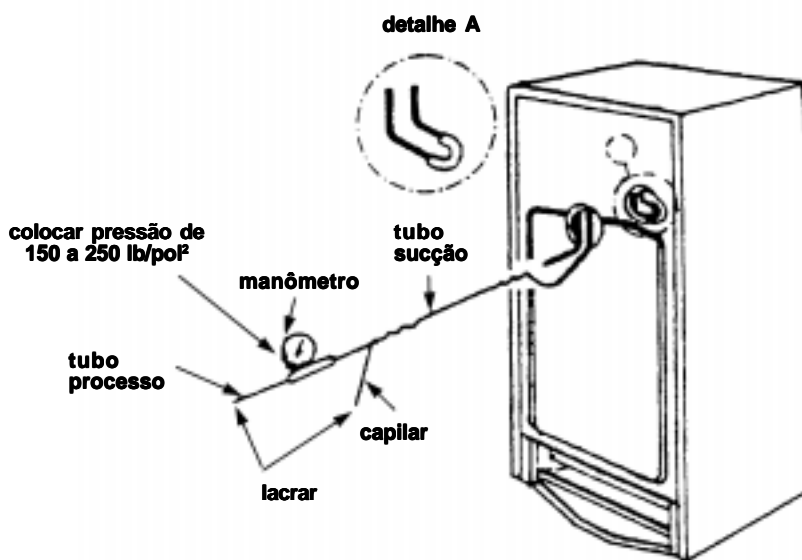


Fig. 23

#### Método para verificação de "vazamento interno" no tubo desumidificador.

- a) Cortar o tubo desumidificador nas pontas de entrada e saída do mesmo ao gabinete. Não executar o corte do tubo rente ao gabinete; deve-se cortar no mínimo 100mm afastado do gabinete.



- b) Com um maçarico, lacrar uma das extremidades do tubo desumidificador.
- c) Adaptar, na outra extremidade do tubo desumidificador, um manômetro de zero a 500 libras/polegadas<sup>2</sup> juntamente com um tubo de processo, conforme ilustração mais abaixo.
- d) Aplicar pressão de, no mínimo, 250 libras/polegadas<sup>2</sup> e, no máximo, 400 libras/polegadas<sup>2</sup> de nitrogênio.
- e) Selar e lacrar o tubo de processo.
- f) Com espuma de sabão, ou imergindo em água, verificar minuciosamente, quanto a vazamentos de gás, todas as conexões e soldas.
- g) Aguardar uma hora e anotar a pressão registrada pelo manômetro.
- h) Aguardar 48 horas e, após este período, comparar a leitura inicial (anotada) com a leitura presente no manômetro. Se a diferença for superior a 10 libras/polegadas<sup>2</sup>, realmente existe o "vazamento interno".

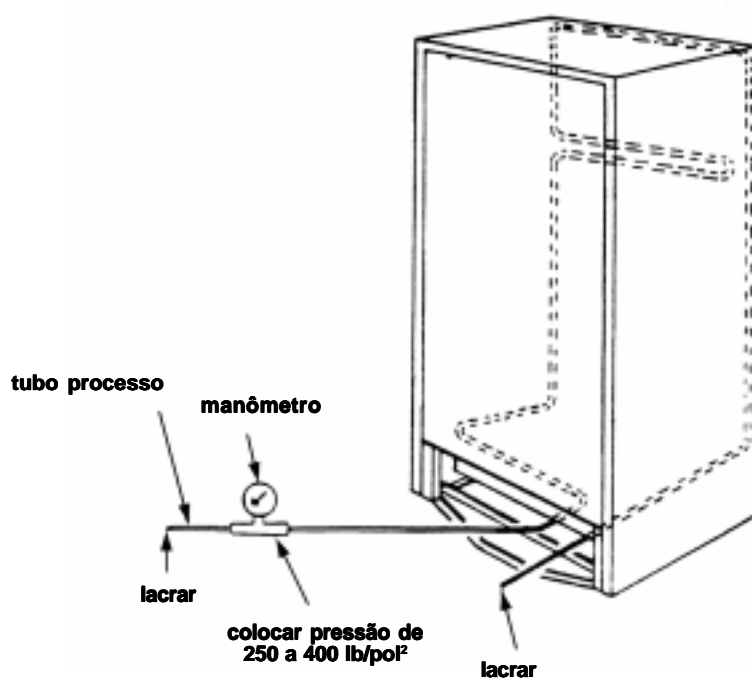


Fig. 24

### Evacuação e desidratação

Uma das tarefas mais importantes na rotina do mecânico de refrigeração é a recuperação de uma unidade refrigeradora. Para tanto, se fazem necessários dois procedimentos.

**Evacuação** — ato de evacuar ou produzir o vácuo. Consiste em eliminar os vapores incondensáveis do interior do sistema de refrigeração.



**Desidratação** – ato de desidratar, ou seja, eliminar a umidade do interior do sistema de refrigeração.

Está comprovado pela experiência que uma unidade refrigeradora não funciona normalmente, se estiver contaminada de umidade ou gases incondensáveis nas suas pressões de trabalho (oxigênio, nitrogênio, etc). A umidade causa entupimento no circuito refrigerante no compressor (geralmente nos locais onde a temperatura é mais alta). É, pois, imperioso que se faça, simultaneamente, a evacuação e a desidratação dos sistemas de refrigeração, antes de efetuar-se a carga de refrigerante. Antes do procedimento de carga de refrigerante, proceder-se à evacuação/desidratação da unidade selada.

Vácuo é o termo que designa a ausência de matéria em um espaço vazio. A ciência admite que uma ausência absoluta de matéria, ou seja, um vácuo perfeito, não é possível produzir-se, pelo menos ainda, com os recursos de que se dispõe. Portanto, o vácuo em um espaço fechado (no interior de uma unidade refrigeradora, por exemplo) significa que esse espaço tem gases a uma pressão bastante inferior à pressão atmosférica.

O valor da pressão atmosférica, ao nível do mar, é da ordem de 1,03 kgf/cm<sup>2</sup> ou 14,7 lbf/polegadas<sup>2</sup>, ou 1atm = 760mmHg, 0°C de temperatura. Desse modo, um espaço fechado, cuja pressão esteja bastante inferior a 1,03 kgf/cm<sup>2</sup> ou 760 mmHg, será considerado em vácuo.

Em homenagem a Torricelli, foi adotada a unidade "Torr" para medida das pressões de vácuo, ou para a medida de pressão absoluta. Seu valor é 1/760mm da coluna de mercúrio, ou seja, 1mmHg.

Para o sistema de refrigeração, onde normalmente a pressão de vácuo dever ter valor muito inferior a 1mmHg, adotou-se o "milittor", equivalente a 0,001 mmHg ou 10<sup>-3</sup> Torr. Quer dizer, 1000 milittor equivalem a 1 Torr. Esse valor não pode ser medido com um manômetro comum, nem mesmo com um manômetro de tubo Bourdon (esse pode ser usado para indicar o vácuo produzido pelas bombas de baixo vácuo, medido em Torr).

Quando as pressões têm valor de 1 Torr para menos, usam-se medidores eletrônicos de vácuo ou o sistema "Termocouple", Thermotron 13/1, etc, que são capazes de indicar pressões abaixo de 50 milittor (m Torr).

### **O processo de evacuação é efetuado por bombas de vácuo.**

Bombas de baixo vácuo são aquelas que não podem produzir um vácuo superior a 685,8 mmHg (27"). As mais usadas são as de pistão alternativo ou compressor hermético, empregado como bomba de vácuo (alternativo ou rotativo). Por isso elas são também chamadas de *bombas-compressoras*.

As bombas de alto vácuo são capazes de produzir um vácuo muito acima de 736 mmHg (29"). São do tipo palheta deslizante e do tipo excêntrico.

Teoricamente, uma bomba de baixo vácuo atingirá, no máximo, o vácuo de 685,8 mmHg (27") e uma bomba de alto vácuo, de 760 mmHg (29,92").



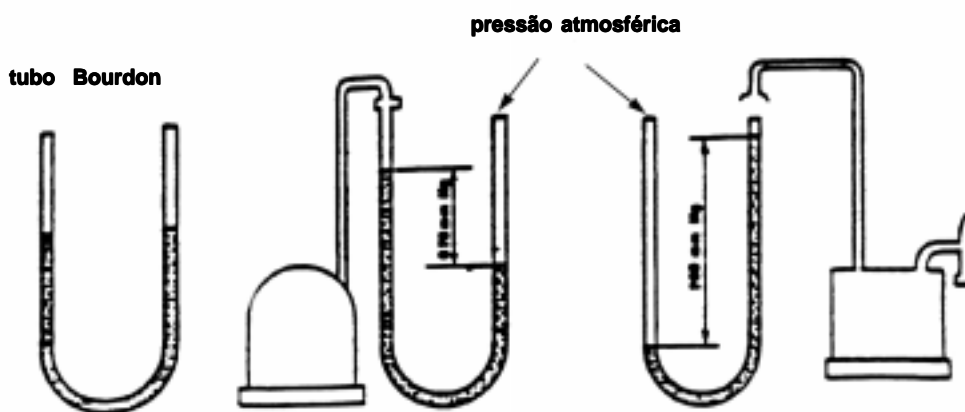


Fig. 25

### Observações

Normalmente, quando se fala no vácuo produzido num determinado recipiente, fala-se no vácuo aí existente, isto é, na pressão residual existente. Assim, quando dizemos que determinado tubo tem alto ou baixo vácuo, mencionamos a pressão reinante no interior do tubo.

No caso das bombas de baixo vácuo, que não podem produzir um vácuo superior a 685,8mmHg, poderíamos dizer, também, que essas bombas não podem produzir um vácuo inferior a 74,20mmHg (760mmHg - 685,8mmHg).

O emprego da bomba-compressor apenas não realizará a evacuação desidratação, desejada e necessária, para o bom desempenho da unidade selada. Para compensar essa deficiência, os mecânicos usam impropriamente o recurso de aplicação de secantes (álcool metílico, sílica gel, etc.), e filtros secadores de grande capacidade higroscópica. Tal solução evitará apenas que haja rompimento por congelamento da umidade residual do sistema. Essa umidade combinar-se-á com esses elementos ou será retida pelos mesmos, sendo impedida de circular no sistema refrigerante, e congelar-se-á na saída do capilar ou da válvula de expansão. Além disso, a umidade oxidaria as partes metálicas da unidade refrigeradora. Restarão, circulando no sistema em liberdade, os gases incondensáveis. O oxigênio acelerará a oxidação do óleo, nas partes onde a temperatura é mais elevada, como a válvula de descarga, por exemplo, decompondo o óleo e o refrigerante, com a formação de borra e ácidos no interior da unidade selada, danificando o sistema.

Os dessecantes não são recomendáveis pelas mesmas razões: atacam o óleo e os materiais internos e formam borra e ácidos igualmente perigosos para o bom funcionamento do sistema. É, pois, indispensável que se faça uma boa evacuação e desidratação na unidade selada. Há várias maneiras de se realizar essa tarefa.



### **Os fabricantes recomendam evacuação com bombas de alto vácuo e aquecimento em estufa.**

Uma vez limpos todos os componentes, montada ou reparada a unidade e testados os vazamentos, a unidade será ligada dentro da estufa à linha de vácuo. A estufa será ligada e o controle de temperatura ajustado para 150°C. Após a temperatura chegar a 150°C e decorrerem uns 10 minutos, aproximadamente, deverá ser fechado o dreno e aberto o registro que é ligado à bomba de vácuo, com o lastro de gás ("gás ballast") aberto, quando houver.

A instalação de um dreno de linha de vácuo e a aquisição de uma bomba com lastro de gás muito concorrerão para maior longevidade da bomba e conservação de seu maior desempenho, pois o vapor úmido sairá pelo dreno durante a operação da bomba, com o lastro de gás aberto. (A bomba deverá funcionar por uns 15 minutos com o lastro do gás aberto). Depois desse tempo, deverá o mesmo ser fechado e a bomba funcionar por mais duas horas. Antes de desligá-la, é preciso conferir o valor do vácuo por meio do respectivo medidor.

Uma vez conformado o vácuo recomendado (na ordem de 50 a 100m Torr), a bomba deverá ser desligada e, em seguida, aberto o lastro de gás, depois de refrescar a unidade da carga de óleo e gás.



- *No caso de ter sido desidratado e evacuado apenas o compressor hermético, quando o mesmo resfriar, dar carga de óleo e colocar 10g de gás para que ele fique com pressão positiva. Quando tiver que ser aplicado, é preciso examinar se essa pressão existe. Caso contrario, considerar que houve vazamento, localizar o defeito e, conforme o caso, desidratar novamente o compressor e recarregá-lo de óleo e 10g de gás.*
- *Este método de evacuação/desidratação é indicado apenas para compressores herméticos.*

### **Cuidado no uso e instalação das bombas de alto vácuo!**

- Instalar um dreno de vapor úmido na linha de vácuo da bomba.
- Abrir o lastro de gás nos primeiros 15 minutos de funcionamento da bomba.
- Sempre que parar a bomba, abrir o lastro de gás, para evitar que o óleo escorra para a câmara de sucção.
- Caso o óleo inunde a câmara de sucção da bomba (bomba rotativa), girar o volante da mesma, em sentido contrário à sua rotação normal, para que o óleo volte ao seu depósito regular.
- Se a bomba não estiver em serviço, sua entrada e saída deverão ser fechadas, para que não se contamine o óleo em suas partes internas.
- Examinar e ligar a bomba, verificando o sentido de rotação recomendado pelo fabricante.



- Instalar a bomba o mais próximo possível da unidade a ser evacuada, com tubos de cobre de diâmetro superior a 3/8".
- Se for notado algum ruído ou vibração, ligar a bomba à linha de sucção, por meio de mangueira flexível ou tubo plástico resistente, além de assentá-la em material amortecedor.
- Ligar na descarga da bomba um sifão com dreno.
- Prever instalação para fazer vácuo através dos lados de baixa e alta da unidade refrigeradora. Isso, porque o vácuo feito com tubo capilar ou válvula é mais demorado, retardando-se, também, o restabelecimento da pressão de equilíbrio. Um exemplo para justificar essa recomendação é o fato de que um tubo de 5/8" permite a evacuação cinco vezes mais rapidamente que através de um tubo de 3/8" e do mesmo comprimento.
- Usar vedante nas conexões das tubulações.
- Trocar o óleo da bomba pelo menos uma vez por semana. Depois que drenar o óleo usado, colocar mais ou menos 1/3 da carga e deixar funcionar por uns 15 segundos, ou girá-la com a mão, para a limpeza. Drenar esse óleo e colocar nova carga.

### Observação

*O óleo normalmente usado nas bombas de vácuo é o VITREA 41 ou o EUREKA H.*

## DEFEITOS QUE PODEM RESULTAR EM CONSEQÜÊNCIAS DE UMA EVACUAÇÃO-DESIDRATAÇÃO INCOMPLETA OU IMPERFEITA.

Conforme está esclarecido no texto, resultarão no interior do sistema ar atmosférico outros gases incondensáveis e umidade que dependerá do sistema de evacuação-desidratação empregado. Se essa quantidade residual de vapores incondensáveis e umidade não estiver dentro daqueles valores previstos por uma boa evacuação-desidratação, podem resultar falhas, como as seguintes.

### Entupimento

Por congelamento do vapor de água na saída do capilar, entrada do evaporador. Essa é a falha mais comum que se manifesta de imediato.

### Pressão de condensação alta

Por vapores que não se condensam à pressão normal da unidade refrigeradora.



## Outros danos

Queima de óleo, oxidação das peças internas, dano ao isolamento elétrico do motor, choque, etc.

## Gás refrigerante

É a substância que absorve calor de outra a ser resfriada. O processo pelo qual se realiza esta troca é chamado *refrigeração*.

Conforme o efeito causado pelo calor ou agente refrigerante, o processo de resfriamento é sensível quando altera apenas a temperatura do agente refrigerante; ou latente, quando o refrigerante muda do estado líquido para o estado de vapor. Deduzimos, daí, que qualquer substância, desde que esteja em uma temperatura inferior à de outra, poderá ser considerada um agente refrigerante pela absorção do calor sensível que será capaz de tomar de outra substância, resfriando-a. Na prática, o grupo dos agentes refrigerantes que resfriam pela absorção de calor sensível são: água, ar, salmoura, cálcio, entre outros.

O grupo dos refrigerantes que resfriam pela absorção do calor latente de vaporização são: R 11, 12, 22, etc., amoníaco, bióxido de carbono, bióxido de enxofre, cloreto de metila, R 134A, etc.

## Propriedades do refrigerante

Não há um gás que reúna todas as propriedades desejáveis para um bom refrigerante, de modo que pode ser considerado bom para ser aplicado em determinado tipo de instalação frigorífica, mas nem sempre é recomendado para ser utilizado em outra instalação. Isto quer dizer que um bom refrigerante é aquele que reúne o maior número possível de boas qualidades, relativamente a um determinado fim. Além disso, muitos refrigerantes que foram considerados bons para certas instalações no passado, cederam lugar a outros, desenvolvidos com maior número de boas qualidades. Futuramente, estes também cederão lugar a outros com propriedades mais desejáveis.

As propriedades principais de um bom refrigerante são:

- liquefazer-se (condensar-se) às pressões moderadas;
- evaporar-se a pressões acima da pressão atmosférica;
- ter pequeno volume específico (pequeno volume em relação ao seu peso);
- ter um elevado calor latente de vaporização;
- ser quimicamente estável (não se alterar, mesmo com respectivas mudanças de estado no circuito refrigerante);
- não ser corrosivo;
- não ser inflamável;



- não ser tóxico;
- permitir fácil localização de vazamentos;
- não atacar o óleo lubrificante ou ter qualquer efeito indesejável sobre outros materiais da unidade;
- não atacar ou deteriorar os alimentos, no caso de vazamento.

### **Propriedades particulares dos refrigerantes mais conhecidos**

#### **Amoníaco (NH<sub>3</sub>) - R - 117 Amônia**

Apesar de ser tóxico e, sob certas condições, ser também inflamável e explosivo, o amoníaco é legalmente empregado em grandes instalações, dada a sua grande capacidade térmica. Possui o maior efeito resfriador entre os principais refrigerantes. Seu valor específico é moderado (vapor a - 15°C 0,51m<sup>3</sup>/kg).

Sua temperatura de ebulição à pressão atmosférica é de -33°C. As pressões no evaporador a 15°C, no condensador a 30°C são, respectivamente, 1,38kgf/cm<sup>2</sup> e 10,86 kgf/cm<sup>2</sup> (manométricas).

É corrosivo para o cobre e o latão. Por isso, todo equipamento de refrigeração que tenha contato com o amoníaco é de aço. Não miscível no óleo, ataca os alimentos se ocorrerem vazamentos de forte concentração.

Com a água, forma álcali, que tem efeito indesejável sobre o cobre, o latão e o alumínio.

Seu vazamento pode ser facilmente localizado, usando-se espuma de sabão ou queimando-se enxofre (aparecerá fumaça branca intensa no local do vazamento).

#### **Refrigerante -11 (CCL<sub>3</sub>F)**

Conhecido como R -11, também da série metano, é muito usado como dissolvente na limpeza dos componentes da unidade refrigeradora. Sua temperatura de ebulição é de 23,8°C e as pressões de operação, para -15°C e 30°C são, respectivamente, 609,6 mmHg e 0,25kgf/cm<sup>2</sup>.

A cor indicada pelo fabricante para identificação dos cilindros de R -11 é alaranjada.

#### **Refrigerante -12 (CCL<sub>2</sub>F<sub>2</sub>)**

Conhecido como R-12, é também da série metano. É o refrigerante mais empregado na atualidade, principalmente em refrigeração doméstica.

Não é tóxico, não é inflamável, nem corrosivo, nem explosivo.

Altamente estável, sua temperatura de ebulição à pressão atmosférica é de -29,4°C. Suas pressões



de operação ( $-15^{\circ}\text{C}$ ,  $30^{\circ}\text{C}$ ) são, respectivamente,  $0,83 \text{ kgf/cm}^2$  (manométricas).

É usado para a produção de baixas, médias e altas temperaturas e com os três tipos de compressores: alternativos, rotativos e centrífugos. Quando é usado o compressor centrífugo de passo múltiplo, pode resfriar salmoura até  $-80^{\circ}\text{C}$ .

Mistura-se com o óleo lubrificante, em todas as condições, o que é desejável. Seu efeito refrigerante é relativamente baixo, comparado com outros refrigerantes. Isso, porém, não representa desvantagem séria em vista de suas qualidades.

### **Refrigerante - 22 ( $\text{CHClF}_2$ )**

Também pertence à série metano. Sua temperatura de ebulição é  $-40,8^{\circ}\text{C}$ ; aplica-se, também, para a produção de baixas temperaturas. Atualmente tem largo emprego em condicionadores de ar domésticos e comerciais unitários. Requer baixo deslocamento volumétrico, o que possibilita um equipamento mais reduzido. Suas pressões de evaporação a  $4,4^{\circ}\text{C}$  e de condensação a  $60^{\circ}\text{C}$  são, respectivamente,  $4,85 \text{ kgf/cm}^2$  e  $23,76 \text{ kgf/cm}^2$ .

Devido a sua tendência para a alta temperatura de descarga, sua temperatura de sucção é hermética. Os condensadores das unidades com R-22 devem ser mantidos bem limpos e desimpedidos, para normal circulação de ar; caso contrário, sua pressão se elevará rapidamente a valores prejudiciais ao bom funcionamento da unidade refrigeradora. Mistura-se com o óleo, do qual, porém, costuma separar-se no evaporador.

O R-22 tem maior capacidade térmica do que R-12, pois requer apenas 60% do deslocamento requerido por esse refrigerante para a mesma capacidade frigorífica. Sua pressão no evaporador, mesmo até  $-40^{\circ}\text{C}$ , ainda está acima da pressão atmosférica, enquanto a pressão do R-12 será positiva só até a temperatura de  $-29^{\circ}\text{C}$ . Isso não quer dizer que o R-22 tenha predominância sobre o R-12.

Como dissemos, um refrigerante pode ser mais vantajoso que outro para um determinado tipo de instalação. Sendo completamente miscível em óleo e sendo mais baixas suas temperaturas de descarga, o R-12 tem faixas de aplicação mais amplas do que as do R-22, principalmente em refrigeração doméstica.

O R-22 tem maior capacidade de absorver água do que o R-12. Esta a razão por que um sistema com R-22 raramente sofre obstrução por congelamento de unidade. Por outro lado, isso constitui desvantagem, pois a umidade residual, no sistema de refrigeração, é sempre indesejável e, se não se manifestar, circulará livre no sistema oxidando suas partes internas e o óleo, principalmente na descarga do compressor em sistemas com R-22.

Verde claro é a cor nos cilindros que identifica o R-22.

### **Identificação dos cilindros de gases refrigerantes**

Freon, Frigen, etc., são nomes comerciais. Os refrigerantes são designados por números. Por exemplo, Freon 11 ou Frigen 11 é a designação comercial do refrigerante 11; o refrigerante 12, o



refrigerante – 717 é o amoníaco, etc. Ou, o que é o mesmo: gás R-12, frigen ou freon.

Os refrigerantes são armazenados em cilindros especiais, protegidos contra sobrelevação de temperaturas. São pintados conforme o tipo de refrigerante neles acondicionado. Indicamos abaixo apenas o código de cores para os refrigerantes mais usados, cores com as quais os cilindros indicam o tipo de refrigerantes que contêm:

- R-11 = laranja
- R-12 = branco
- R-22 = verde-claro
- R-113 = púrpura
- R-114 = azul escuro

## **Refrigerante alternativo**

### **Protocolo de Montreal**

Em 16 de setembro de 1987, 24 nações e a Comunidade Econômica Européia assinaram um documento denominado Protocolo de Montreal. Este protocolo fixou prazos para a desativação da produção e do consumo das substâncias responsáveis pela destruição do ozônio. Em 1990 e em 1992, foram feitas revisões no Protocolo de Montreal, antecipando o cronograma de desativação da produção e consumo das substâncias controladas. Estas substâncias foram divididas em três grupos.

### **Grupo I – Clorofluorcarbonos ou CFC'S**

Gases usados como refrigerantes. Por exemplo, o R-12 e o R-502, e agentes expansores e de limpeza, como o R-11, usado para a fabricação da espuma de poliuretano.

### **Grupo II – Halons**

Usados, em sua maioria, como agentes de combate ao fogo.

### **Grupo de transição – Hidroclorofluorcarbonos ou HCFC'S**

Utilizados como refrigerantes como, por exemplo, o R-22 e agentes expansores.

Prazos estabelecidos pelo Protocolo de Montreal.



1) Para os países desenvolvidos

**Grupo I** – 75% de redução em 01/01/94; 100% de redução em 01/01/96.

**Grupo II** – 100% de redução em 01/01/94.

**Grupo de Transição** – Redução da produção, gradativamente, a partir de 1996 até o fim da produção, em 2030.

2) Países em desenvolvimento

Dez anos a mais para os prazos acima. Pelos prazos estabelecidos, a produção de gases como o R-12 só terminará, no Brasil, em 2006, mas o mercado de produtos de refrigeração já está exigindo produtos com gases não prejudiciais à camada de ozônio.

3) Gás Alternativo R-134A

As propriedades termodinâmicas e físicas do HFC R 134a, aliadas a sua baixa toxicidade, fazem deste gás o mais eficiente e seguro substituto do R-12, utilizado nos refrigeradores, freezers, bebedouros e outros produtos de refrigeração doméstica e comercial.

O R-134a (1, 1, 1, 2 - Tetrafluoretano) pertence ao grupo dos HCF's Fluorcarbonos parcialmente halogenados. Apresenta propriedades ecológicas aceitáveis, além de ter os requisitos necessários para ser usado como refrigerante, possuindo ODP = 0 (Potencial de Destruição da Camada de Ozônio).

- Não é inflamável.
- Não é tóxico.
- Possui alta estabilidade térmica e química.
- É compatível com os materiais utilizados.
- Possui propriedades físicas e termodinâmicas adequadas.

#### **Outras características importantes do R-134A**

- Somente é recomendada a sua utilização em sistemas projetados para o seu uso, pois a troca do gás R-12 para o gás R-134A requer a adequação da linha de sucção (capilar), carga de gás e outros.
- Necessita de que todos os componentes do sistema estejam livres de contaminação, como substâncias alcalinas, graxas, cercas, umidade, parafina, silicone, resíduos clorados, etc.
- Somente poderá ser utilizado em compressores especialmente desenvolvidos para o seu uso, devido às pressões maiores que exigiriam um novo projeto de motor elétrico.





- O R-134A exige que sejam usados óleos do tipo **éster** nos compressores.
- Devido à alta higroscopicidade do óleo **éster** usado nos compressores para o R134A, o compressor ou o sistema de refrigeração não pode permanecer aberto por mais de um minuto. O óleo **éster** absorve a umidade muito facilmente, o que causará a posterior obstrução do sistema de refrigeração.
- Qualquer resíduo sólido que esteja no sistema, como por exemplo graxas, resíduos de gás R-12 e outros, reagirá com o óleo e causará o entupimento do tubo capilar.
- Deve ser usado um filtro secador específico para o R-134A do tipo XH9. No caso de reoperação, deverá ser substituído pelo filtro XH9, de 19g.

Devido a essas características, podemos afirmar que para o bom funcionamento de sistemas com o R-134A será necessário que

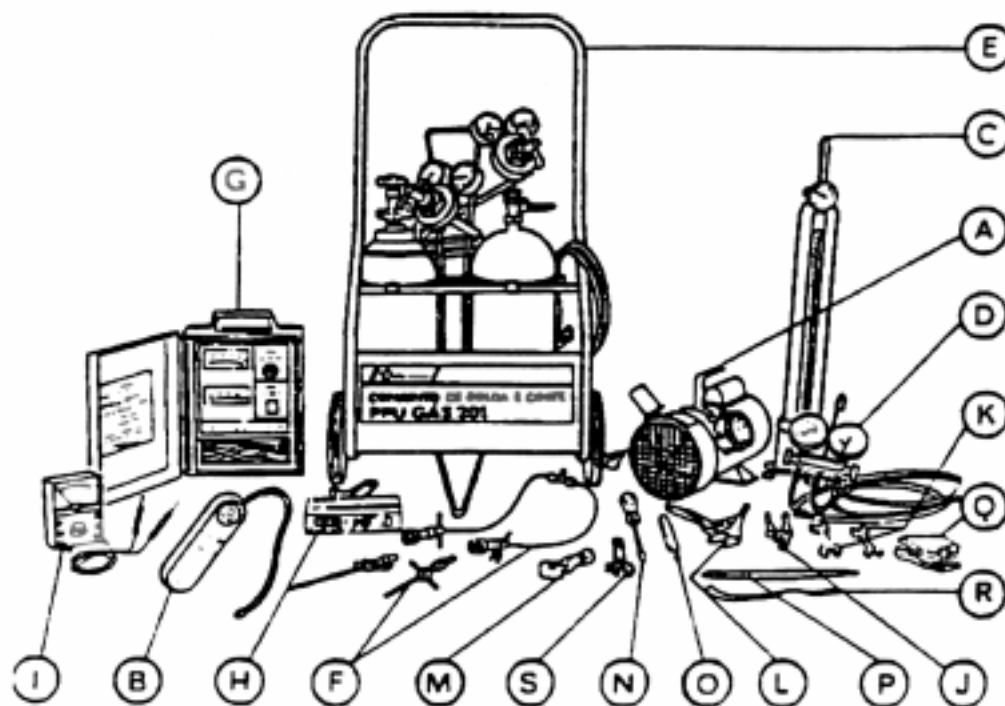
- seja feita a limpeza do sistema de refrigeração com nitrogênio e gás R-134A, antes da carga de gás. **Jamais usar ar comprimido.**
- o processo de vácuo com a bomba será obrigatório, pois não pode existir umidade no sistema.
- não podemos usar o R-134A em sistemas projetados para o R-12 e nem o contrário, ou seja, R-12 em sistemas projetados para o R-134A.

### **Reoperação do sistema hermético**

Para a reoperação do Sistema Hermético, as etapas de diagnóstico, limpeza, evacuação, soldagem e carga de Gás refrigerante são de grande importância ou, no mínimo, o produto funcionará por pouco tempo. O objetivo deste procedimento é propor a execução de serviços rápidos e eficazes, mantendo a qualidade de fabricação.



## Equipamentos e ferramentas



- |  |                             |
|--|-----------------------------|
| <b>A.</b> bomba de vácuo                       | <b>K.</b> chaves de boca    |
| <b>B.</b> detector de vazamentos               | <b>L.</b> lacrador de tubos |
| <b>C.</b> cilindro de carga                    | <b>M.</b> cortador de tubos |
| <b>D.</b> jogo de manômetros                   | <b>N.</b> chave de fenda    |
| <b>E.</b> aparelho de solda oxigênio/acetileno | <b>O.</b> lima              |
| <b>F.</b> conjunto de engate rápido            | <b>P.</b> pincel            |
| <b>G.</b> watímetro / amperímetro              | <b>Q.</b> estopas ou panos  |
| <b>H.</b> termômetro                           | <b>R.</b> lixa              |
| <b>I.</b> multímetro                           | <b>S.</b> chave inglesa     |
| <b>J.</b> alicate universal                    |                             |

Fig. 26



### Aspectos preliminares

Atenção! Após examinar cuidadosamente, fazer todos os testes e descobrir, com certeza, o problema do sistema, procure um local favorável, longe de produtos inflamáveis e bem arejado, para evitar a contaminação do ambiente.

### Procedimentos para recuperar o sistema hermético

#### Limpeza na tubulação

Com uma lixa, remova a tinta dos tubos em todos os locais que serão abertos, para facilitar a soldagem posterior.

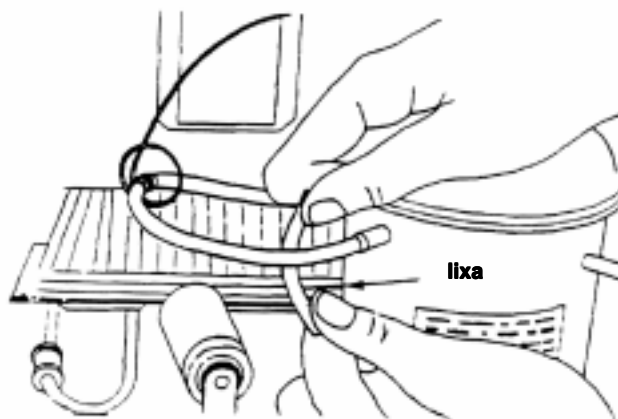


Fig. 27

#### Descarga do sistema

Segure um pano ou estopa sob o tubo de serviço e, com um alicate, quebre o lacre. O pano evita que o óleo expelido suje o refrigerador e o local de trabalho.

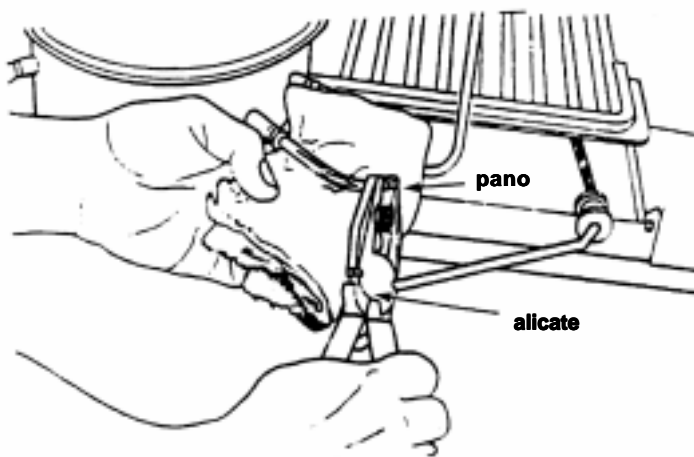


Fig. 28



### Corte da tubulação

Para cortar os tubos nos pontos necessários, utilize o cortador de tubos; com ele, não ocorre a liberação de partículas de cobre nem obstruções no sistema.

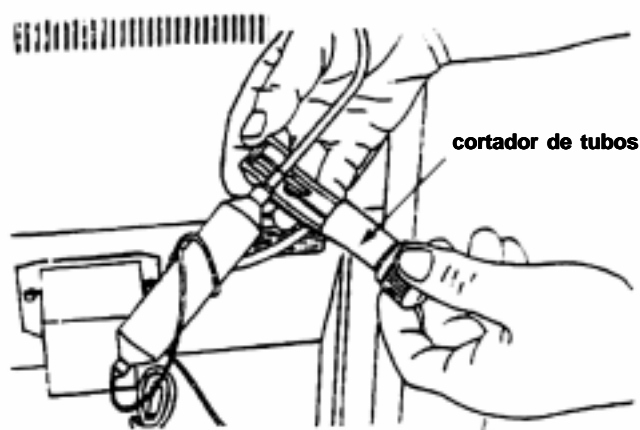


Fig. 29

Lembre-se de que deverá ser trocado o filtro secador, sempre que o sistema for aberto.

Com uma lima, faça uma ranhura em torno do tubo capilar, flexionando-o até quebrá-lo.

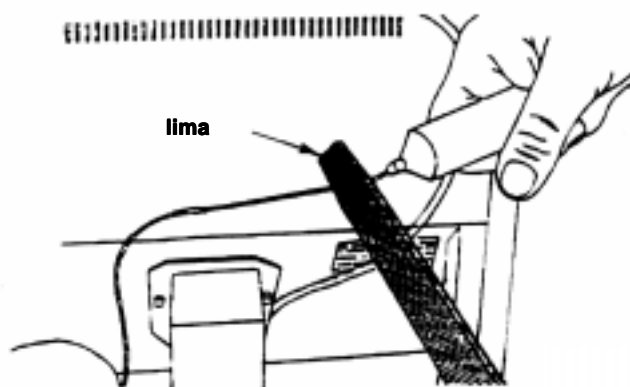


Fig. 30

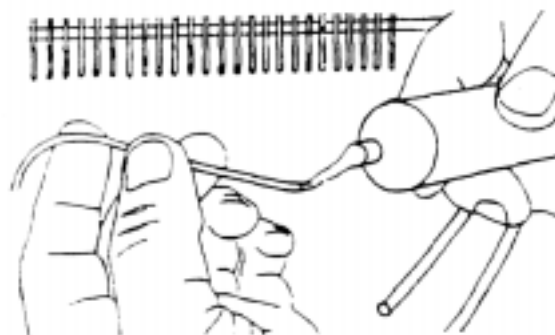


Fig. 31



## Limpeza do sistema

Não deixe de limpar o condensador e o evaporador, principalmente quando o compressor estiver queimado. Utilize o cilindro de carga para dar jatos rápidos de R-12 no *condensador* e aplicar, aproximadamente, 50 gramas de R-12 líquido no *evaporador*.

### Importante !

*Não use álcool para limpeza. Ele provoca a corrosão da tubulação e do próprio compressor.*

## Correção e fechamento do sistema

- Todos os componentes de reposição são fornecidos devidamente lacrados e só deverão ser abertos no ato da aplicação do sistema.
- Caso o problema seja o compressor, preste atenção, pois este é o principal componente de um refrigerador. Tome todos os cuidados para que ele dure muito tempo.
- Não faça testes desnecessários. A fábrica testa todos eles logo após a fabricação. Testes de pressão com o polegar ou com um manômetro prejudicam o compressor, pois podem romper a junta ou, no mínimo, contaminar o óleo com a umidade do ar ambiente. Só retire os tampões dos passadores do compressor na hora de instalá-lo.
- Cuidado para não inverter na hora de instalar! Note que os passadores de sucção e de descarga ficam em posições invertidas nos modelos PW e FF. O passador de processo poderá ser utilizado no desempenho do compressor.

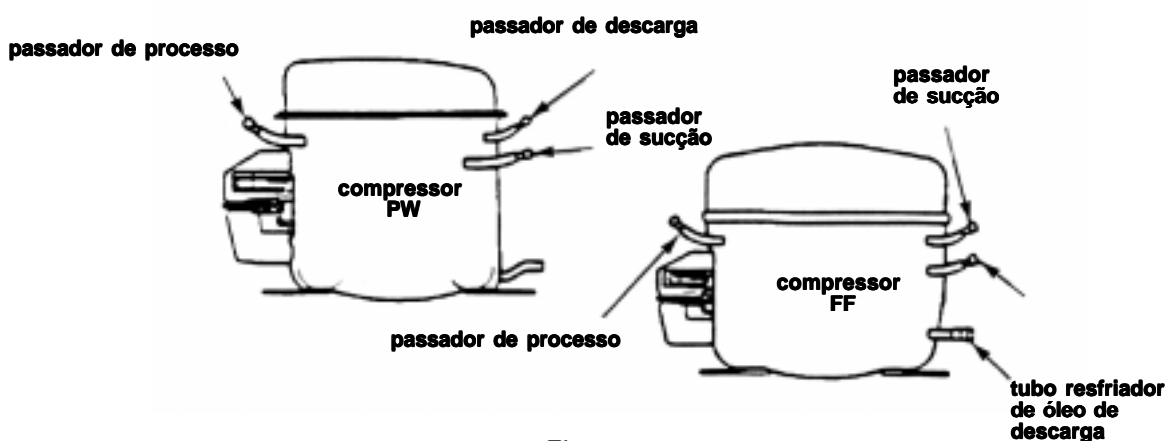


Fig. 32

## Aplicação do novo filtro

- Faça uma pequena curva no capilar, para impedir que penetre excessivamente no filtro.

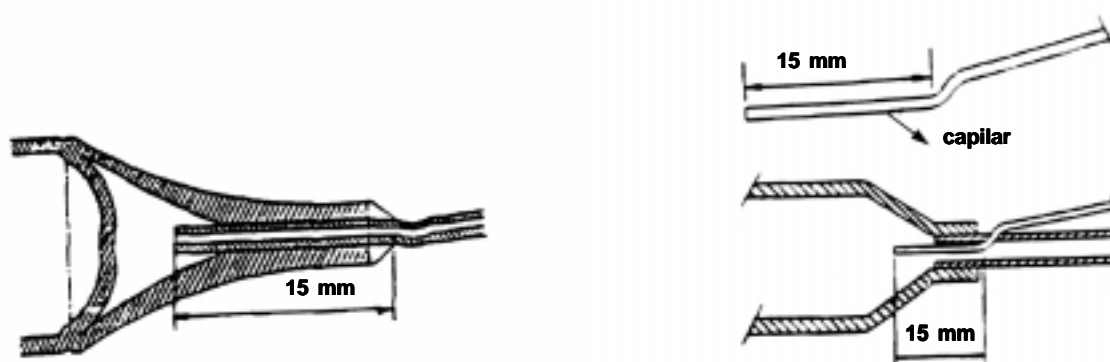


Fig. 33

- Retire os tampões do filtro e solde-os corretamente.

### Cuidado!

- Evite aquecer demasiadamente o filtro e não deixe a solda obstruir o capilar.
- Solde as tubulações — no passador de processo e no passador de processo do filtro.

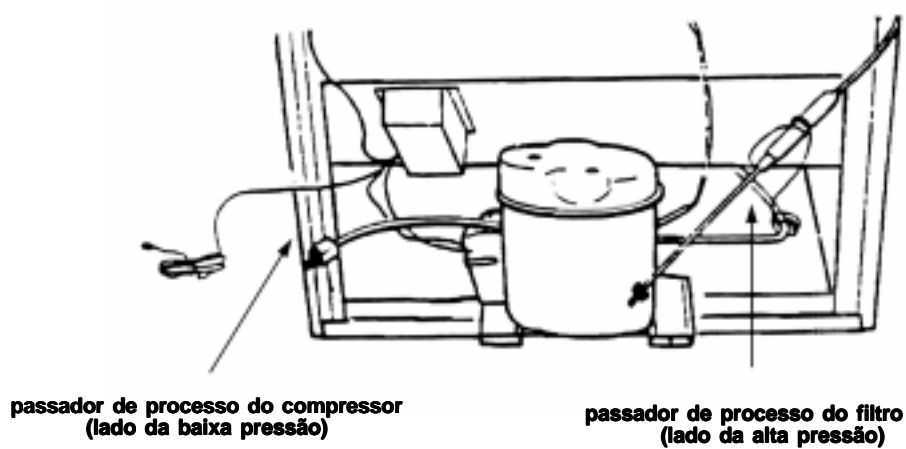


Fig. 34

### Importante !

- Não se esqueça de limpar bem a superfície a soldar.
- Evite entupir de solda a tubulação, principalmente o passador de descarga, para que a junta do compressor não se danifique posteriormente.



## Evacuação do Sistema

Há diferentes opiniões a respeito do melhor meio de realizar a evacuação do sistema. O mais comum é realizá-lo através do passador de processo do compressor, apesar da demora para a obtenção de um baixo vácuo do lado do condensador, devido à resistência oferecida pelo capilar.

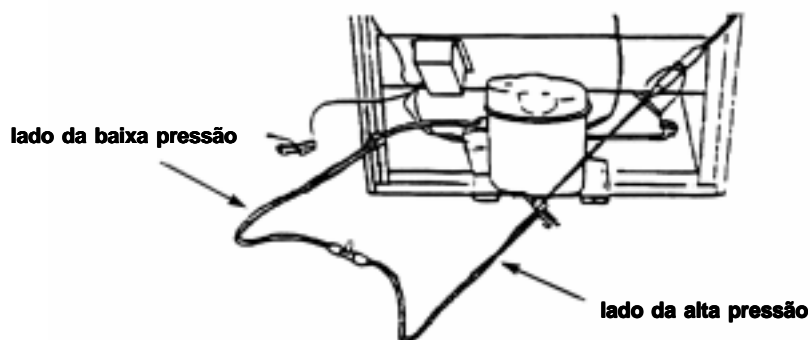


Fig. 35



*Nunca use o compressor como bomba de vácuo. Ele poderá absorver sujeira e umidade, comprometendo o seu funcionamento e sua vida útil. Observe que nenhum compressor fornece vácuo de 500M (mícrons) de mercúrio, necessário ao processo ideal. Portanto, deve ser utilizada uma bomba de alto vácuo.*

## Instalação dos equipamentos

- A. Conecte o conjunto de tubos de processo.
- B. Fixe a mangueira central do jogo de manômetros ao conjunto de tubos.
- C. Conecte a bomba de vácuo na mangueira do lado do manuvacuômetro e o carregador de gás, na mangueira do lado do manômetro.

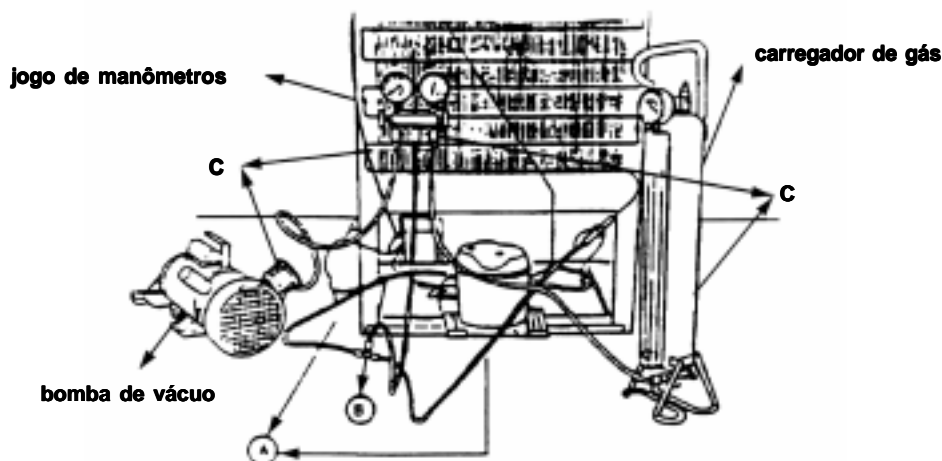


Fig. 36



### Operação de Vácuo

- 1) Ligar a bomba de vácuo.
- 2) Abrir os registros do jogo de manômetros.
- 3) Verificar, no manovacuômetro, se o vácuo está atingindo 28".
- 4) Após 10 minutos, fechar o registro do manovacuômetro; após um minuto, abra-o, verificando se o vacuômetro permanece em 28". Caso contrário, há vazamentos.

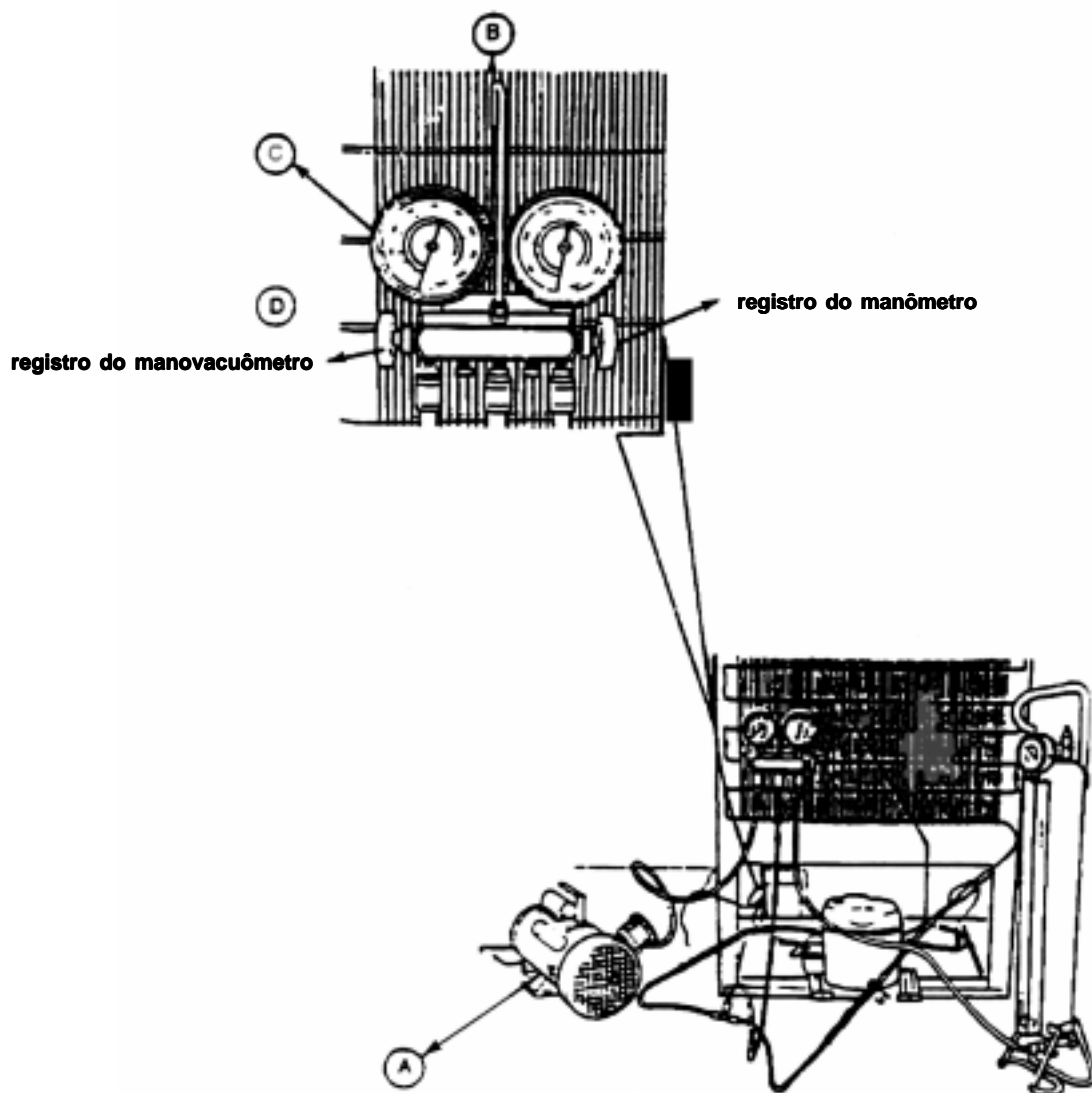


Fig. 37

### Carregar o sistema com refrigerante R-12

- A. Certifique-se da carga exata, conforme especificado.
- B. Desconecte o conjunto do lado do filtro, para não danificá-lo com o gás em alta pressão.
- C. Feche o registro do jogo de manômetros do lado da bomba de vácuo.





*Ao introduzir o refrigerante na forma líquida pela saída inferior do cilindro, mantenha o compressor desligado, para não espumar o óleo ou romper a junta do cabeçote.*

D. Aplique o gás, abrindo o registro de carga até atingir a medida exata. Após, feche-o novamente.

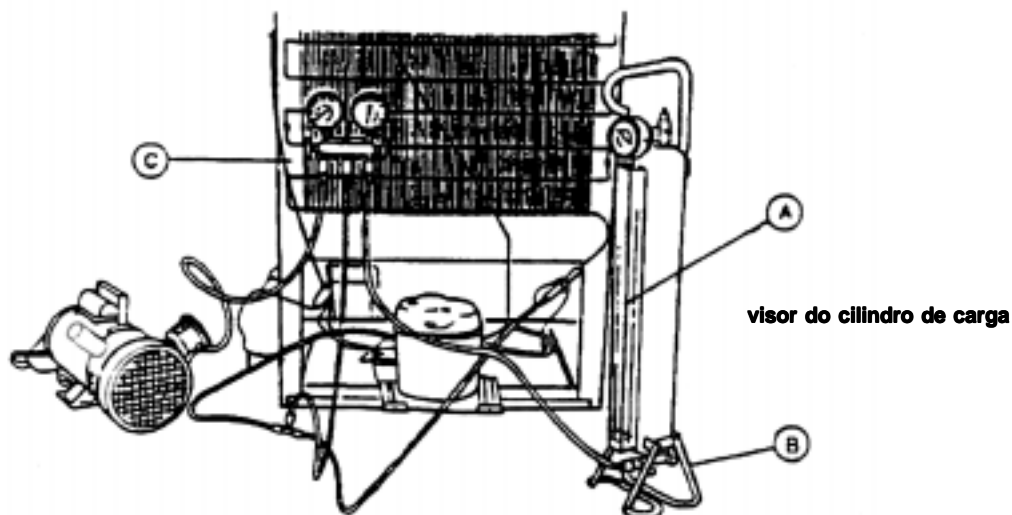


Fig. 38

### Testar vazamentos

Com um detector de vazamentos, verifique todas as soldas do sistema.



Fig. 39



### Selar o sistema hermético

Desconecte o conjunto do lado do compressor.

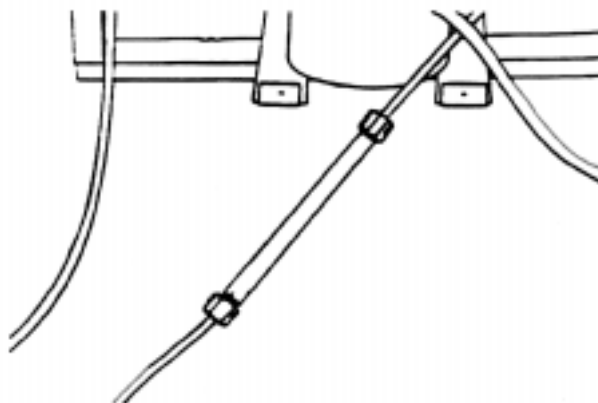


Fig. 40

Com o lacrador de tubos, estrangule os tubos de processo.

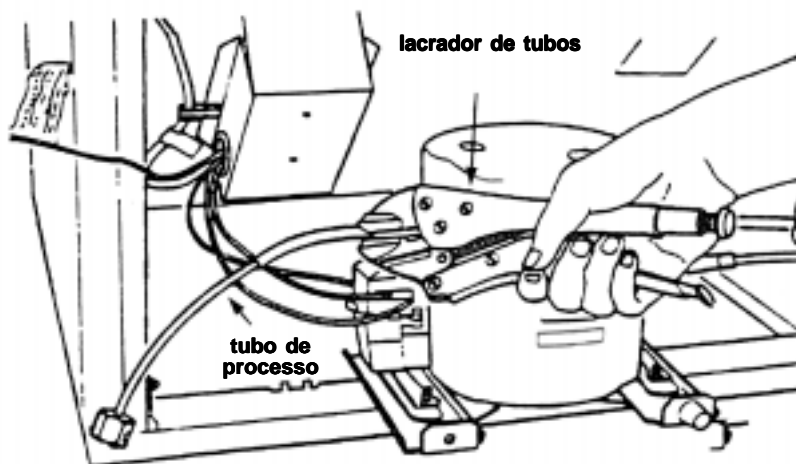


Fig. 41

Retire os engates rapidamente e solde as extremidades dos tubos de processo do compressor e do filtro.



## POSSÍVEIS DEFEITOS EM REFRIGERAÇÃO E RESPECTIVAS SOLUÇÕES

DEFEITO	POSSÍVEL CAUSA	PROCEDIMENTOS
1. O compressor funciona, mas o compartimento do refrigerador não gela eficientemente.	a) Distribuição imprópria de alimentos.	Redistribuir os alimentos para permitir a livre circulação de ar por todo o gabinete. Não empilhamento muito grande alimentos.
	b) Número de aberturas de portas excessivo ou por longo tempo.	Instruir o cliente para elaborar um plano de abertura que tenha o menor tempo possível. Se necessário, ajustar o controle do termostato para uma posição de mais frio.
	c) Combinado localizado próximo a uma fonte de calor.	Remover a fonte de calor ou o combinado. Depois, verificar a vedação da gaxeta das portas e seu alinhamento.
	d) Gaxetas não vedam corretamente.	Verificar, utilizando uma tira de papel; corrigir. Se necessário, substituir a gaxeta.
	e) Luz permanece acesa.	Colocar um lápis entre a gaxeta e o gabinete; verificar o interruptor, substituindo-o, se necessário.
	f) Termostato na posição incorreta.	Verificar a posição do termostato, aumentando-o, se necessário.
	g) Termostato desregulado ou defeituoso.	Substituir o termostato.



	<p>h) Condensador obstruído.</p> <p>i) Vazamento de gás frigorígeno.</p>	<p>Verificar se não existe nada obstruindo o condensador, como: poeira, objetos, toalhas para secar; caso exista, remova-o. Verificar para que no fundo, na parte superior e nas laterais, haja um espaço de pelo menos 10cm, para livre circulação de ar.</p> <p>Localizar o vazamento, repará-lo e proceder à reoperação da unidade selada.</p>
<p>2. Placa fria bloqueada total ou parcialmente por gelo.</p>	<p>a) Termostato.</p> <p>b) Vazamento de gás frigorígeno.</p> <p>c) Resistência de de gelo.</p> <p>d) Vedação da gaxeta da porta.</p>	<p>Verificar; substituí-lo, se necessário.</p> <p>Localizar o vazamento, reparar e proceder à reoperação da unidade selada.</p> <p>Verificar a continuidade e potência dissipada; substituí-la, se necessário.</p> <p>Verificar a gaxeta quanto a aberturas.</p>
<p>3. O compartimento do refrigerador fica muito frio.</p>	<p>a) Termostato na posição incorreta.</p> <p>b) Termostato desregulado.</p> <p>c) Bulbo do termostato solto.</p>	<p>Verificar o ajuste do termostato; colocá-lo em posição mais quente.</p> <p>Substituir o termostato.</p> <p>Fixar o bulbo corretamente.</p>
<p>4. O compressor funciona, mas o compartimento não gela eficientemente.</p>	<p>a) Sobrecarga de alimentos quentes</p>	<p>Verificar a quantidade de alimentos no compartimento (congelador), por carregamento.</p>



	<p>b) Evaporador primário bloqueado com gelo.</p> <p>c) Vazamento de gás frigorígeno.</p>	<p>Orientar o cliente quanto à necessidade de degelo no evaporador primário.</p> <p>Localizar o vazamento, repará-lo e proceder à reoperação da unidade selada.</p>
5. Restrição (entupimento do gás frigorígeno).	<p>a) Umidade.</p> <p>b) Mecânica.</p>	<p>Reoperar a unidade, substituindo o filtro secador.</p> <p>Verificar toda a tubulação e emendas, retirando a restrição ou substituindo a peça.</p>
6. Alimentos secam demasiadamente.	<p>a) Alimentos não estão cobertos convenientemente.</p> <p>b) Termostato.</p>	<p>Verificar os alimentos não cobertos. Eles precisam ser devidamente protegidos. vegetais no hidratador. Para maior preservação, os vegetais devem ser umedecidos e colocados em sacos plásticos.</p> <p>Verificar os alimentos congelados. Todos eles deverão estar hermeticamente fechados ou embrulhados em sacos à prova de umidade.</p> <p>Verificar a posição do termostato; se necessário, ajustá-lo para uma posição mais quente.</p>
7. Água sobre o assoalho.	<p>a) Bandeja evaporadora de água com vazamento (localizada sobre o compressor).</p> <p>b) Tubo de drenagem entupido.</p>	<p>Verificar se a mesma não possui vazamento, corrigindo, se for o caso.</p> <p>Verificar o tubo de drenagem, desobstruindo-o, se necessário.</p>



	<p>c) Tubo de sucção suando.</p> <p>d) Bandeja evaporadora transbordando.</p>	<p>Verificar a posição do termostato; ajustar, se estiver em posição de muito frio.</p> <p>Verificar a carga de gás; purgar, se necessário.</p> <p>Termostato demora a clicar; ajustá-lo ou substituí-lo.</p>
8. O compressor funciona, mas não refrigera.	<p>a) Compressor não comprime.</p> <p>b) Vazamento de gás frigorígeno.</p> <p>c) Entupimento na tubulação.</p>	<p>Substituir o compressor.</p> <p>Localizar o vazamento; repará-lo e proceder à reoperação da unidade.</p> <p>Ver item 5.</p>
9. As luzes ficam fracas quando o compressor parte.	<p>a) Voltagem baixa.</p> <p>b) Conexão elétrica deficiente.</p>	<p>Verificar a tensão da rede; a variação não deve ser superior a 10%.</p> <p>Verificar a fiação elétrica.</p>
10. Sudação interna.	<p>a) Condições de umidade relativa acima das condições normais.</p> <p>b) Alimentos líquidos descobertos ou alimentos quentes colocados no combinado.</p> <p>c) Termostato.</p> <p>d) Gaxeta da porta não fecha eficientemente.</p> <p>e) Circulação de ar deficiente no interior.</p>	<p>Verificar a umidade relativa na sala onde o refrigerador se encontra; ela deverá ser, no máximo, de 90%.</p> <p>Verificar e orientar o cliente.</p> <p>Verificar a temperatura e ajustar o termostato para uma posição mais fria, se necessário.</p> <p>Trocar a gaxeta e/ou regular a porta.</p> <p>Verificar o carregamento de alimentos nas prateleiras.</p>



	f) Condensador obstruído. Verificar a umidade relativa na sala onde o refrigerador se encontra; ela deverá ser, no máximo, de 90%.	Verificar se não existe nada obstruindo o condensador, como poeira, objetos, toalhas para secar, removendo-os.
11. Compressor não funciona.	a) Cabo de alimentação. b) Termostato na posição desligado. c) Fusível da residência abre (defeituoso). d) Voltagem baixa.  e) Termostato defeituoso.  f) Restrição do gás frigorígeno. g) Motor do compressor.	Verificar.  Verificar e ajustar, se necessário.  Substituir o fusível.  Verificar a queda de tensão, que não deve ser superior a 10% da nominal.  Verificar a fiação e conexões do combinado.  Verificar se há extensões; a queda de voltagem pode ser causada por fios finos.  Verificar a continuidade do termostato; substituí-lo, se necessário.  Ver item 5.  Ligar direto o compressor; substituí-lo, se necessário.
12. Compressor não parte.	a) Baixa voltagem.  b) Conexão elétrica deficiente.  c) Relé de partida.  d) Circuito sobrecarregado.	Verificar se há extensões. A queda da tensão pode ser causada por fios finos.  Verificar a fiação.  Verificar, substituindo por outro que esteja perfeito.  O combinado deve ser ligado em tomada única e exclusiva.



13. Umidade condensando na superfície externa do combinado.	a) Operação normal.	Verificar se a umidade relativa do ambiente é maior ou igual a 90%; a sudação é normal e ela irá parar quando a umidade diminuir.
	b) Defeito na isolação.	A umidade estará localizada.
	c) Combinado funcionando em posição de muito frio.	Verificar a posição do termostato.
14. Compressor funciona por muito tempo.	a) Operação normal.	Verificar a temperatura ambiente; o tempo de funcionamento pode ser normal.
	b) Termostato.	Verificar a posição do termostato.
	c) Gaxeta da porta não fecha eficientemente.	Trocar a gaxeta ou regular a porta.
15. Consumo de energia muito alto.	a) Normal nas estações quentes.	Verificar a porcentagem de funcionamento do compressor. Ela poderá ser alta durante as estações quentes.
	b) Controle de temperatura.	Verificar a posição do termostato; ajustar para uma posição mais quente, se necessário.  Verificar a regulação do termostato, substituindo-o, se necessário.
16. Ruído excessivo durante o funcionamento.	a) Piso fraco.	Verificar o piso. Se necessário, colocar um tablado maior que a base do gabinete sob o combinado.
	b) Tubulação vibrando.	Verificar o local gerador do ruído e eliminá-lo.
	c) Peças soltas.	Verificar; calçá-las ou fixá-las corretamente.





17. Lâmpada não acende.	a) Interruptor.  b) Lâmpada queimada.  c) Fios rompidos.	Verificar a continuidade do interruptor e substituí-lo, se necessário.  Substituir a lâmpada.  Verificar a fiação elétrica.
18. Degela enquanto funciona.	a) Restrição do gás frigorígeno.  b) Vazamento do gás frigorígeno.	Ver item 5.  Localizar o vazamento; repará-lo e proceder à reoperação da unidade selada.
19. Odor no refrigerador.	a) Alimentos não estão sendo cobertos devidamente.  b) Alimentos armazenados por muito tempo.  c) O refrigerador deve ser limpo periodicamente ou quando necessário.	Verificar a causa e orientar o cliente.  Instruir o cliente para o devido tempo de armazenagem de cada alimento.  Utilizar solução de bicarbonato de sódio: 3 colheres de chá para cada litro de água.
20. Peças plásticas quebradas.	a) Queda da peça.  b) Limpeza errada da peça.	Orientar o cliente.  Verificar o tipo de limpeza utilizado. Produtos muito alcalinos, abrasivos ou fortes, ocasionam perda do brilho e aumento da fragilidade das peças plásticas.
21. Refrigeração irregular.	a) Compressor defeituoso com baixo rendimento ou não veda a retenção. Neste caso, o evaporador demora para congelar e degela rapidamente.  b) Óleo no evaporador.	Substituir o compressor.          Aquecer o evaporador com vasilhas de água fervente e ligar o refrigerador. Se não resolver, reoperar o conjunto selado, limpando o circuito com gás, substituindo o compressor.

# Bebedouros

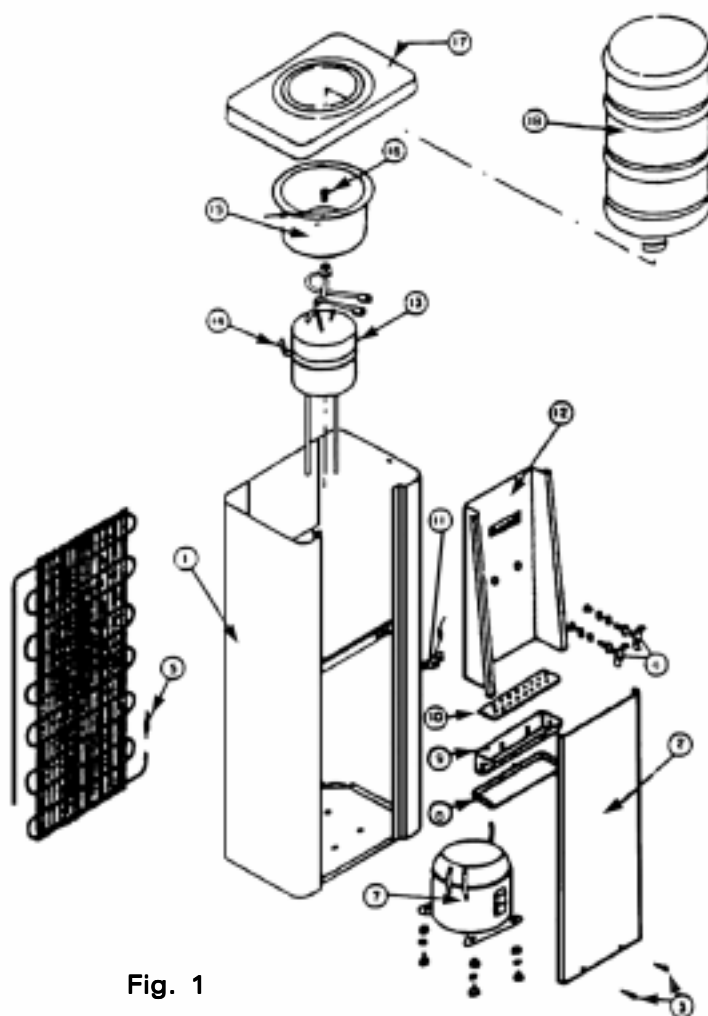
Os bebedouros são aparelhos destinados a filtrar e resfriar a água. Devem ser limpos e higienizados de forma a agradar o usuário.

O seu ciclo de refrigeração é igual ao do refrigerador doméstico.

Podem ser classificados em dois tipos:

- garrafão com refrigeração;
- pressão.

Com refrigeração



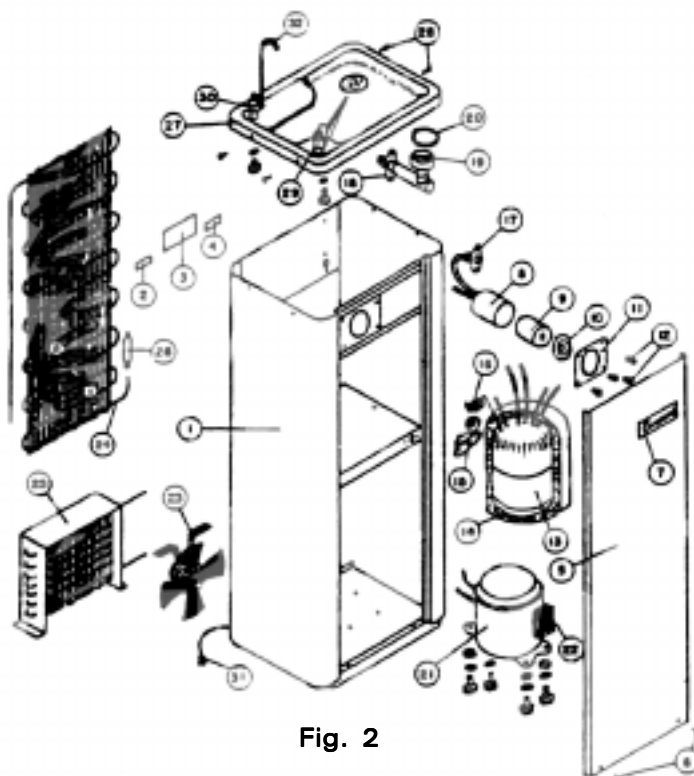
**Fig. 1**



- |   |   |
|---|---|
| <b>1.</b> gabinete pedestal                               | <b>10.</b> aparador de respingos em polietileno |
| <b>2.</b> tampa frontal inferior                          | <b>11.</b> termostato                           |
| <b>3.</b> parafuso para fixação da tampa frontal inferior | <b>12.</b> painel frontal                       |
| <b>4.</b> torneiras                                       | <b>13.</b> caixa d'água em ABS                  |
| <b>5.</b> filtro de gás                                   | <b>14.</b> braçadeira da caixa d'água           |
| <b>6.</b> condensador                                     | <b>15.</b> reservatório em polietileno          |
| <b>7.</b> compressor                                      | <b>16.</b> parafuso do reservatório             |
| <b>8.</b> apoio da canopla                                | <b>17.</b> tampa superior                       |
| <b>9.</b> canopla com polietileno                         | <b>18.</b> garrafão em polietileno              |

Os bebedouros tipo garrafão são usados em locais que não dispõem de rede hidráulica. Os garrafões são colocados de maneira que a água do seu interior desça por gravidade até o evaporador, onde será resfriada.

O evaporador consiste em um reservatório aberto na parte superior, onde será colocado o garrafão; na parte inferior, possui uma saída de água através de uma torneira. Existem bebedouros que possuem duas torneiras: uma para saída da água resfriada do reservatório e outra para a água normal, que vem direto do garrafão, sem passar pelo evaporador.



**Fig. 2**



1. gabinete pedestal
2. plaqueta de entrada
3. plaqueta de identificação
4. plaqueta de saída
5. porta frontal
6. parafuso para fixação do painel dianteiro
7. plaqueta Everest
8. corpo do filtro d'água em latão
9. velo cunho
10. gaxeta do filtro d'água em polietileno
11. tampa do filtro d'água em chapa de aço
12. parafuso para fixação do filtro d'água
13. caixa d'água
14. isolamento térmico
15. termostato
16. capilar
17. união para entrada d'água em ABS
18. união para saída d'água em ABS
19. ralo em polietileno
20. gaxeta do ralo
21. Compressor
22. relé protetor térmico
23. micromotor exaustor
24. condensador p/ EF40
25. condensador p/ EF80 e EF200 com
26. filtro de gás
27. tampa pia
28. parafuso para fixação da tampa pia
29. torneira de jato
30. torneira de copo
31. rabicho com plug
32. bengala para torneira de copo



## Pressão

Os bebedouros tipo pressão fornecem água através de rede hidráulica. Sua instalação à rede hidráulica é feita, geralmente, com rabichos e conexões de  $\frac{1}{2}$ " BSP, e a saída, com tubo PVC de  $\frac{3}{4}$ " ligada ao esgoto.

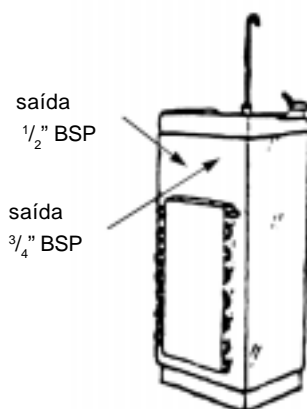


Fig. 3

A água entra sob pressão; é filtrada pelo filtro existente no bebedouro e vai para o reservatório (evaporador), onde será resfriada.

Neste tipo de bebedouro, existem dois tipos de torneira: de boca e enchedor de copo. Ao ser acionada uma delas; a água que está no reservatório sai resfriada. Para regular a quantidade de água há um parafuso na parte frontal das torneiras. Girando no sentido horário, diminui-se a saída de água; no sentido anti-horário, aumenta-se.

A temperatura da água varia em função do consumo pelo usuário. Se o consumo for muito grande, o evaporador não terá tempo suficiente para resfriar a água do reservatório; porém, isto não representa problema para o bebedouro.

A instalação dos bebedouros deve ser em locais de fácil acesso ao usuário: arejados e higiênicos.

O funcionamento e as partes que compõem o bebedouro são iguais aos de um refrigerador doméstico, só diferenciando o evaporador.

## Funcionamento

No evaporador de bebedouros o refrigerante passa por dentro da serpentina e, a água, por fora. O refrigerante entra no evaporador no estado líquido, em uma temperatura muito mais baixa do que a da água. Retira calor desta, resfriando-a e se evapora, retornando ao compressor. Aí, o refrigerante, no estado de vapor, é comprimido, elevando sua pressão e temperatura, e é enviado ao condensador, onde trocará calor com o ar ambiente e se condensará. Ao sair, já condensado, passa pelo filtro, onde ficarão retidas possíveis impurezas, e entra no capilar, que controla a passagem para o evaporador e provoca a queda de pressão, necessária para que o refrigerante se evapore em uma baixa temperatura.



## Partes do bebedouro tipo pressão

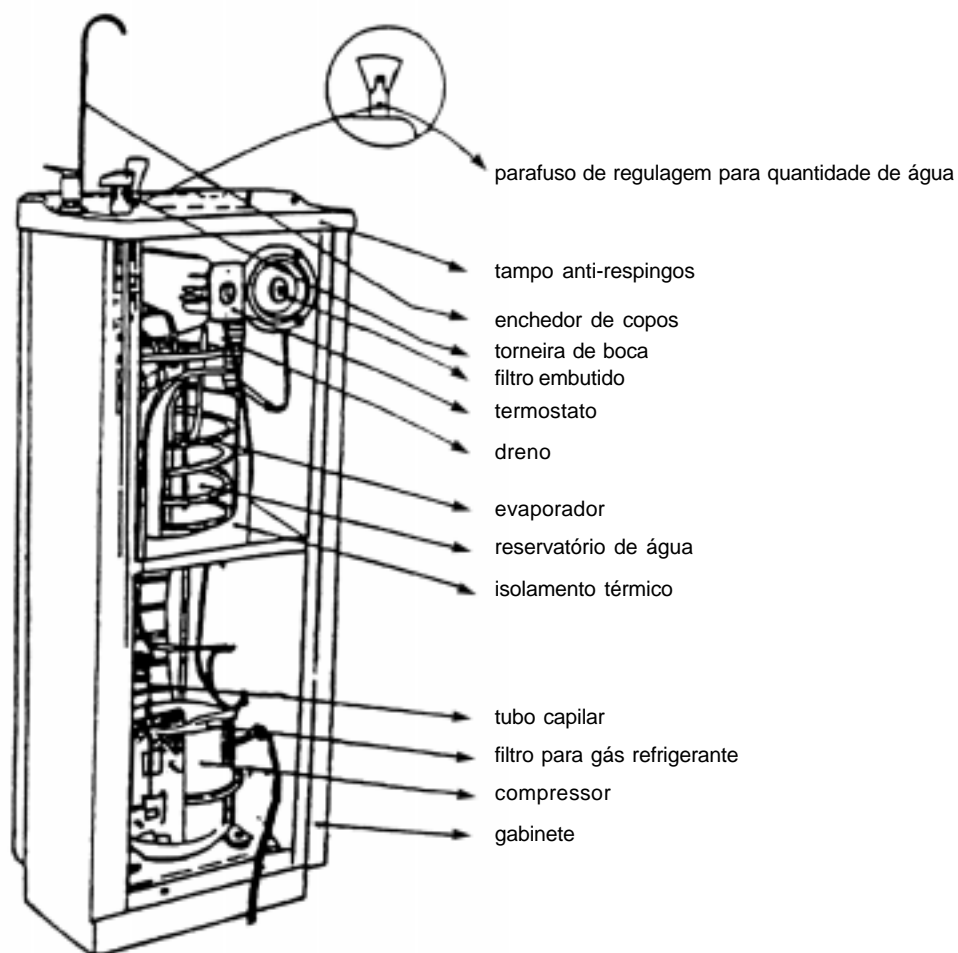


Fig. 4

## Forçador de ar

O forçador de ar é um pequeno motor-ventilador, que trabalha como exaustor do condensador, para que haja uma condensação do refrigerante (circulação forçada). Na indústria de refrigeração é usado como exaustor ou soprador em balcões frigoríficos, evaporadores, unidades de refrigeração e condensadores.



Fig. 5



## Evaporador para bebedouro

O evaporador para bebedouro tem como finalidade resfriar a água potável. É constituído de serpentina de cobre em um reservatório no qual circula o refrigerante, por dentro da serpentina, trocando calor com a água contida no reservatório, resfriando-a. É um recipiente de metal, fechado hermeticamente através de solda, com uma serpentina de tubos de cobre em seu interior, e tubos para a ligação ao circuito da rede hidráulica, conforme mostra a figura abaixo. O evaporador é isolado externamente com isopor, lã de vidro ou lã de rocha, para evitar a sudção externa.

Existem dois tipos de evaporadores para bebedouro:

- tipo pressão;
- tipo garrafão.

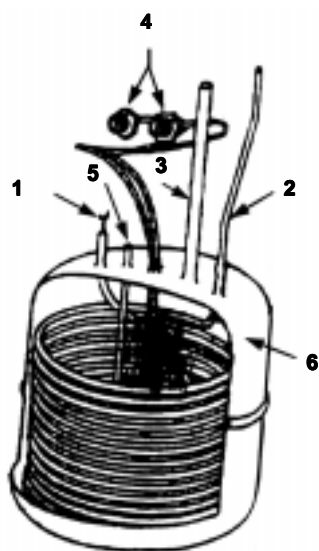


Fig. 6

### Partes do evaporador para bebedouros

1. tubo de entrada do refrigerante na serpentina
2. tubo de saída do refrigerante na serpentina
3. tubo de entrada da água no reservatório
4. tubo de saída da água para torneiras (copo e boca)
5. tubo para colocação do bulbo do termostato (copo)
6. recipiente de metal fechado hermeticamente para água

## Cuidados com o evaporador

- O termostato deve ser bem regulado, para se evitar o congelamento da água.
- O bulbo do termostato deve estar bem posicionado, ou seja, dentro do poço do evaporador.
- O evaporador deve ser isolado, para que não fique prejudicado seu rendimento e para evitar a sudção.



*A falta de atenção para estas observações poderá provocar a ruptura do recipiente de água (evaporador)!*

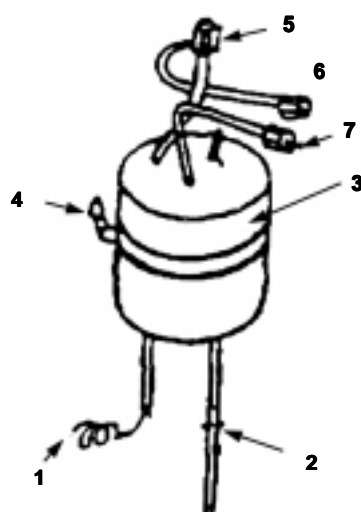


Fig. 7

#### Evaporador de bebedouro tipo garrafão

1. tubo capilar
2. tubo de sucção
3. reservatório de água
4. cinta do isolamento térmico
5. entrada de água no reservatório
6. saída de água normal
7. saída de água resfriada
8. tubo para colocação do bulbo do termostato (poço)

## Condensadores

Uma das partes básicas do sistema de refrigeração é o condensador, que tem como finalidade liberar o calor absorvido no evaporador e o calor acrescentado na compressão. Essa liberação de calor provém da mudança de estado físico, de vapor para líquido. A capacidade de transferência de calor condensado depende da superfície, da diferença de temperaturas existente entre o refrigerante que se condensa e o meio ambiente externo, da quantidade de refrigerante e da condição de transmissão de calor.

Os condensadores resfriados a ar, que são os mais usados em refrigeração doméstica, têm como agente de resfriamento o ar, cuja circulação, através do condensador, pode dar-se de duas maneiras:

- a) por circulação natural;
- b) por circulação forçada.

Por *circulação natural* é normalmente constituída por uma série de aletas de aço, através das quais passa a tubulação. A finalidade dessas aletas é aumentar a superfície de contato com o ar.



Fig. 8





## Circuito hidráulico do bebedouro

No bebedouro tipo pressão, a instalação hidráulica é necessária para que se tenha um ponto de água e uma saída de esgoto.

A instalação do bebedouro à rede hidráulica é feita geralmente com rabichos próprios e com conexões de  $\frac{1}{2}$ "; e a saída para o esgoto, com tubo de PVC de  $\frac{3}{4}$ ".

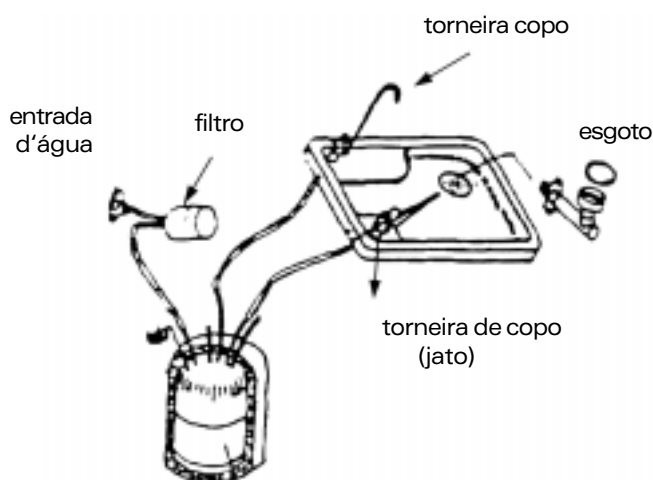


Fig. 9

## Instalar bebedouro na rede hidráulica

Consiste no nivelamento do gabinete e na instalação da rede hidráulica.

1. Nivelar o gabinete do bebedouro.
2. Conectar o rabicho de  $\frac{1}{2}$ " do ponto de água à entrada de água do bebedouro. Verificar para que não haja vazamento de água.
3. Conectar a tubulação do esgoto.

## Carregar unidade selada do bebedouro

É realizado esse procedimento, para dar condições de bom funcionamento à unidade refrigeradora do bebedouro.

1. Descarregar o refrigerante do sistema, fazendo um corte no tubo de serviço. Sempre que houver necessidade de reparos na unidade e a tubulação for aberta, o filtro deverá ser trocado.
2. Soldar o tubo de serviço.
3. Testar vazamento.



4. Evacuar a unidade selada do bebedouro.
5. Conectar o bebedouro à rede hidráulica.
6. Dar carga de refrigerante. Para verificar se a carga de gás está completa, checar a temperatura da água, que deverá estar entre 8°C a 10°C.
7. Fazer o teste final.



# Condicionadores de ar

## Carga térmica

Uma das providências mais importantes na compra de condicionadores de ar consiste na verificação da capacidade dos aparelhos em função do ambiente a ser refrigerado, precaução nem sempre tomada pelo usuário. Cabe ao profissional de refrigeração calcular a carga térmica, para indicar as características do(s) aparelho (s) que melhor se compatibilize (m) com o espaço disponível.

## Cálculo de carga térmica

É a determinação de quantidade de calor que deverá ser retirada de um ambiente, dando-lhe condições climáticas ideais para o conforto humano. Este cálculo normalmente é realizado conforme a Norma NB-158 da ABNT, que prevê uma forma simplificada e com constantes, já definidas para os valores a serem considerados.

O preenchimento correto do formulário simplificado (NB-158) indicará o número de condicionadores de ar a serem utilizados no recinto. Antes de preenchê-lo, o técnico precisa conhecer:

- as dimensões do ambiente a ser condicionado;
- as janelas, as portas e os vãos livres, com as respectivas dimensões;
- o tipo de parede (leve ou pesada);
- o piso;
- a indicação da parede voltada para o sul;
- o número de lâmpadas com a respectiva potência elétrica consumida;
- o número de aparelhos e as respectivas potências elétricas;
- se o recinto está localizado sob telhados ou andares;
- outros elementos que possam interferir na carga térmica.



## Exemplo

Considerando um ambiente com as seguintes dimensões:

8 metros de comprimento;

4 metros de largura;

3,2 metros de altura.

Localizado no 2º andar de um prédio; 4 janelas com cortina, de 2 x 2,5m cada. Neste ambiente, será consumida uma potência elétrica de 480 watts e teremos 4 pessoas frequentando-o constantemente. Com base nestes dados, recomenda-se preencher, também, o formulário simplificado, obedecendo-se ao seguinte critério:

1. Elaborar um croqui com os dados fornecidos.

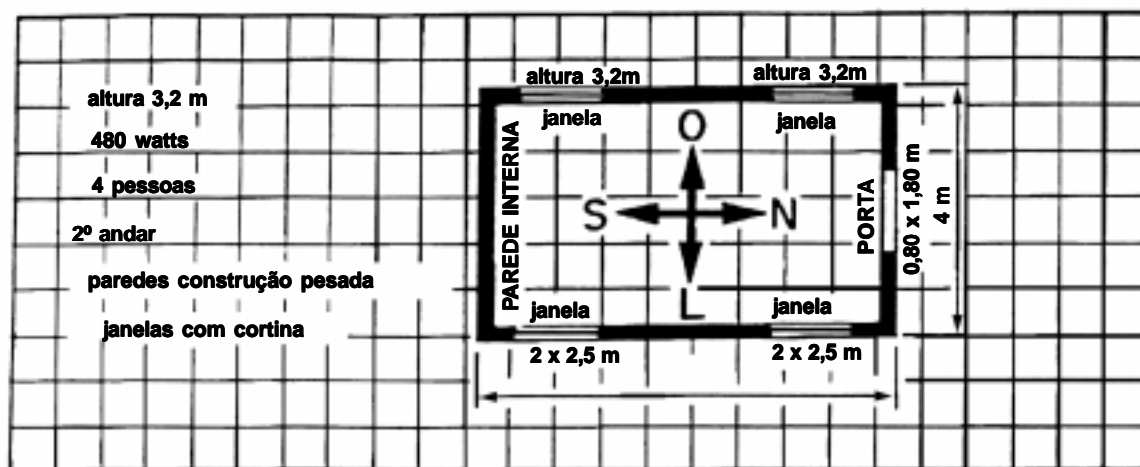


Fig. 1



2. Determinar e somar as áreas das janelas de cada parede e preencher no formulário a coluna "Quantidade", item 1.

**Tabela de comparação: janelas/insolação**

1. Janelas - insolação	Quantidade	Fatores		
		Sem proteção	Com proteção interna	Com proteção externa
Norte	m <sup>2</sup>	240	115	70
Nordeste	m <sup>2</sup>	240	95	70
Leste	10m <sup>2</sup>	270	130	85
Sudeste	m <sup>2</sup>	200	85	70
Sul	m <sup>2</sup>	0	0	0
Sudoeste	m <sup>2</sup>	400	160	115
Oeste	10m <sup>2</sup>	500	220	150
Noroeste	m <sup>2</sup>	350	150	95

### Observações

*Verificar se a janela possui proteção interna ou externa.*

*Compreende-se por proteção interna: persianas, cortinas ou similares; por proteção externa: toldos ou anteparos capazes de proteger da incidência dos raios solares.*

3. Multiplicar os valores anotados na coluna "quantidade" pelas constantes da coluna "fatores" e anotar os resultados na coluna "área x fator".

1. Janelas - insolação	Quantidade	Fatores			kcal/h	
		Sem proteção	Com proteção interna	Com proteção externa	Área x fator	Quantidade x fator
Norte	m <sup>2</sup>	240	115	70	-	
Nordeste	m <sup>2</sup>	240	95	70	-	
Leste	10m <sup>2</sup>	270	130	85	1.300	
Sudeste	m <sup>2</sup>	200	85	70	-	
Sul	m <sup>2</sup>	0	0	0	-	
Sudoeste	m <sup>2</sup>	400	160	115	-	
Oeste	10m <sup>2</sup>	500	220	150	2.200	
Noroeste	m <sup>2</sup>	350	150	95	-	

**Observações**

*Na multiplicação, foram tomados os fatores indicados com proteção interna, pois, como vimos no croqui, as janelas possuem cortinas.*

*Os fatores indicados na coluna "fatores" da planilha são para vidros comuns; para tijolos de vidro, multiplique o fator a usar por 0,5.*

4. Somar os valores obtidos na coluna área x fator, anotando-os na coluna kcal/h (quantidade x fator).

1. Janelas - insolação	Quantidade	Fatores				kcal/h
		Sem proteção	Com proteção interna	Com proteção externa	Área x Fator	Quantidade x Fator
Norte	m <sup>2</sup>	240	115	70	-	3.500
Nordeste	m <sup>2</sup>	240	95	70	-	
Leste	10m <sup>2</sup>	270	130	85	1.300	
Sudeste	m <sup>2</sup>	200	85	70	-	
Sul	m <sup>2</sup>	0	0	0	-	
Sudoeste	m <sup>2</sup>	400	160	115	-	
Oeste	10m <sup>2</sup>	500	220	150	2.200	
Noroeste	m <sup>2</sup>	350	150	95	-	

- Para dormitórios ou ambientes de uso exclusivamente noturno, a insolação não deve ser considerada.

5. Determinar as áreas das janelas de transmissão (item 2 do formulário simplificado); multiplicar pelo fator correspondente (50 para vidro comum, 25 para tijolo de vidro) e anotar na coluna kcal/h (quantidade x fator).

Calor recebido	Quantidade	Fatores	kcal/h
2. Janelas - transmissão	-	-	-
Vidro comum	10 m <sup>2</sup>	50	500
Tijolo de vidro	m <sup>2</sup>	25	-



6. Determinar as áreas das paredes e anotar a soma dos resultados obtidos na coluna "Quantidade" do item 3 no formulário.

### Observações

a) Considerar as posições do sol pela manhã e à tarde, para determinar a parede sul.

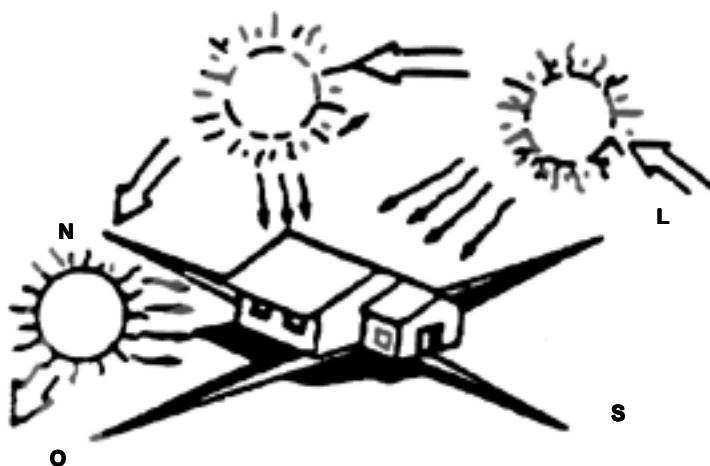


Fig. 2

- b) As portas (até 1,5m de largura) devem ser consideradas como parte da parede.
- c) As paredes sombreadas constantemente por construções adjacentes devem ser consideradas como exposição "sul".
- d) Parede sombreada por árvores não deve ser considerada, pois a situação poderá ser provisória.
- e) As paredes próximas a ambientes condicionados não devem ser consideradas.
- f) Parede de construção leve é considerada a de espessura inferior a 15cm; de construção pesada, a de mais de 15cm de espessura.



7. Multiplicar os valores obtidos na coluna "Quantidade" do item 3 pelas constantes indicadas no formulário e anotar na coluna kcal/h os resultados.

Calor recebido	Quantidade	Fatores		kcal/h
<b>3. Paredes</b>		Construção leve	Construção pesada	
a) Paredes externas				128
– orientação sul	12,8m <sup>2</sup>	13	10	
– outras orientações	51,2m <sup>2</sup>	20	12	614,4 = 614
b) Paredes internas (Não considerar paredes em ambientes condicionados).	12,8m <sup>2</sup>	8		102,4 = 102

8. Determinar a área do teto, anotar na coluna "Quantidade" e multiplicar o resultado anotado pela constante indicada na coluna "Fatores"; anotar o resultado obtido na coluna "kcal/h" do formulário.

Calor recebido	Quantidade	Fatores	kcal/h
<b>4. Teto</b>			
– em laje	m <sup>2</sup>	75	
– em laje c/2,5cm de isolamento ou mais	32m <sup>2</sup>	60	416
– entre andares	m <sup>2</sup>	13	
– sob telhado isolado	m <sup>2</sup>	18	
– sob telhado sem isolamento	m <sup>2</sup>	40	

### Observações

1. Deverá ser utilizado somente um dos subitens do item 4 do formulário simplificado.
2. Escolha o que melhor se assemelha ao seu caso, pois a construção poderá ser térrea ou estar entre andares e receber a isolamento do telhado ou lajes.

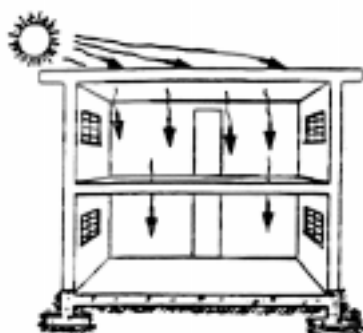


Fig. 3





9. Determinar a área do piso, anotar na coluna "Quantidade" e, em seguida, multiplicar pela constante indicada na coluna "Fator", anotando na coluna kcal/h o resultado obtido.

Calor recebido	Quantidade	Fator	kcal/h
5. <b>Piso</b> (exceto os diretamente sobre o solo)	32m <sup>2</sup>	13	416

**NOTA:** O piso instalado diretamente sobre o solo não deve ser considerado.

10. Verificar o número de pessoas que normalmente ocuparão o ambiente; anotar na coluna "Quantidade" e multiplicar pela constante da coluna "Fator"; anotar o resultado na coluna "kcal/h".

	Quantidade	Fator	kcal/h
6. <b>Pessoas</b> Número de pessoas	04	150	600

11. Determinar a potência (watts) consumida pelas lâmpadas ou aparelhos elétricos existentes no ambiente condicionado; anotar na coluna "Quantidade"; multiplicar pela constante indicada na coluna "Fator". O resultado obtido deverá ser anotado na coluna "kcal/h".

	Quantidade	Fator	kcal/h
7. <b>Iluminação e aparelhos elétricos</b>	480w	1	480

12. Determinar as áreas ou vãos das portas que irão permanecer constantemente abertas para recintos não condicionados. Anotar na coluna "Quantidade" e, em seguida, multiplicar pela constante da coluna "Fator". O resultado deverá ser colocado na coluna "kcal/h".

	Quantidade	Fator	kcal/h
8. <b>Portas ou vãos</b> que permanecerão constantemente abertos.	m <sup>2</sup>	150	

#### Observação

*Quando a largura ou vão for superior a 1,5m, o recinto próximo não condicionado deve ser considerado no cálculo de carga térmica.*



13. No item 9 do formulário temos a soma que nos indicará os subtotais dos resultados obtidos na coluna "kcal/h" (Quantidade x Fator).

Somados todos os resultados do exemplo dado, teremos:

$$\begin{array}{ccccccccccc} 3.500 & + & 500 & + & 844 & + & 416 & + & 416 & + & 600 & + & 480 & = & 6.756 \\ \uparrow & & \uparrow & & \uparrow & & \uparrow & & \uparrow & & \uparrow & & \uparrow & & \uparrow \\ \text{janelas} & & \text{janelas} & & \text{paredes} & & \text{teto} & & \text{piso} & & \text{pessoas} & & \text{watts} & & \text{kcal/h} \\ \text{insolação} & & \text{transmissão} & & & & & & & & & & & & \end{array}$$

14. Ao subtotal obtido (6680 kcal/h) deverá ser aplicada a correção indicada no mapa, conforme a figura.

6756 kcal/h x 0,85 (fator de correção) = 5742 kcal/h.



Fig. 4

15. O resultado final será de 5.742 kcal/h.

### Observações

*Como não existe no comércio aparelho com essa capacidade exata, deverá ser usado o de capacidade imediatamente superior ou colocar dois aparelhos, cuja soma das capacidades seja igual ao resultado final.*



## Formulário para cálculo de carga térmica

NOME							
RESIDÊNCIA			APTO		FONE:		
ENDEREÇO COMERCIAL					FONE:		
CIDADE/BAIRRO:							
PROCEDÊNCIA DO CALOR		QUANTIDADE	FATORES DE MULTIPLICAÇÃO			KCAL/M	
1 - JANELAS (CALOR RECEBIDO DIRETAMENTE DO SOL)			A	B	C	D	
			SEM CORTINAS	COM CORTINAS	COM TOLDOS	ÁREA À FATOR	
NORTE		M²	240	118	70		
SUL		M²	0	0	0		
LESTE		M²	270	130	85		
OESTE		M²	500	220	150		
NOROESTE		M²	350	150	95		
NORDESTE		M²	240	95	70		
SUDOESTE		M²	400	100	115		
SUDESTE		M²	200	85	70		
2 - JANELAS (CALOR RECEBIDO POR CONDUÇÃO ANOTE A ÁREA TOTAL DE TODAS AS JANELAS)							
VIDRO COMUM		M²	50				
TIJOLO DE VIDRO		M²	25				
3 - PAREDES							
A) PAREDES EXTERNAS (DIREÇÃO AO SUL)		M²	12				
OUTRAS DIREÇÕES (NORTE LESTE OESTE)		M²	8				
B) PAREDES INTERNAS (NÃO CONSIDERAR PAREDES ENTRE AMBIENTES CONDICIONADOS)		M²	60				
4 - TETO							
USE UM SÓ FATOR							
A) LAJE EXPOSTA AO SOL EM SOLAÇÃO		M²	60				
B) LAJE EXPOSTA AO SOL COM 3 CM OU NORTE LESTE OESTE)		M²	35				
C) ENTRE ANDARES		M²	13				
D) SOB TELHADO SEM ISOLAÇÃO		M²	40				
E) SOB TELHADO COM ISOLAÇÃO		M²	18				
5 - PISO (NÃO CONSIDERAR OS PISOS DIRETAMENTE SOBRE O SOLO)			M²	13			
6 - NÚMERO DE PESSOAS		M²	150				
7 - LÂMPADAS DE EQUIPAMENTOS ELETR		M²	1.0				
8 - PORTAS E VÃOS (CONSTANTEMENTE ABERTOS PARA ESPAÇOS SEM CONDICIONAMENTO)		M²	150				
9 - CARGA TÉRMICA PARA SELEÇÃO DE CONDICIONADOR EM KCL H			SUB-TOTAL				
10 - CARGA TÉRMICA SUB-TOTAL (ITEM 9) X			FATOR DO MAPA (VIDE VERSO)			TOTAL	
<b>NOTAS:</b> OS FATORES A B C DO ITEM 1 SÃO APLICÁVEIS A VIDROS COMUNS PARA TIJOLOS DE VIDRO. MULTIPLIQUE TAIS FATORES POR 0,5. ANOTE NA COLUNA "E" SOMENTE O MAIOR VALOR DA COLUNA "D"							
<b>APARELHO(S) RECOMENDADO(S)</b>							
<input type="checkbox"/> 1750 KCAL/H 7.000 BTU	<input type="checkbox"/> 4.500KCAL/H 18.000 CAL/H	<input type="checkbox"/> CICLO FRIO	<input type="checkbox"/> 127 VOLTS				
<input type="checkbox"/> 25.000 KCAL/H 1.000 BTU	<input type="checkbox"/> 21.000 BTU						
<input type="checkbox"/> 3.000 KCAL/H 12.000 NTU	<input type="checkbox"/> 30.000 BTU	<input type="checkbox"/> CICLO FRIO	<input type="checkbox"/> 127 VOLTS				
CALCULADO POR: _____ DATA: _____							



## Instalação do condicionador de ar

O bom funcionamento de um condicionador de ar depende, em grande parte, de uma boa instalação. O instalador consciente deve conhecer bem o produto.

Caso o levantamento de carga térmica já tenha sido efetuado será bom refazê-lo, pois são alguns minutos que evitam grandes aborrecimentos no futuro e, além disso, é de muita importância para a instalação do modelo certo.

## Procedimentos para a instalação do condicionador de ar

1. Antes de mais nada, o instalador deverá desmontar o condicionador para verificar se não houve avarias.

**Desmontagem do gabinete do painel.**

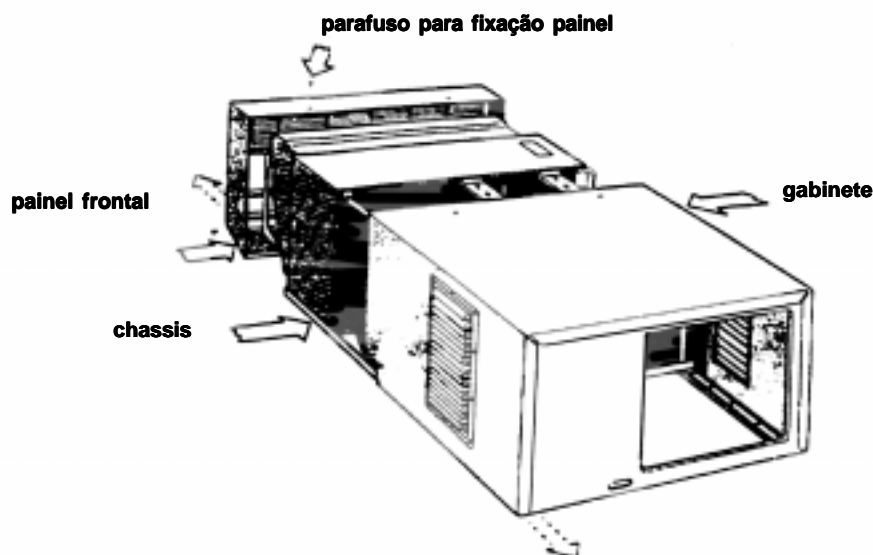


Fig. 5

- Retirar o gabinete (capa externa) do condicionador de ar, da seguinte maneira:
  - soltar os parafusos laterais e superiores que fixam o painel, retirando-os;
  - puxar o gabinete pela outra extremidade.
- O ventilador deve girar bem, sem bater em qualquer parte do condicionador. Certificar-se disso, acionando-o com a mão.
- Verificar, também, se os tubos de cobre estão roçando no gabinete, causando problemas de



ruído. Em caso positivo, o instalador deve tomar as devidas providências.

2. Verificar se a rede elétrica está em boas condições.

## Cuidados especiais na preparação do local

- Se as emendas dos fios forem feitas, evitam-se curtos circuitos ou queda de voltagem. Tapetes e móveis devem ser afastados e cobertos, quando necessário.

## Localização do aparelho

O condicionador de ar deverá ser instalado em local que permita o contato direto das venezianas laterais com o ar exterior. Como o ar frio desce e o ar quente sobe, recomenda-se instalar o condicionador de ar na altura média da sala (entre 1,5m a 1,8m do piso).

Na figura abaixo, observa-se a área recomendada para a instalação, devendo o aparelho ser afastado pelo menos 50 cm de qualquer canto, para uma melhor distribuição de ar frio dentro do ambiente.

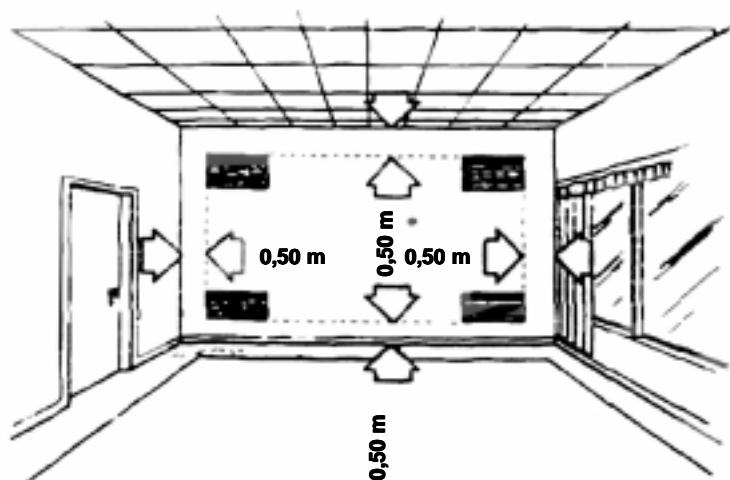


Fig. 6

- O condicionador de ar deverá ser instalado longe de cortinas ou de qualquer outro obstáculo que impeça a perfeita circulação do ar.
- Instalá-lo em local de fácil acesso aos controles do aparelho e ao filtro de ar, para limpeza.
- Ao efetuar a demarcação do local, não sujar a parede onde deverá ser preparada a abertura para a instalação do condicionador.
- Ao efetuar a abertura, remover com cuidado os tijolos, evitando poeiras e destruição da parede além dos limites demarcados.



- Cimentar os tacos (um de cada lado) para a fixação do caixilho, que já deverá estar pronto.

### Instalação em parede (dimensões em centímetro)

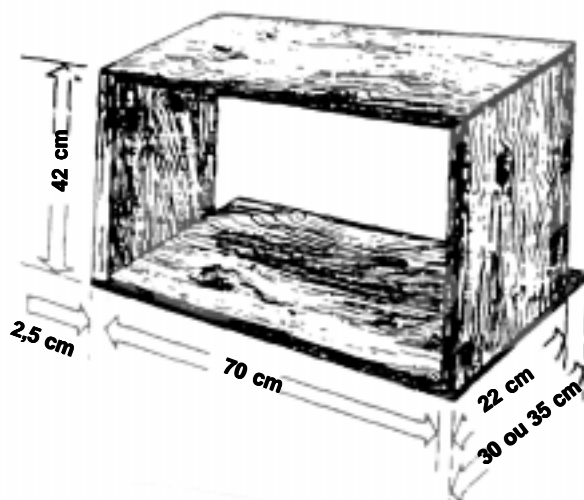


Fig. 7

Na parede, com o local escolhido livre de pilares e vigas, fazer uma abertura de 50cm x 80cm em sentido horizontal, chumbando 2 tacos de madeira. Cuidado com as canalizações de água e eletrodutos!

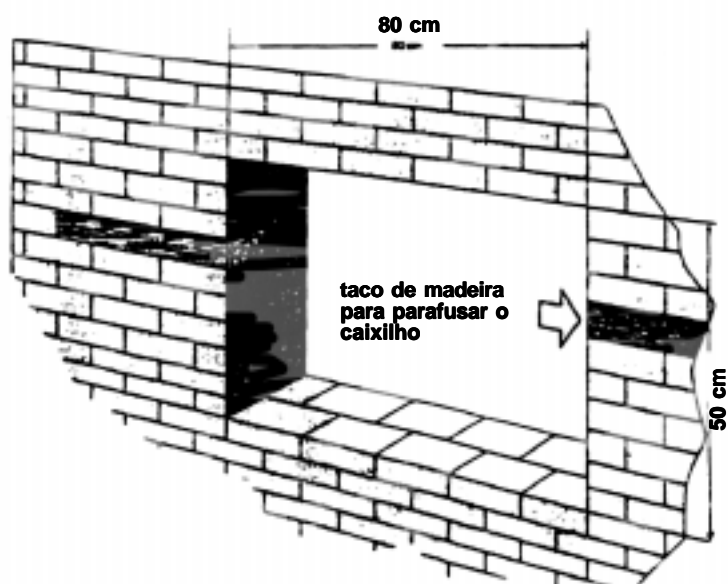


Fig. 8



Se a parede for muito espessa, observar o descrito na figura abaixo.

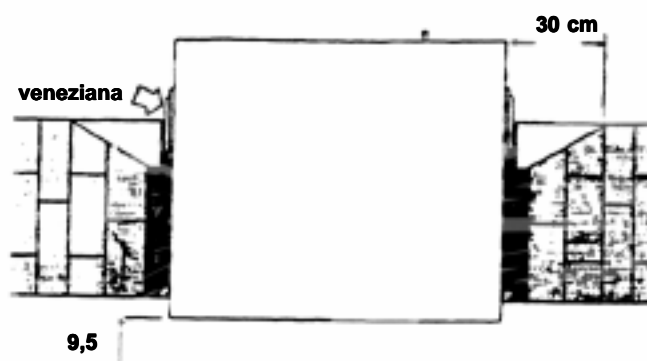


Fig. 9

Em parede grossa, no lado externo da abertura deve ser feito um chanfro longitudinal de 30cm, desde o limite do caixilho (22cm de largura) até a extremidade da parede (figura acima), para desobstrução das venezianas.

Após a colocação do caixilho na abertura com a inclinação de 6mm a 8mm para o lado externo, colocar o gabinete; fixando-o no caixilho com parafusos para madeira. Verificar se a inclinação do gabinete está correta (6mm a 8mm lado externo).

- Depois de o cimento estar seco, fixar o caixilho aos tacos por parafusos de madeira e fixar a capa externa com parafusos.
- Deve-se tomar muito cuidado ao colocar-se o aparelho na capa, o que requer sempre mais de uma pessoa.
- Colocar o painel e efetuar a regulação necessária; ligar o condicionador e observar o seu funcionamento.
- Medir **sempre** a voltagem, antes de ligar o condicionador de ar pela primeira vez.
- Observar a inclinação de 6mm a 8mm para a parte externa.

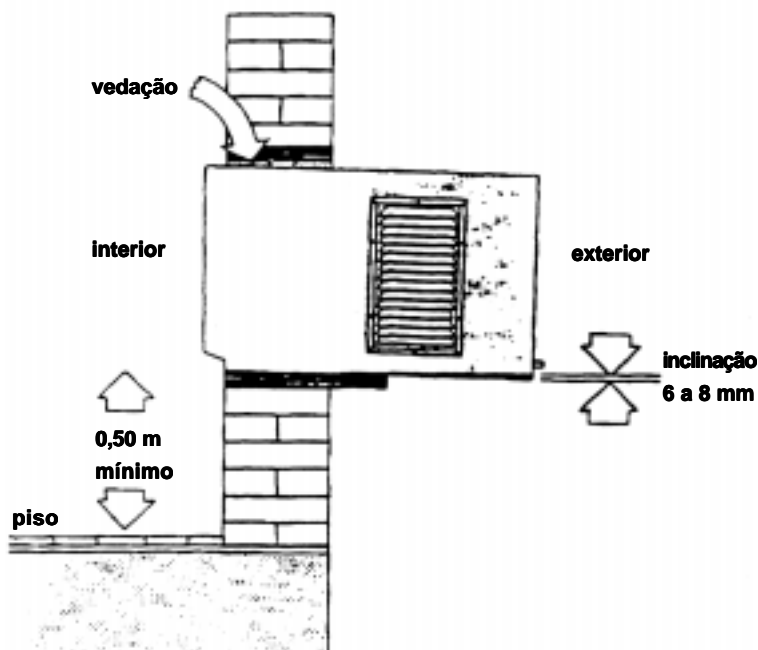


Fig. 10



- A parte dianteira do gabinete deve ficar saliente na parede interna, para o perfeito encaixe do painel.
- Entre o caixilho e o gabinete deve ser colocada uma vedação que pode ser de feltro grosso ou plastispuma, para evitar a passagem de ar.
- Para um bom acabamento entre a abertura na alvenaria e o painel do condicionador, aconselha-se a colocação de uma moldura de arremate (a gosto do proprietário e de acordo com a decoração do ambiente).

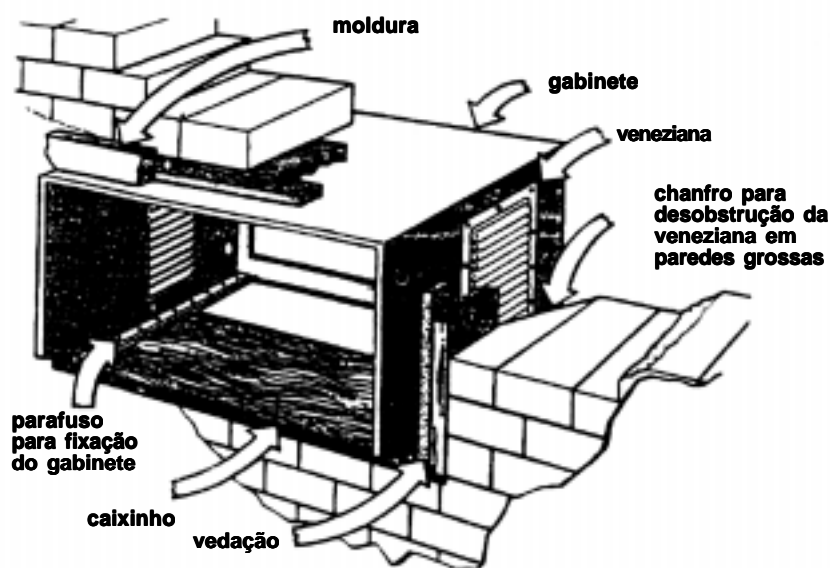


Fig. 11

- A incidência direta dos raios solares não é aconselhável para o bom funcionamento do aparelho; aconselha-se instalar uma proteção sobre o condicionador, do lado externo.

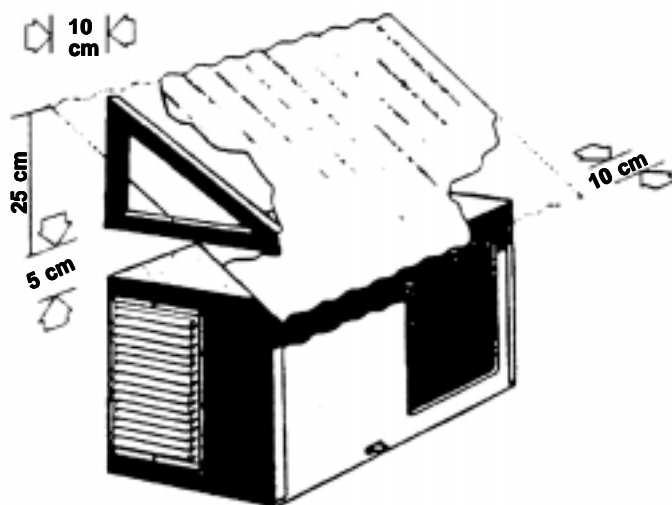


Fig. 12





## Instalação em janelas

Quando for necessária a instalação em janelas, recomenda-se, sempre que possível, apoiar o aparelho sobre o peitoril, para uma melhor fixação e segurança.

1. Seguir as mesmas instruções para instalação em paredes, utilizando um caixilho (com menor profundidade).
2. Para fixar bem o aparelho na janela, utilizar suportes de ferro que serão fixados na parte externa e sobre os quais o aparelho deverá ser apoiado.

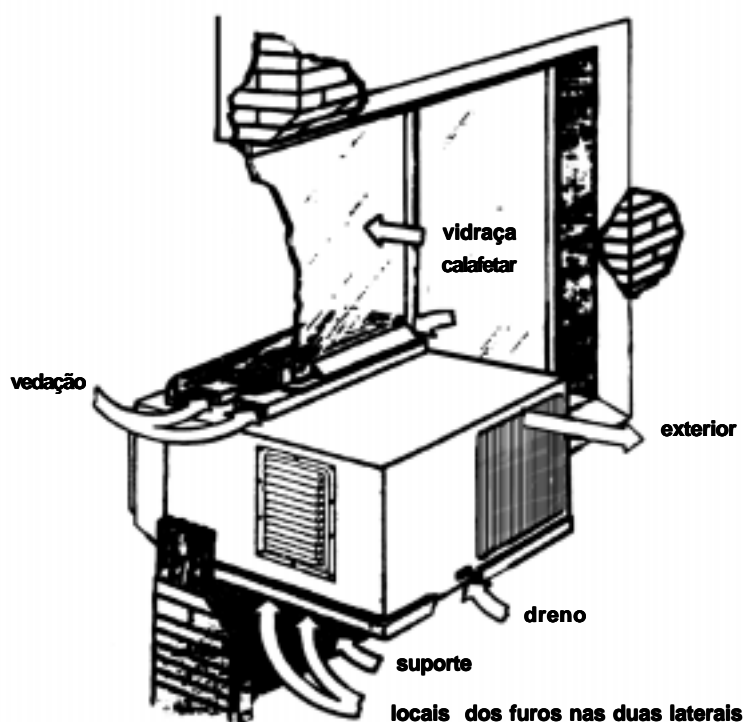


Fig. 13

Para se evitar vibrações, o condicionador deverá ser bem fixado na janela, colocando-se apoios de borracha entre o fundo do aparelho e os suportes de ferro. Se houver frestas na janela, em decorrência da instalação, fazer uma vedação com feltro ou plastispuma.

Observar que, na parte interna, o aparelho deve ficar livre de cortinas, venezianas e persianas, para não se obstruir o fluxo de ar.



## Instalação em vitrôs

Para esta instalação, não é necessário o caixilho de madeira. Requer, no entanto, uma estrutura bem feita, onde o aparelho possa ser bem apoiado, conforme sugestão apresentada na figura abaixo.

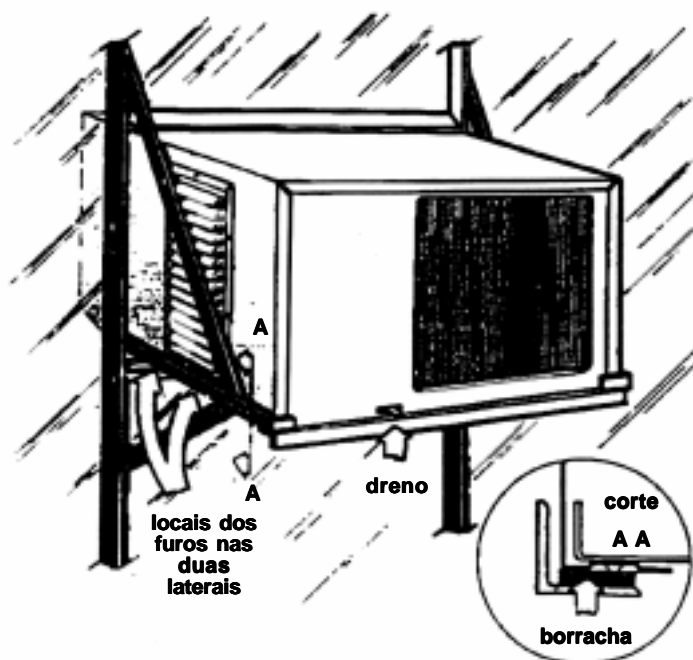


Fig. 14

- O aparelho deve ser fixado e apoiado sobre calços de borracha, para se evitar vibrações.
- Aconselha-se o menor contato possível com os vidros.
- Aconselha-se também estudar bem o vitrô e entregar o serviço a um serralheiro ou vidraceiro pois, na maioria dos casos, é necessário cortar ou substituir vidros, bem com soldar novas estruturas metálicas.
- Fazer dois ou três furos de diâmetro 6mm ou 7mm na área assinalada, para permitir a drenagem da água pluvial que iria prejudicar (enferrujar) a cantoneira e o gabinete.

## Conjunto do circuito refrigerante

### Constituição

O conjunto do circuito refrigerante ou unidade selada de refrigeração é constituído fundamentalmente de:



- compressor hermético;
- evaporador;
- condensador;
- tubo capilar.

O compressor hermético, o evaporador e o condensador são interligados e montados na base.

Os componentes de interligamento são:

- tubo de descarga;
- filtro;
- tubo capilar;
- tubo de sucção.

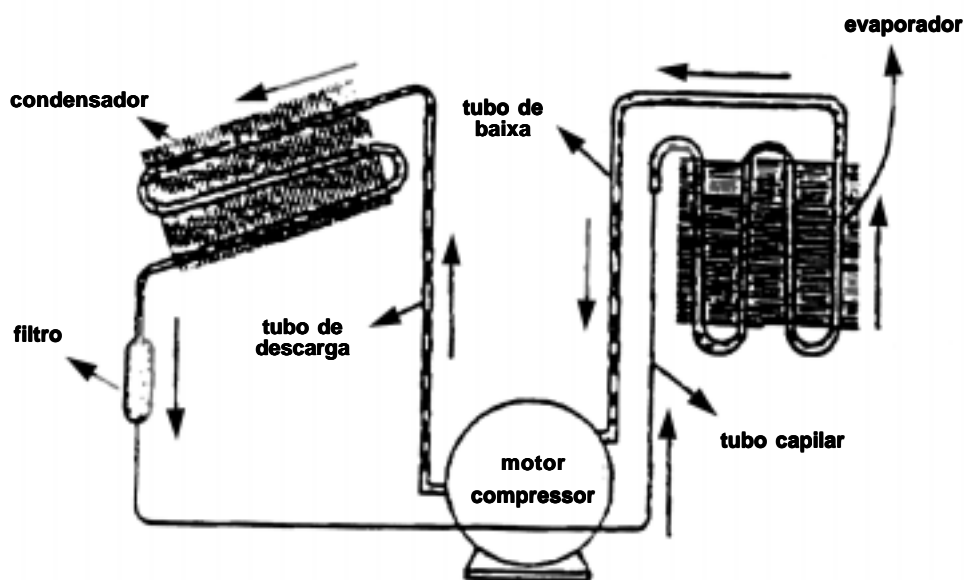


Fig. 15

## Compressor hermético

Consta de um motor elétrico e de um compressor. O motor elétrico tem potência que varia desde 3/4cv a 3cv, em aplicação doméstica. São motores de indução, monofásicos, de 2 ou 4 pólos, que funcionam em tensão elétrica de 110V ou 220V. O compressor é do tipo alternado (com êmbolo, cilindro e biela). Sua função é fazer circular o refrigerante (geralmente R-22).

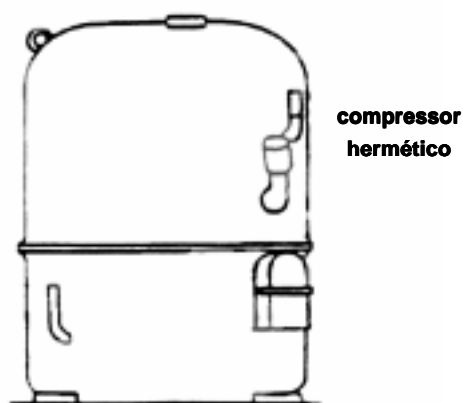


Fig. 16

## Evaporador

O evaporador dos aparelhos condicionadores de ar domésticos são do tipo aletado, com circulação de ar forçada por um ventilador.



Fig. 17

É fabricado com uma serpentina de cobre, na qual estão presas chapas delgadas de alumínio, chamadas aletas. No evaporador, onde a pressão interna é menor, o refrigerante injetado pelo tubo capilar ferve e evapora, extraíndo calor do ar que circula pela superfície externa da serpentina e das aletas.

A distância entre as aletas é aproximadamente de 1,8mm. O evaporador é semelhante ao condensador, na aparência externa. O nome de cada um sugere a sua principal função: o evaporador é a peça em cujo interior ferve e evapora o líquido refrigerante. No interior do condensador, como já vimos, o refrigerante se condensa.

Os mesmos cuidados indicados para o evaporador são válidos para o condensador.

- Manter o evaporador livre de pó ou outra sujeira (não pôr em funcionamento o aparelho sem filtro).
- Manter as aletas alinhadas, não colocando unidades refrigeradoras umas sobre as outras, para não amassar as aletas.
- A ventilação através do evaporador deverá ser mantida na vazão normal.



## Condensador

O condensador dos aparelhos de ar condicionado doméstico é do tipo resfriado a ar, com circulação forçada.

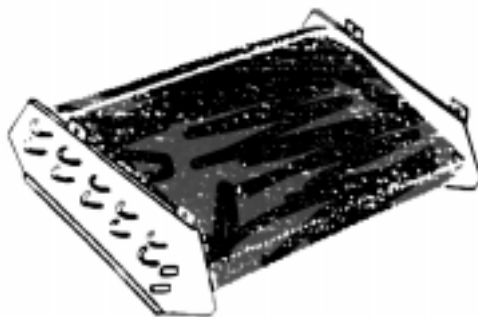


Fig. 18

Constitui-se de uma serpentina de tubos de cobre que atravessam uma série de lâminas delgadas, de alumínio, chamadas aletas. Estas estão distanciadas uma das outras por 1,8mm, aproximadamente. O conjunto, assim formado, é fixado em dois suportes laterais.

O vapor do refrigerante comprimido e aquecido é injetado pela parte superior do condensador, provindo do tubo de descarga. Circula pela serpentina do condensador, onde perde calor pela ação dissipadora das aletas e do ar que circula através da serpentina e das aletas, forçado pelo ventilador. Perdendo calor, o refrigerante vai condensando-se à medida que percorre a tubulação até que, na parte inferior do condensador, é encontrado em estado líquido.

A ação dissipadora das aletas será reduzida se elas forem amassadas, obstruídas pela sujeira ou quando o ar não circular normalmente. O condensador é, pois, parte da unidade refrigeradora onde o refrigerante, no estado de vapor, se liquefaz pela perda do seu calor latente de condensação. O refrigerante sai do condensador em estado líquido e penetra no filtro.

## Tubo de descarga

É geralmente feito de um tubo de cobre. Recebe o refrigerante bombeado pelo compressor, de onde sai comprimido, no estado gasoso e com temperatura bem acima da temperatura ambiente. Liga-se do compressor à parte do condensador, por onde entra o vapor do refrigerante.

## Filtro

O filtro é o dispositivo instalado no circuito do refrigerante para reter a sujeira em suspensão. Por mais limpo que seja o sistema, internamente, ainda há a possibilidade de aparecerem resíduos de sujeira que prejudicariam o funcionamento do compressor. Assim, o filtro tem sua importância como elemento de proteção do circuito refrigerante.

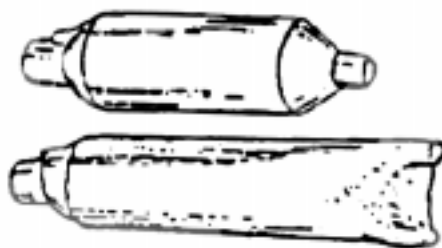


Fig. 19

O filtro consta de uma tela de malha fina de latão ou de um cilindro de bronze poroso, alojados em um tubo de cobre. Este é soldado entre a saída do condensador e a entrada do capilar. É capaz de reter a sujeira mais leve do líquido refrigerante. Quando há muita sujeira no sistema, o filtro é obstruído, não permitindo mais a passagem do líquido refrigerante. Esse defeito é conhecido como filtro entupido.

### Tubo capilar

O tubo capilar é um tubo de cobre longo, com diâmetro interno reduzido. É ligado entre a saída do filtro e a entrada do evaporador.

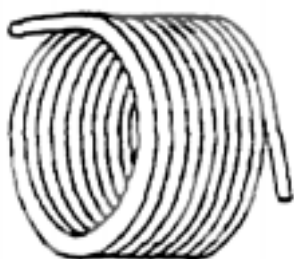


Fig. 20

É a peça que controla a passagem do líquido para o evaporador; aliás, o mais simples de todos os controladores de passagem do líquido refrigerante. Devido ao seu pequeno diâmetro e grande comprimento, oferece considerável resistência à passagem do refrigerante, estabelecendo-se uma pressão maior no condensador que no evaporador. Desse modo, é fácil concluir-se que um tubo capilar bem selecionado será aquele capaz de manter essa diferença de pressões entre o condensador e o evaporador, de modo que, no condensador, seja alcançada a pressão de condensação do refrigerante, assim como, no evaporador, seja alcançada a pressão do evaporador do mesmo refrigerante, para temperaturas preestabelecidas pelo fabricante. Estando o capilar ligado em série com a tubulação e o compressor da unidade refrigeradora, a capacidade de vazão do tubo capilar deverá ser igual à de bombeamento do compressor, se o sistema for bem equilibrado. Um tubo capilar muito longo ou com secção menor do que a projetada determinará uma pressão de condensação maior do que a desejada, e não permitirá que chegue ao evaporador uma quantidade de refrigerante suficiente, ficando a unidade com seu rendimento prejudicado. Ao contrário, se o tubo capilar for muito curto ou sua secção maior



do que a desejada, haverá um aumento de pressão no evaporador e maior quantidade de líquido será lançado no mesmo, não fervendo o refrigerante e prejudicando o desempenho da unidade refrigeradora. Desse modo, o tubo capilar deverá ter secção e comprimento exatos para uma dada unidade refrigeradora, não podendo ser mudado à vontade pelo mecânico.

No entanto, é conveniente lembrar que o tubo capilar funciona dentro de uma margem de autocompensação, isto é, ao aumentar ou diminuir a carga térmica do sistema, o capilar proporcionará maior ou menor fluxo de refrigerante, naturalmente em razão da variação de pressão de condensação que ordinariamente acompanha essas variações de carga térmica do sistema.

#### **Vantagens do tubo capilar comparativamente a outros dispositivos de expansão:**

- mais simples, dispensando peças móveis;
- mais econômico, pois dispensa depósito de líquido e exige menor quantidade de refrigerante;
- uma vez instalado corretamente, dispensa qualquer manutenção;
- permite o equilíbrio entre a pressão do condensador e do evaporador, quando o compressor pára. Isso faz com que o sistema possa usar um motor com menor arranque. É, portanto, mais barato.

#### **Cuidados com o tubo capilar**

- Não substituir um tubo capilar por outro que não seja equivalente ao do projeto.
- Não usar corta-tubos para cortar tubos capilares.
- Não dobrar os tubos capilares.
- Limpar o tricloroetileno com ar seco do interior dos tubos capilares, antes de instalá-lo.
- Quando for cortar um tubo capilar, limpar o local com lixa 320 ou palha de aço fina, numa faixa de ½" no mínimo, usando uma lima-faca-murça para cortá-lo, de modo a não reduzir sua secção interna e não deixar que caiam limalhas no seu interior.
- Quando for soldá-lo à tubulação, ter certeza de que sua extremidade está bem limpa e livre de graxa ou óleo; que a extremidade penetre na tubulação com o mínimo de folga, assegurando-se de que não escorreu solda para sua secção interna.
- Se tiver que soldar novamente um tubo capilar, sendo obrigado a recortá-lo, que a redução seja a mínima possível; *as dimensões do tubo capilar são críticas.*

#### **Tubo de baixa ou tubo de sucção**

O tubo de baixa ou tubo de sucção é fabricado de tubo de cobre, e liga a saída do evaporador à entrada do compressor. Através do tubo de baixa circula o refrigerante no estado de vapor e sua secção é maior que a secção do tubo de descarga.



O conjunto assim montado chama-se, como já vimos, *conjunto do circuito de refrigerante* ou *unidade selada*. É o principal conjunto de condicionador de ar e o mais dispendioso. Seu valor é cerca de 60% do total do aparelho. Apresentamos, a seguir, esse conjunto e o seu funcionamento.

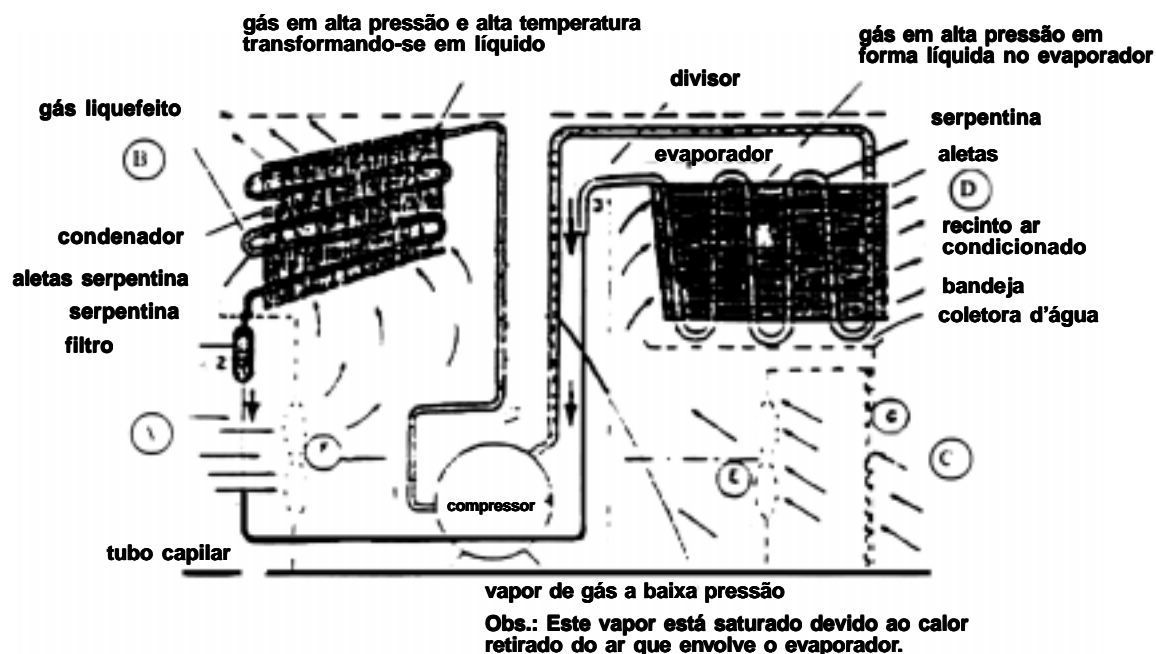


Fig. 21

- lado de alta pressão de 1 até 2
- lado de baixa pressão de 3 até 4
- A. entrada de ar externa para o condensador
- B. saída de ar quente do condensador
- C. entrada de ar interno para o evaporador
- D. saída de ar frio, desumidificado e filtrado para o recinto
- E. hélice do evaporador
- F. hélice do condensador
- G. Filtro de ar





## Componentes elétricos e eletromecânicos

Serão estudados, agora, os componentes elétricos e eletromecânicos específicos dos condicionadores de ar.

### Sistema elétrico

- Motor- compressor
- Motor- ventilador
- Capacitor de fase do compressor (a óleo)
- Capacitor de fase do ventilador (a óleo)
- Chave seletora
- Relé de partida do compressor
- Capacitor de arranque (eletrolítico)
- Protetor térmico

### Motor-compressor

O motor- compressor encontra-se instalado na extremidade do eixo do compressor, no mesmo bloco onde estão alojados os cilindros e os pistões e está dividido em duas partes: **rotor** e **estator**. Serve para movimentar os pistões e as partes mecânicas do compressor.

O **rotor**, que constitui a parte giratória do motor, é um conjunto de lâminas ferro-magnéticas siliciosas, da melhor qualidade, unidas entre si por meio de alumínio fundido sob pressão ou gravidade, o qual penetra entre as lâminas através de furos feitos nas mesmas. O **rotor** é solidamente preso ao eixo do compressor e obedece às mais rigorosas normas de eletrotécnica e mecânica, pois suas dimensões e características elétricas devem ser as mais perfeitas, devido ao espaço reduzido do compressor e potência eletromecânica a ser desenvolvida nessas condições.

O **estator**, que constitui a parte fixa do motor, é um conjunto de lâminas ferro-magnéticas siliciosas, da melhor qualidade, ligadas entre si por meio de solda elétrica ou parafusos possantes. Este conjunto, que é devidamente isolado contra curto-circuito elétrico, aloja as bobinas de fio de cobre especiais, na quantidade de pólos previamente determinada.

Existem, normalmente, dois tipos de enrolamento: 2 e 4 pólos, cuja quantidade determina a rotação dos compressores.



## Motor-ventilador

É utilizado para movimentar os ventiladores axial e radial. É um motor especialmente construído de forma a reunir as melhores características necessárias para o motor do ventilador, tendo como objetivo as dimensões reduzidas com o mínimo de ruído possível. É sempre preferível usar um tipo de motor completamente blindado, a fim de evitar que as impurezas do ar afetem as partes internas. As buchas desse motor são de liga especial, de bronze sinterizado e envolvidas com feltro especial, devidamente embebido em óleo lubrificante, de forma a permitir a lubrificação por um tempo bastante longo. Costuma-se chamá-las de auto lubrificante, pois o seu tempo de duração é bastante longo.

## Capacitor de fase do compressor (a óleo)

Serve para corrigir o fator de potência e o defasamento da energia elétrica do motor do compressor. É ligado entre o enrolamento principal e o enrolamento secundário.

Sua capacidade em mf é de acordo com o tipo de motor compressor, previamente determinado pelo fabricante. Seu formato é redondo, oval ou retangular tendo, em uma das extremidades, 2 terminais para a devida ligação.

Os capacitores de fase são constituídos de 1 recipiente de alumínio ou ferro (ou qualquer outro metal), no qual encontramos uma ou mais bobinas ou chapa de alumínio especial com determinado tratamento químico. A constituição da bobina do capacitor é feita de forma a ter sempre uma folha de alumínio e, sobre esta, uma folha de papel especial; ambas da melhor qualidade, pois dessas qualidades dependem a durabilidade e o correto funcionamento dos capacitores. Essas bobinas têm dois terminais, sendo um no centro do capacitor e o outro (armadura) na parte externa da bobina, bem próxima do recipiente de metal.

Todos os fabricantes devem assinalar quais dos terminais encontram-se na parte externa do enrolamento primário, ou de marcha nos motores, seja compressor ou motor-ventilador; isto, a fim de evitar que qualquer outro eventual curto-circuito ou massa venha a danificar o enrolamento secundário e, conseqüentemente, o motor elétrico onde opera o capacitor. Esse enrolamento assim constituído é colocado dentro do recipiente e posteriormente impregnado com um líquido oleoso especial isolante.

Essa operação processa-se em fornos de alto vácuo e numa temperatura adequada, a fim de retirar umidade existente na bobina de papel alumínio e no recipiente. A tampa dos mesmos deve ser solidamente presa ao recipiente e hermeticamente vedada, para evitar a possibilidade de vazamento do líquido oleoso. Assim também os terminais de ligação devem ser solidamente presos à tampa e ter adequada isolamento, a fim de evitar vazamento e condutibilidade elétrica entre ambas.

A boa construção destes capacitores permite o trabalho dos mesmos por longos anos sem apresentar defeitos. Sua substituição, quando necessária, deve ser feita por outro de igual capacitância e de tensão de isolamento.



## Capacitor de fase do ventilador (a óleo)

O capacitor de fase do ventilador tem as mesmas características do capacitor de fase do compressor, variando somente quanto à capacitância de mf.

## Capacitor de arranque (eletrolítico)

Serve para iniciar o funcionamento do compressor. Seu tempo de trabalho varia de um a três segundos. É constituído com um recipiente de baquelite; no seu interior existem duas armaduras de chapa de alumínio separadas por papel, sobrepostas uma à outra e enroladas para caberem no recipiente. Possui dois terminais firmemente presos à tampa, que é feita de baquelite, fenolite ou material equivalente, tendo por baixo uma arruela de vedação de borracha de Neoprene.

Nesse tipo de capacitor existe um furo que serve para expelir os gases e a composição de óleo quando, por qualquer razão, entra em curto-circuito ou quando o capacitor permanece demasiadamente no circuito de arranque, evitando, assim, a sua explosão.

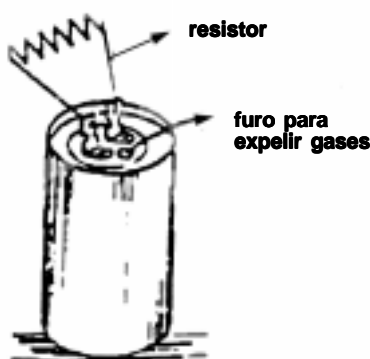


Fig. 22 – Capacitor de arranque

### Observação

*No capacitor de arranque é ligado um resistor em paralelo, com a finalidade de descarregar a energia armazenada após a partida do compressor hermético.*

## Descarregando um capacitor

Um capacitor carregado é muito perigoso. Ele retém sua carga por muito tempo, mesmo quando guardado. Se uma pessoa desavisada tocar os terminais de um capacitor carregado, a voltagem acumulada dará elevado choque elétrico que poderá ser fatal. *Descarregar sempre o capacitor que não está em uso.*



Descarrega-se um capacitor pela união de dois terminais. A melhor forma de descarregá-lo é usar um pedaço de fio elétrico em série com uma resistência de 2 watts e 20.000 ohms. Isso elimina a possibilidade de produzir-se centelha de alta amperagem.

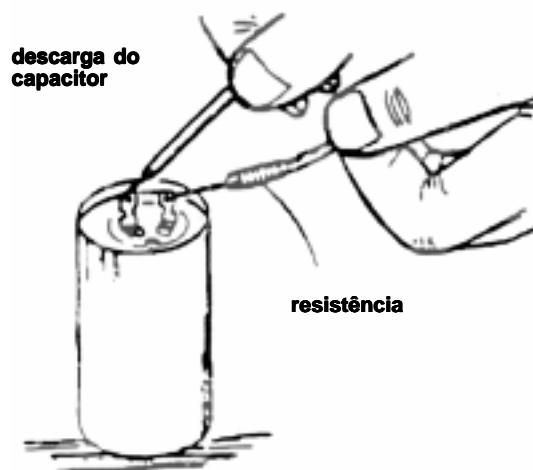


Fig. 23

## Teste prático para exame de um capacitor

- O instrumento usado para medir capacitância é o capacímetro.
- Para testar um capacitor é necessário, primeiramente, descarregá-lo.
- Ligar o capacitor em série com uma lâmpada, na potência da lâmpada e de acordo com os valores indicados a seguir:

Potência da lâmpada "w"	Capacidade do capacitor uF
15	3 a 5
40	5 a 8
60	8 a 11
100	11 a 30

**Resultados:**

**Capacitor bom:** A lâmpada acenderá com brilho fosco.

**Capacitor aberto:** A lâmpada não acenderá.

**Capacitor em curto:** A lâmpada acenderá com seu brilho normal.

A tampa deve ser solidamente presa ao recipiente e hermeticamente vedada, a fim de evitar vazamento do líquido oleoso. Também os terminais de ligação devem ser solidamente presos à tampa e ter adequada isolamento, para evitar vazamento e condutibilidade elétrica entre ambas.

A boa construção destes capacitores permite o trabalho dos mesmos por longos anos sem apresentarem defeitos.

**Capacitor de fase do tipo seco do compressor**

Esse capacitor consta de um recipiente de alumínio ou ferro (ou qualquer outro metal); é compacto em construção seca, sem impregnantes, o que elimina o problema de vazamento. A constituição do capacitor é feita de forma a ter sempre uma folha de alumínio e, sobre esta, uma folha de polipropileno metalizado, que lhe confere características de auto-refrigeração. Essa folhas têm dois terminais de duplo encaixe:

- um terminal no centro do capacitor (1), ligado à parte inferior de uma das armaduras;
- outro terminal na periferia (2), parte superior, também ligado a outra armadura.

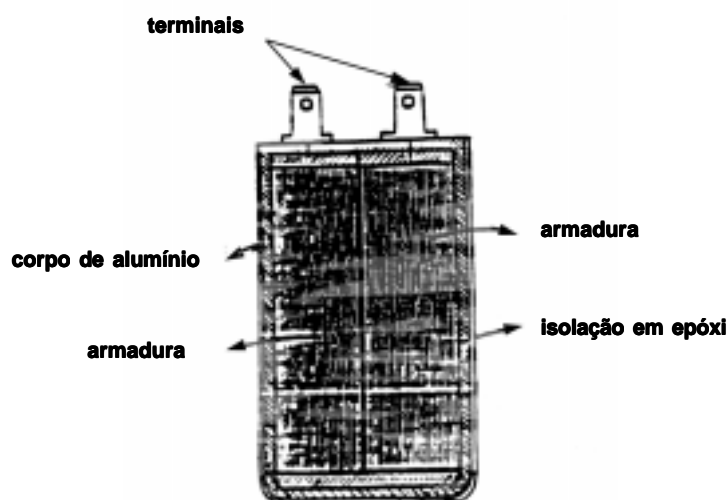


Fig. 24



A bobina é encapsulada no recipiente de alumínio entre o espaço da própria bobina e o recipiente; bem como a selagem, é efetuado em epóxi.

Este capacitor apresenta baixas perdas e grande estabilidade térmica, além de possuir elevada resistência de isolamento.

## Protetor térmico

Todos os compressores térmicos devem ser equipados com protetores térmicos. Existem dois tipos de protetores térmicos: *externo* e *interno*. Geralmente se utiliza o protetor colocado no lado externo do compressor, próximo aos terminais elétricos e em contato com a superfície da carcaça, para melhor desempenho.

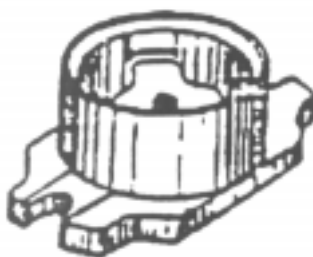


Fig. 25

## Protetor térmico externo do compressor hermético

É constituído de uma pequena caixa de baquelite ou material semelhante, bimetais, resistor e contato elétrico. É ligado em série com o enrolamento principal no borne comum.

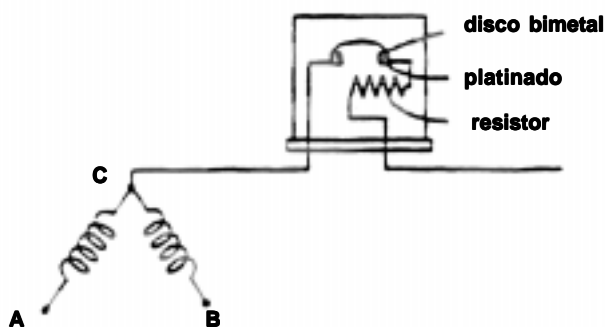


Fig. 26

Sua função é não deixar superar a intensidade de corrente elétrica do limite permitido ao funcionamento do compressor.

Ao ultrapassar a amperagem normal do compressor, o protetor começa a aquecer e, atingindo o limite de segurança, abre o circuito (fig. A), desligando o compressor e tornando a ligá-lo (fig. B), quando a temperatura do bimetálico atingir o limite preestabelecido.

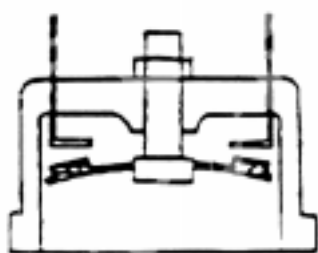


Fig. A

Fig. 27

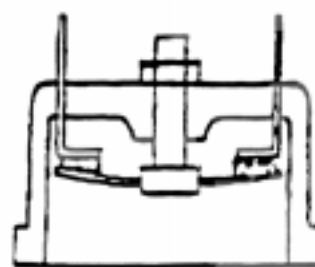


Fig. B

Fig. 28

### Protetor térmico interno do compressor hermético

É um termostato de tamanho reduzido e selado, montado diretamente nos bobinados do motor compressor.

#### Diagrama elétrico do compressor hermético com a inclusão do protetor térmico interno

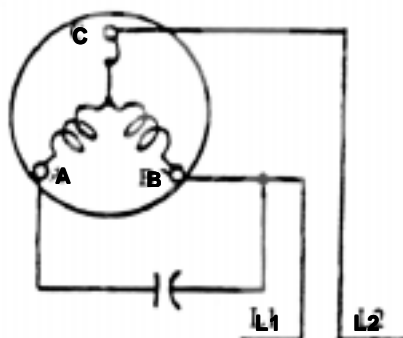


Fig. 29

### Funcionamento

Normalmente, os contatos de prata estão fechados. O bimetálico é acionado pela corrente que passa através do mesmo e também pela temperatura que recebe dos bobinados. Quando a temperatura no bimetálico alcança o valor predeterminado de calibração, que corresponde à temperatura máxima permitida na bobina, o bimetálico, instantaneamente, muda de curvatura e interrompe o circuito. Isso permite ao motor protegido fornecer o máximo de energia e, ao mesmo tempo, é limitado pela temperatura das bobinas.

Quando a temperatura nos bobinados retornar ao limite inferior de máxima permitida, o protetor térmico, que possui um diferencial fixo de temperatura, acionará, automaticamente, o conjunto. O resultado disto é uma temperatura média nos bobinados, sendo inferior à temperatura de abertura do protetor, quando uma sobrecarga prolongar o ciclo do protetor.

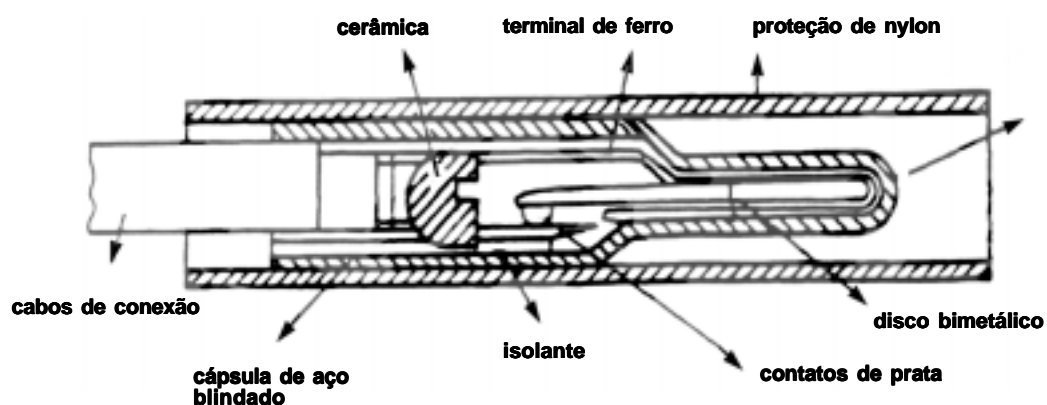


Fig. 30

## Chave seletora

É um componente do circuito elétrico que permite selecionar as diferentes funções de um condicionador de ar.

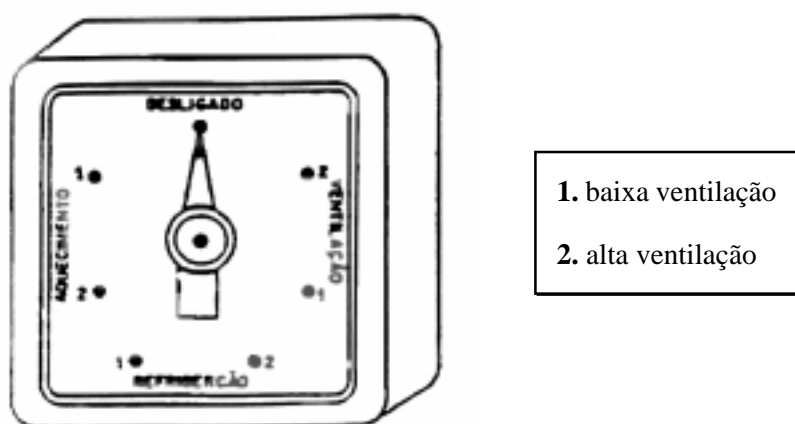


Fig. 31

Conforme a posição do Knob, os contatos apresentam diferentes posições.

## Desligado

- Os contatos estão abertos.

## Ventilação

Posição 2 – contatos 1 e 2 fechados; motor-ventilador operando em velocidade alta.

Posição 1 – contatos 1 e 5 fechados; motor-ventilador operando em velocidade baixa.





## Refrigeração

Posição 2 – contatos 1, 2 e 4 fechados; motor-ventilador operando em velocidade alta; compressor hermético operando.

Posição 1 – contatos 1, 4 e 5 fechados; motor-ventilador operando em velocidade baixa; compressor hermético operando.

## Aquecimento

Posição 2 – contatos 1, 2 e 3 fechados; motor-ventilador operando em velocidade alta; compressor hermético operando com válvula solenóide em ciclo reverso.

Posição 1 – - contatos 1,3 e 5 fechados; motor-ventilador operando em velocidade baixa; compressor hermético operando com válvula solenóide em ciclo reverso.

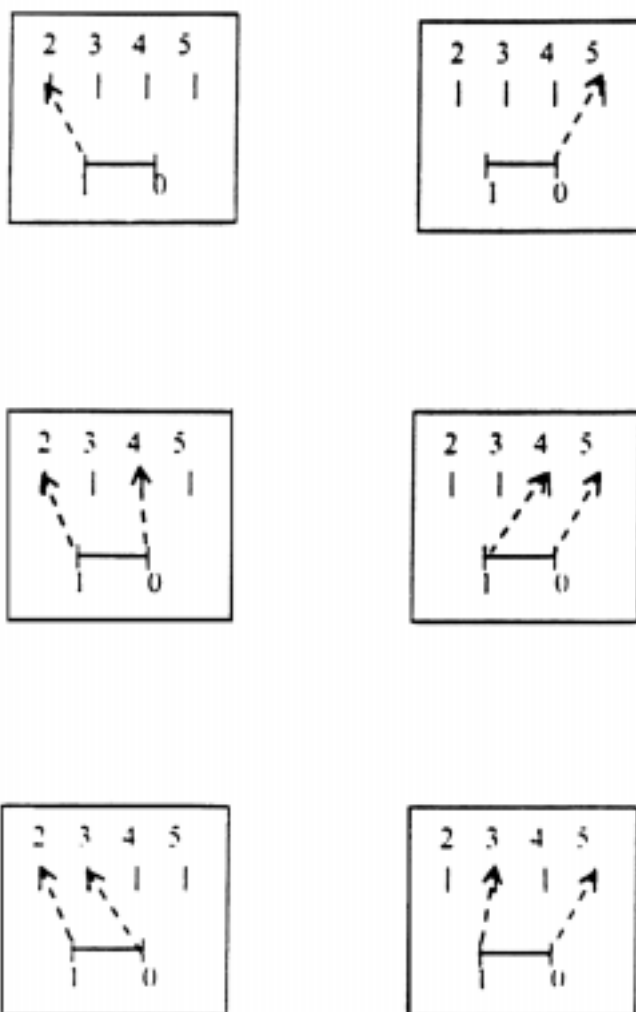


Fig. 32



## Relé de partida do compressor

Esta operação exige unicamente um trabalho mecânico: acionar o dispositivo para desligar os contatos, ligando-o quando se desliga o compressor.

Este relé está, normalmente, com os platinados fechados. Quando o compressor parte, há uma queda de voltagem através do enrolamento de partida. Aproximando-se de sua velocidade normal de marcha, a voltagem aumenta até quase o nível inicial. Ela normaliza-se e produz um forte campo magnético na bobina do relé, elevando a armadura e interrompendo o circuito para o enrolamento de partida. No relé voltimétrico existe menor formação de centelha elétrica, uma vez que os platinados estão normalmente fechados no momento da partida do compressor.

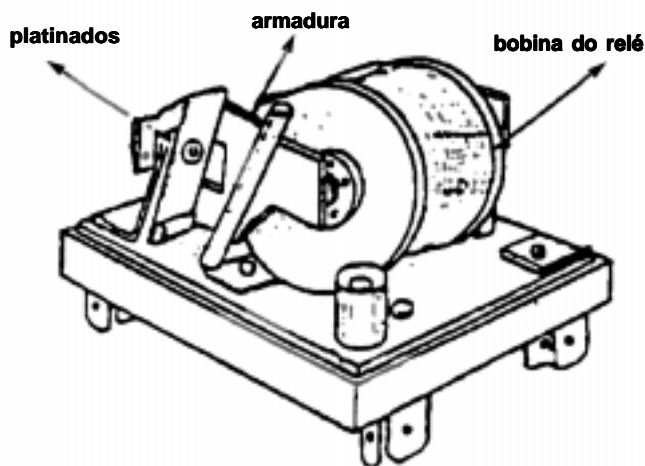


Fig. 33

## Componentes eletromecânicos do sistema de aquecimento

### Válvula de reversão ou controle de reversão

É um componente pneumático, acionado eletricamente por uma bobina solenóide. Uma vez energizada, a bobina desloca um êmbolo piloto, que dá condições para desviar as pressões no interior da válvula de reversão, cuja finalidade é unicamente fazer a reversão do fluxo de gás refrigerante no condicionador de ar.

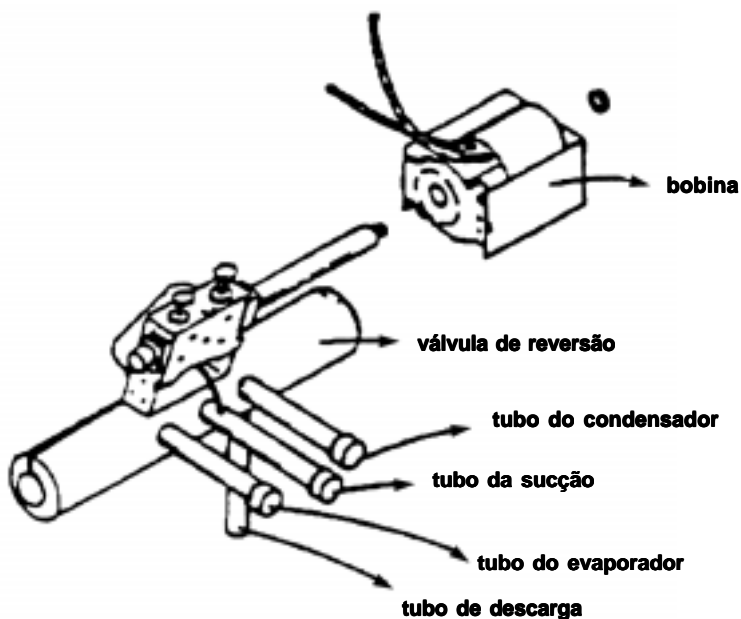


Fig. 34



O controlador de fluxo de gás é constituído de duas válvulas pneumáticas, sendo a primeira do tipo direcional, cuja função é comandar a segunda; esta, do tipo de reversão.

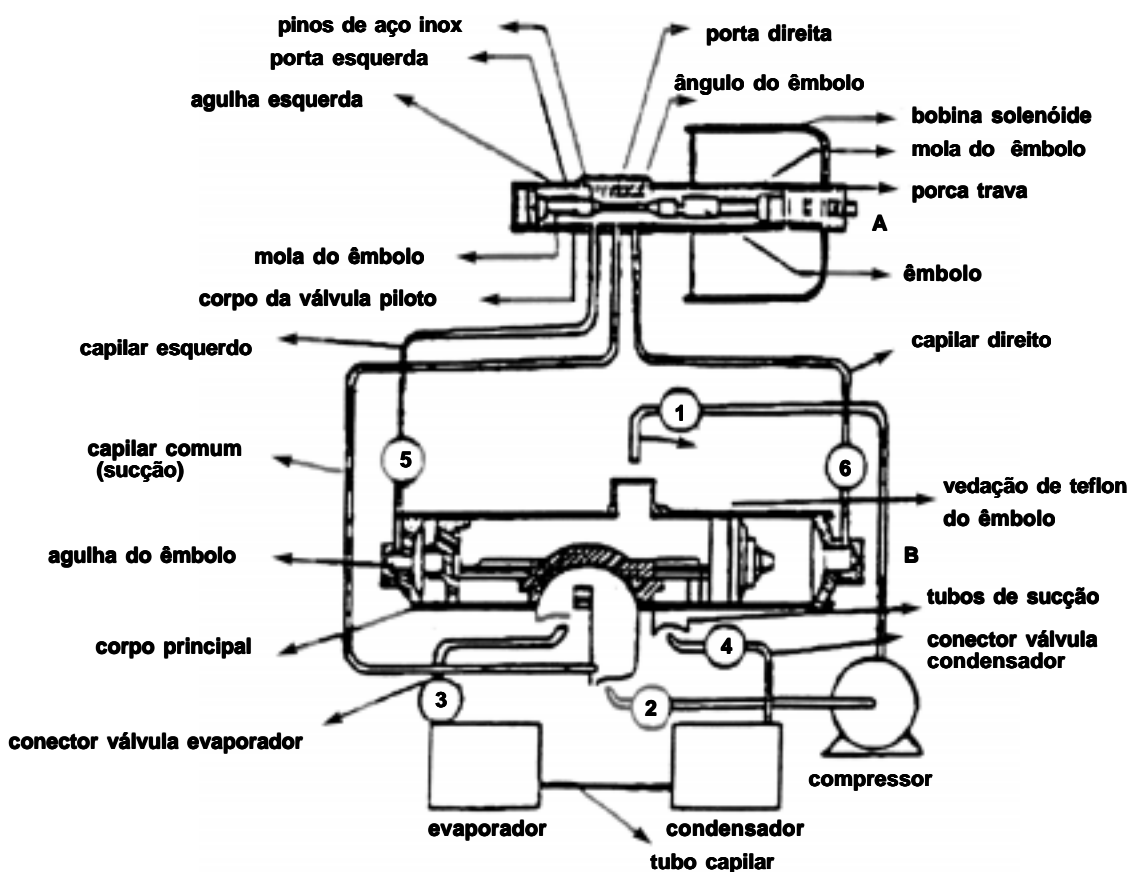


Fig. 35

A reversão confere ao condicionador de ar as funções de refrigerar e aquecer o ar.

O funcionamento da válvula de reversão faz com que o condensador da unidade atue como evaporador e vice-versa, permitindo, desta maneira, que a unidade funcione alternativamente como bomba de calor.

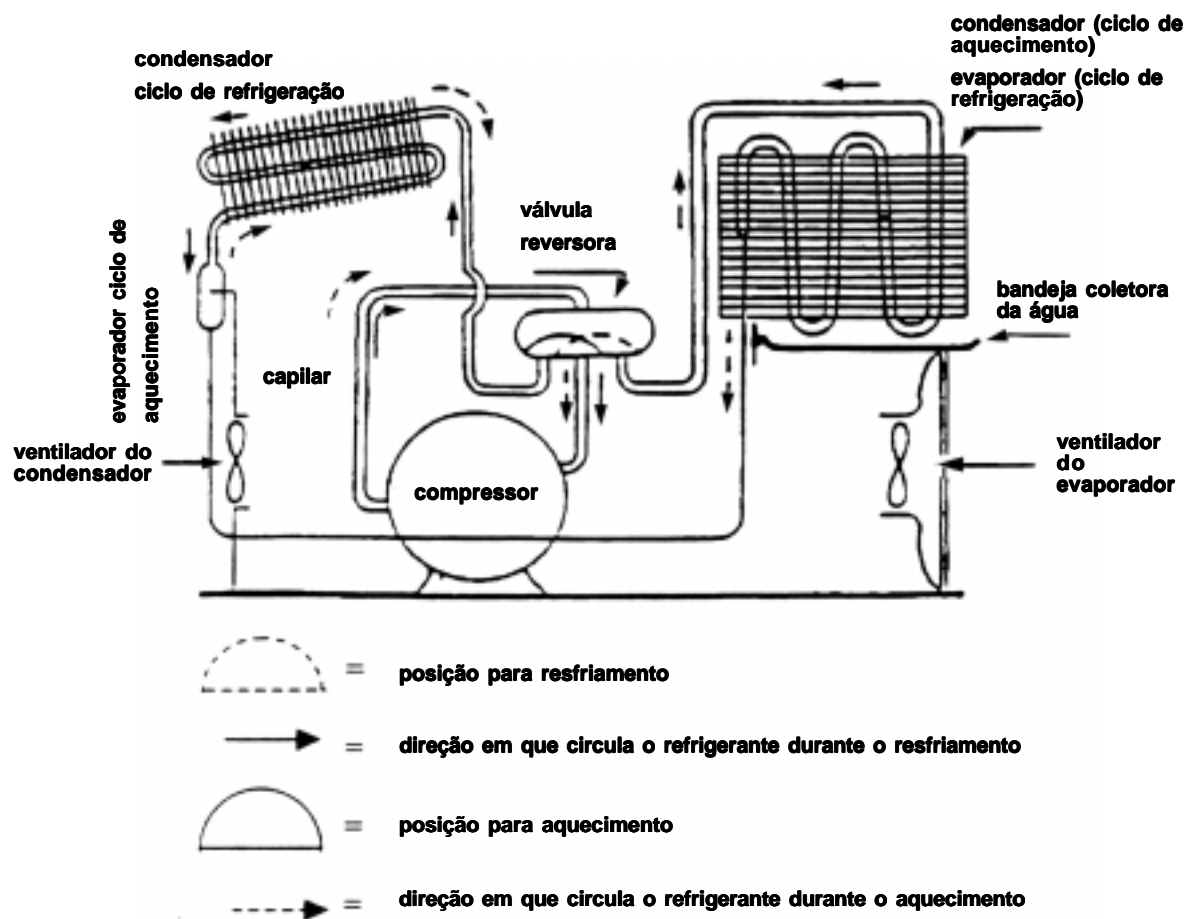


Fig. 36



- Os condicionadores de ar, quando operados por ciclo reverso, atendem aos seguintes limites de temperatura do ar externo na entrada do evaporador (ciclo de aquecimento): máximo: 21°C bulbo seco; mínimo 5°C bulbo seco.
- Se for operado acima do limite máximo (21°C), poderão ocorrer danos no compressor.
- Se for operado abaixo do limite mínimo (5°C), ocorrerá o congelamento do evaporador (ciclo aquecimento), anulando a troca do calor com o ar externo e, conseqüentemente, com o ar ambiente.
- Isso causa, ainda, o retorno do gás refrigerante em estado líquido ao compressor, provocando o arraste de óleo que vai resultar no engripamento do compressor. Haverá também a formação de uma película de óleo nos tubos do evaporador e do condensador, ocasionando queda na capacidade térmica.
- Alguns aparelhos usam um termostato no condensador, para impedir o bloqueamento.



## Componentes do sistema de ventilação

### Filtros de ar

São componentes instalados na entrada do ar a ser resfriado, indispensáveis nos condicionadores de ar, pois retêm e filtram as impurezas que se encontram em suspensão no ambiente.

Geralmente são fabricados em espuma de poliuretano ou de malha metálica.

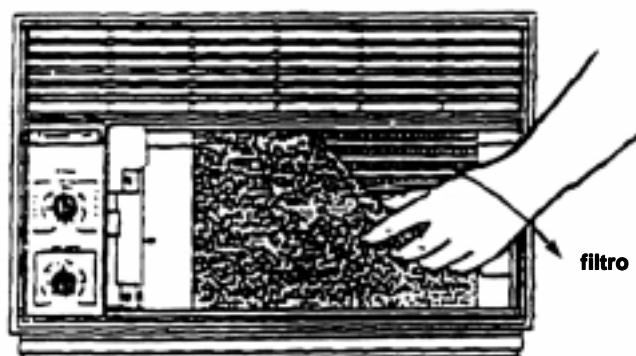


Fig. 37

### Observação

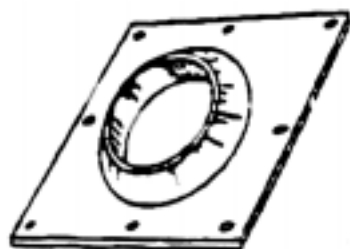
*Os filtros de poliuretano podem ser laváveis com água e sabão, não devendo, porém, utilizar-se solvente. Os filtros de malha metálica também são laváveis, mas com solvente desengordurante.*



Fig. 38

### Difusor

O difusor serve para canalizar e dirigir o ar do ambiente interno, succionado pelo ventilador do evaporador e do condensador para o exterior.



difusor

Fig. 39

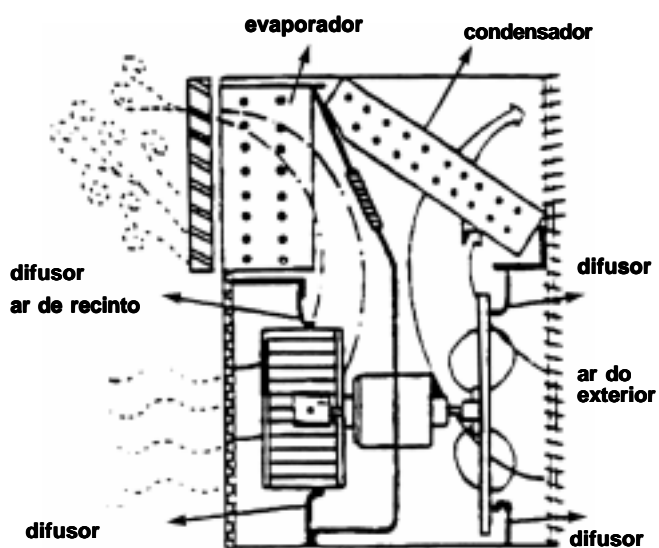


Fig. 40

## Hélices

As hélices proporcionam a circulação de ar nas partes de condensação e evaporação. A hélice do evaporador é composta de pás.



Fig. 41

Além das pás, a hélice do condensador possui um aro fixado na periferia das mesmas, que é chamado "pescador" e permite, quando em rotação, que o ar seja aspergido sobre ele.



Fig. 42



Atualmente está sendo muito utilizada pelos fabricantes a hélice "blower", também conhecida por hélice ou turbina centrífuga. Este tipo de hélice proporciona um deslocamento de ar bem maior, apesar do alto ruído produzido. Normalmente é instalada ao lado do evaporador. É construída por aletas presas num disco e por um aro de aço bastante resistente.



Fig. 43



*As hélices, quando instaladas, deverão ser convenientemente balanceadas, a fim de não produzirem trepidações ou ruídos.*

## Vedadores

São fabricados de material plástico esponjoso ou massa de calafetar "Permagem". Destinam-se a vedar a passagem de ar no gabinete, de modo que não haja perda ou mistura da corrente de ar do evaporador para o condensador.

## Defletores

São fabricados de papelão, com impregnação asfáltica, ou de chapa de alumínio ou de aço, e servem para desviar ou dirigir o fluxo de ar do ventilador para áreas determinadas.

## Isoladores

São fabricados de lã de vidro e isopor e têm por finalidade limitar a troca de calor, dificultando a transferência de calor do condensador para o evaporador e, também, do gabinete para o evaporador.

### Observação

*Sem estes cuidados de vedação e isolamento, o rendimento do condicionador será bastante reduzido.*



### QUADRO DE DEFEITOS E CORREÇÕES

DEFEITOS	CAUSAS	CORREÇÕES
1. Alta amperagem	a) Voltagem baixa ou alta.	Corrigir a voltagem, colocando o fio mais grosso na instalação ou com estabilizador automático com potência em watt condizente com o condicionador.
	b) Consertar a instalação (ver manual de instalação).	Condicionador mal instalado (ver manual de instalação).
	c) Condensador muito sujo.	Limpar o condensador.
	d) Capacitor de fase do compressor defeituoso.	Trocar o capacitor de fase do compressor.
	e) Compressor defeituoso.	Trocar o compressor.
	f) Motor-ventilador defeituoso.	Trocar o motor-ventilador.
2. Barulho no condicionador	a) Ventilador radial ou axial roçando na base.	Desencostar o ventilador axial ou radial.
	b) Pás de ventilador quebradas.	Trocar o ventilador.
	c) Ventilador axial ou radial desbalanceado.	Balancear os ventiladores ou trocá-los.
	d) Folga no eixo do motor-ventilador.	Trocar o motor.
	e) Tubo encostando na capa externa.	Desencostar os tubos.
	f) Condicionador mal instalado.	Instalar corretamente.
	g) Compressor defeituoso.	Trocar o compressor.





3. Curto-circuito no compressor	a) Compressor defeituoso. b) Voltagem baixa ou alta.	Trocar o compressor.  Corrigir a voltagem na instalação elétrica.
4. Condicionador dando choque.	a) Fios desencapados encostando na base ou na capa externa. b) Termostato defeituoso. c) Chave seletora defeituosa. d) Relé defeituoso. e) Motor-ventilador defeituoso. f) Compressor defeituoso.	Isolar os capacitores ou trocá-los.  Trocar o termostato. Trocar a chave. Trocar o relé. Trocar o motor-ventilador. Trocar o compressor.
5. Compressor queimado	a) Compressor defeituoso. b) Voltagem baixa ou alta.  c) Condensador com muita sujeira. d) Venezianas laterais obstruídas.  e) Fases desbalanceadas.  f) Capacitor de fase defeituoso (compressor). g) Motor-ventilador defeituoso. h) Capacitor de fase do ventilador defeituoso. i) Voltagem incorreta (220 p/ 110v ou 110 p/ 220v).	Trocar o compressor.  Corrigir a energia e trocar o compressor.  Limpar bem o condensador ou trocar o compressor. Desobstruir as venezianas laterais e trocar o compressor.  Balancear corretamente as fases e trocar o compressor.  Trocar a capacitor de fase e o compressor. Trocar o motor-ventilador e o compressor. Trocar o capacitor e o compressor. Ligar na voltagem correta.



6. Motor-ventilador queimado	a) Motor defeituoso.  b) Voltagem baixa ou alta.	Trocar o motor-ventilador.  Corrigir a energia elétrica (verificando instalação ou com estabilizador).
7. Entupimento	a) Defeito de unidade selada.	Trocar o secador e o capilar e dar nova carga.
8. Baixa temperatura na linha de sucção	a) Excesso de gás.  b) Excesso de óleo no evaporador.  c) Baixa temperatura no ambiente.	Soltar a carga, fazer vácuo e dar nova carga.  Lavar o evaporador internamente com tricloro, percloro ou R-22.  Desligar.
9. Compressor não arranca	a) Capacitor de partida defeituoso.  b) Capacitor de fase defeituoso.  c) Voltagem baixa ou alta.  d) Falta de energia na tomada.  e) Protetor térmico defeituoso.  f) Fios desligados ou ligados erroneamente.  g) Relé defeituoso.  h) Termostato defeituoso.  i) Chave seletora defeituosa.  j) Compressor preso (bloqueado).	Trocar o capacitor.  Trocar o capacitor de fase.  Corrigir a voltagem.  Fusível queimado, disjuntor desligado.  Trocar o protetor térmico.  Ligar os fios obedecendo ao esquema existente em cada condicionador.  Trocar o relé.  Trocar o termostato.  Trocar a chave seletora.  Trocar o compressor.
10. Vazamento	a) Defeito na unidade.	Encontrar o vazamento, consertar ou trocar a unidade selada.



11. Falta de rendimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Levantamento de carga térmica mal feito (ou por fazer).</li> <li>b) Instalação mal feita do condicionador.</li> <li>c) Filtro de ar sujo.</li> <li>d) Pouca rotação no motor ventilador.</li> <li>e) Cortinas, armários, etc., na frente do condicionador.</li> <li>f) Vazamento de gás.</li> <li>g) Válvula reversora defeituosa (com vazamento).</li> <li>h) Compressor defeituoso.</li> </ul>	<p>Fazer levantamento de carga térmica e instalar condicionadores com capacidade certa.</p> <p>Instalar o condicionador conforme manual de instalação.</p> <p>Limpar o filtro de ar.</p> <p>Verificar capacitor de fase do ventilador e o próprio ventilador.</p> <p>Deixar a frente do condicionador livre.</p> <p>Localizar o vazamento e dar nova carga.</p> <p>Trocar a válvula reversora.</p> <p>Trocar o compressor.</p>
12. Condicionador não reverte o ciclo	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Fios soltos ou trocados.</li> <li>b) Solenóide queimada.</li> <li>c) Chave seletora defeituosa.</li> <li>d) Válvula reversora (bloqueada).</li> <li>e) Termostato defeituoso.</li> </ul>	<p>Fixar os fios obedecendo ao esquema.</p> <p>Trocar a solenóide.</p> <p>Trocar a chave seletora.</p> <p>Trocar a válvula reversora.</p> <p>Trocar o termostato.</p>
13. Vazamento de água para dentro de casa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Divisão dos compartimentos com vazamento.</li> <li>b) Mangueira que liga o aparador ao dreno solta.</li> <li>c) Aparador de água defeituoso.</li> <li>d) Dreno entupido (não foi tirado o tapulho).</li> </ul>	<p>Trocar o dreno.</p> <p>Fechar vazamento, utilizando asfalto.</p> <p>Encaixar corretamente a mangueira.</p> <p>Trocar o aparador de água.</p>



	<p>e) Condicionador mal instalado (sem inclinação para fora ou com inclinação demasiada).</p> <p>f) Condicionador mal instalado (sem inclinação para fora ou com inclinação demasiada).</p>	<p>Desentupir o dreno.</p> <p>Instalar corretamente o condicionador (ver manual, inclinação de 6 a 7mm).</p>
14. Consumo excessivo de energia.	<p>a) Levantamento de carga térmica mal feito.</p> <p>b) Capacitor de fase do motor ou compressor defeituoso.</p> <p>c) Condicionador mal instalado.</p> <p>d) Termostato defeituoso.</p> <p>e) Motor-ventilador defeituoso.</p> <p>f) Compressor defeituoso.</p> <p>g) Condensador sujo (entre aletas).</p> <p>h) Termostato travado ou em posição muita alta.</p>	<p>Fazer levantamento correto.</p> <p>Trocar o capacitor defeituoso.</p> <p>Instalar corretamente o condicionador.</p> <p>Trocar o termostato.</p> <p>Trocar o motor-ventilador.</p> <p>Trocar o compressor.</p> <p>Limpar o condensador (entre as aletas).</p> <p>Destravar e baixar a posição do termostato.</p>
15. Condicionador não desliga	<p>a) Condicionador está fora de carga térmica.</p> <p>b) Condicionador mal instalado.</p> <p>c) Termostato defeituoso.</p> <p>d) Termostato travado ou em posição muita alta.</p>	<p>Acertar a capacidade do condicionador com relação à carga térmica do ambiente.</p> <p>Instalar corretamente o condicionador.</p> <p>Trocar o termostato.</p> <p>Destravar o termostato e baixar a posição.</p>



# Bibliografia

BRASTEMP. **Manual de aperfeiçoamento em refrigeradores**. São Paulo, s.d. 127p.

COSTA, Ennio Cruz da. **Refrigeração**. 3ª ed. São Paulo, Edgard Blucher, 1982. 1v.

DANFOSS. **Automação industrial em refrigeração comercial**. São Paulo, s.d. 211p.

DOSSAT, Roy J. **Princípios da refrigeração**. São Paulo, Hemus, 1988. 1v.

EMBRATEL. **Manual de ar condicionado**. Rio de Janeiro, s.d. 1v.

SENAI.DN.DRH. **Mecânico de refrigeração**. Rio de Janeiro, 1976. 1v.

SPRINGER. **Manual de serviço: condicionadores de ar**. Canoas 1978, 1v.

TORREIRA, Raul P. **Refrigeração e ar condicionado**. São Paulo, Hemus, 1983. 1v.

TORREIRA, Raul P. **Salas limpas**. São Paulo, Hemus, 1993. 1v.



---

***FIRJAN —***  
*Federação*  
*das Indústrias*  
*do Estado do*  
*Rio de Janeiro*

***SENAI —***  
*Serviço Nacional*  
*de Aprendizagem*  
*Industrial do*  
*Rio de Janeiro*

Av. Graça Aranha, 1  
Centro — CEP 20030-002  
Rio de Janeiro — RJ  
Tel.: (0xx21) 2563-4526  
Central de Atendimento:  
0800-231231