

## CAPÍTULO V

### Testes ao Sistema e Detecção de Fugas

#### 1. Ensaios de pressão para verificação de hermeticidade e resistência do sistema

Os ensaios de hermeticidade (**detecção de fugas**) e resistência (**segurança**) do sistema são fundamentais quer em situação de montagem quer durante procedimentos em que tenha havido intervenções no mesmo. Justifica-se ainda nos casos em que, havendo verificação de ausência de fluido por motivos desconhecidos, seja necessário indagar se o sistema se encontra em condições de receber nova carga.

Tenha-se desde já em conta que, após conclusão dos ensaios de pressão, o sistema tem de ser submetido a vácuo.

**Uma instalação frigorífica deve ser perfeitamente estanque. Para verificação da sua estanquidade utilizam-se vários processos e regras, consoante o tipo de fluido frigorigénico que iremos utilizar.**

**De acordo com a NP EN 378-2, o valor da pressão de ensaio a que os sistemas frigoríficos devem ser submetidos, depende:**

- do fluido frigorigénico a utilizar;
- da temperatura ambiente;
- do sistema de condensação (a água ou a ar);
- da parte do sistema frigorífico (lado da AP ou da BP).

##### 1.1. A diferença entre pressão absoluta Pa e pressão relativa ou manométrica (a que se lê no manómetro vulgar) ou efetiva **Pe**.

Como se pode verificar na tabela seguinte, **os manómetros marcam 0 Bar na escala Relativa à pressão atmosférica**, no entanto todos **na superfície da terra já estamos à pressão de 1 Bar**, se se pode baixar a pressão para vácuo, então é porque ela existe.

Resumindo, quando as pressões de tabela vêm em valores absolutos teremos de diminuir esse valor de 1 Bar, 100 Kpa ou 1Kg/cm<sup>2</sup>, respetivamente, para termos a pressão relativa lida nos manómetros.

**Os valores apresentados não são exatos, são aceites como aproximações práticas.**

Resumindo: se a pressão do manómetro (ou relativa) indica 1 Bar então a pressão absoluta será de 2 Bar, ou, se a tabela indica uma pressão absoluta de 4 Bar, então o manómetro deverá indicar 3 Bar.

MANÓMETROS							
PRESSÃO RELATIVA				PRESSÃO ABSOLUTA			
	Kg/cm2	Kpa	Bar		Kg/cm2	Kpa	Bar
	3	300	3		4	400	4
	2	200	2		3	300	3
	1	100	1		2	200	2
Pressão atmosférica	0	0	0		1	100	1
Vácuo	-1	-100	-1		0	0	0
							Vácuo

Fig 1 – Relação das pressões absoluta e relativa ou manométrica

## 1.2 Pressão de ensaio

As tabelas normativas, poderão dão-nos as **pressões em valores absolutos ou relativos/manométricos**, se forem absolutos teremos de diminuir 1 Bar, 100 Kpa ou 1 Kg/cm2 para as compararmos com a leitura dos manómetros( pressões relativas) Fig. 1, por exemplo:

Se a tabela nos diz que a pressão de ensaio é de 20 Bar (absoluta), então no manómetro aplicado deverá ler-se 19 Bar (manométrica ou relativa).

Se a tabela nos diz que a pressão de ensaio é de 20 Bar relativa, manométrica ou efetiva, então no manómetro aplicado deverá ler-se 20 Bar

A pressão de ensaio, em conformidade com a Norma, depende do local onde se situa a instalação e, **FUNDAMENTALMENTE, da temperatura máxima registada** nesse local segundo as informações meteorológicas.

Isto porque, as temperaturas de condensação (e portanto as pressões) dependem da temperatura exterior.

Os testes num equipamento instalado nas Penhas da Saúde terá certamente pressões de

funcionamento e portanto de testes mais baixas do que na Amareleja.

Para tal definição a Norma estabelece uma tabela de intervalos da temperatura máxima exterior (**Quadro 1**) que, para cada tipo de instalação, dá a temperatura de saturação do fluido **T<sub>s</sub>** a que o teste deve obedecer.

À temperatura de saturação **T<sub>s</sub>** indicada corresponderá uma pressão de saturação **P<sub>sa</sub>** na escala absoluta e **P<sub>sm</sub>** na escala relativa ou manométrica.

**Quadro 1** – Temperaturas de saturação definidas para os ensaios.

Condições ambientais exteriores ( <b>T máx.</b> )	<32 °C	>32 °C e <38 °C	>38 °C e <43 °C	>43 °C e <55 °C
Lado de alta pressão com condensador a ar	55 °C	59°C	63°C	67°C
Lado de alta pressão com condensador a água ou bomba de calor a água	Considerar a temperatura máxima de partida da água acrescida de + 8 K			
Lado de alta pressão com condensador evaporativo	43°C	43°C	43°C	55°C
Lado de baixa pressão com permutador de calor exposto à temperatura ambiente exterior	32°C	38°C	43°C	55°C
Lado de baixa pressão com permutador de calor exposto à temperatura ambiente interior	27°C	33°C	38°C	38°C

> deve ser considerado como >ou=

Valores em conformidade com a NP EN378-2:2008+A2:2014

### **As expressões (equações) de ensaio utilizarem pressões relativas**

**A.1** - Se a pressão de saturação obtida for a **P<sub>sa</sub>** (absoluta), terá de **diminuir** a esta pressão a pressão atmosférica (1 Bar, 100 Kpa ou 1 Kg/cm<sup>2</sup>), para obter a pressão relativa e depois utilizar a expressão diretamente.

**A.2** - Se, pelo contrário, a Pressão de saturação obtida for a **P<sub>sm</sub>** (relativa, manométrica ou efetiva), poderão utilizar-se as expresões diretamente.

**Na NORMA NP EN378-2:2008+A2:2014, as equações para os testes de Hermeticidade (fugas) e Resistência (segurança), utilizam pressões relativas ou manométricas.**

A) Ensaio de pressão para verificação da hermeticidade ou **teste de fugas** do Sistema

$$P_{ensaio} = P_{sm}$$

B) Ensaio de pressão para verificação da resistência mecânica do Sistema

$$P_{ensaio} = 1,1 \times P_{sm} \text{ (acrécimo de 10\%)}$$

**Exemplo:**

Quais as pressões de teste de hermiticidade (fugas) e de resistência (segurança), a serem utilizadas numa **instalação com condensação a ar a trabalhar com R 22 situada em Lisboa:**

Temperatura máxima registada em Lisboa pelo Instituto Português do Mar e da Atmosfera:

**42°C**

Utilizando o Quadro 1 anterior, verifica-se que a temperatura de saturação a considerar neste caso, **(coluna entre 38 e 43°C)** indica uma **temperatura de saturação** de ensaio de:

**63°C**

Numa régua de fluidos verifica-se que a essa temperatura corresponde para o R 22 uma **Psa de 26 Bar (absoluta)** e uma **Psm de 25 Bar** (relativa ou manométrica), na régua indicada **Pe** (pressão efetiva)

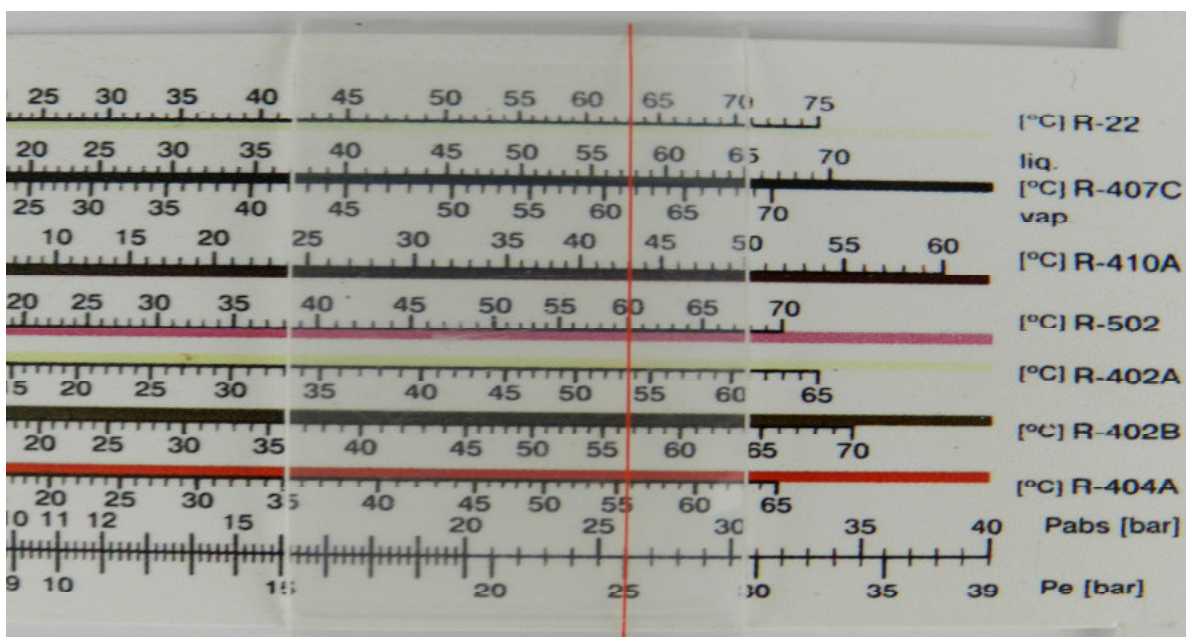


Fig 2 Régua de fluidos

Então teremos para o teste de hermeticidade:

**Pensaio = Psm = 25 Bar** (manométricos)

Utilizar no manómetro de teste **Psm = 25 Bar** (relativos ou manométricos) conforme indicava a régua de fluidos.

E para o teste de resistência:

**Pensaio = 1,1 x Psm**

$$1,1 \times 25 = 27,5 \text{ Bar}$$

Utilizar no manómetro de teste **Psm = 27,5 Bar** (relativos ou manométricos)

Notas:

- A condensação através de condensador evaporativo é considerada condensação a água.
- No caso em que os evaporadores podem ser sujeitos a AP, como por exemplo, numa descongelação por gás quente, ou operação com inversão de ciclo, deve ser considerado o valor indicado para o lado da AP.
- **Para o ensaio, utiliza-se normalmente o azoto seco (azoto desidratado), ficando as mesmas durante 24 horas à pressão de ensaio, ao fim das quais o azoto é libertado para a atmosfera e a instalação colocada a vácuo.**
- A pressão deve ser controlada através de um manómetro, fazendo-se o registo da leitura no início e no fim do ensaio.

## **2. Pontos de fuga críticos numa instalação: problemas e estratégias de solução**

Segue-se um conjunto de situações às quais o técnico deverá estar atento e que resumem as principais situações em que as fugas podem ocorrer e soluções possíveis para ultrapassar e resolver essas situações.

Para cada um dos procedimentos de resolução haverá um conjunto de atuações e de consequências que são descritas em lugares próprios deste manual. O que se segue é apenas um guião que permitirá ao técnico ter presentes as possibilidades mais críticas.

## 2.1. Válvulas

As válvulas de serviço são usadas com frequência e podem ser sede de problemas de fugas

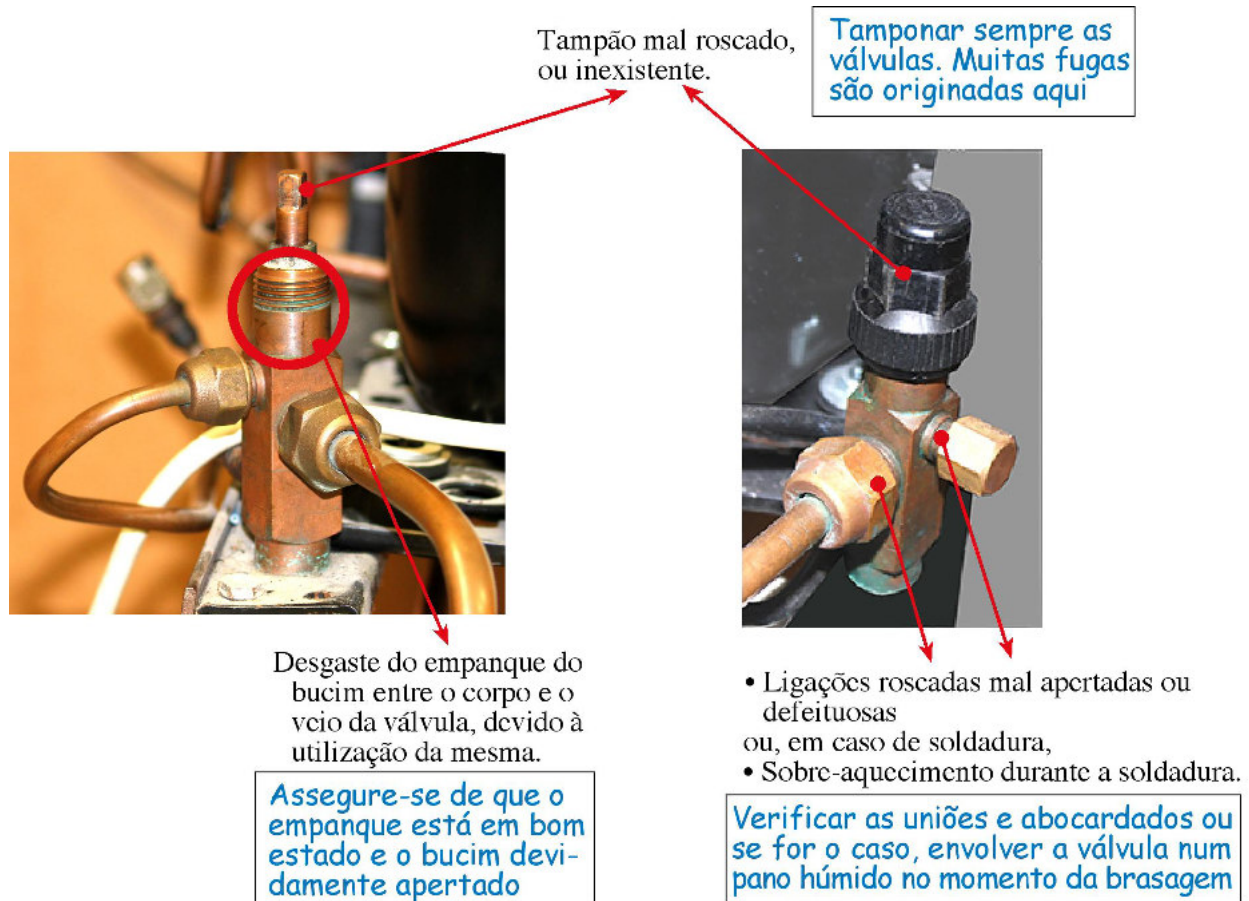


Fig. 3 – Fugas em válvulas de serviço

Quando o sistema tem instaladas válvulas de segurança de limitação da pressão devem ser tomados alguns cuidados particulares (fig. 4)

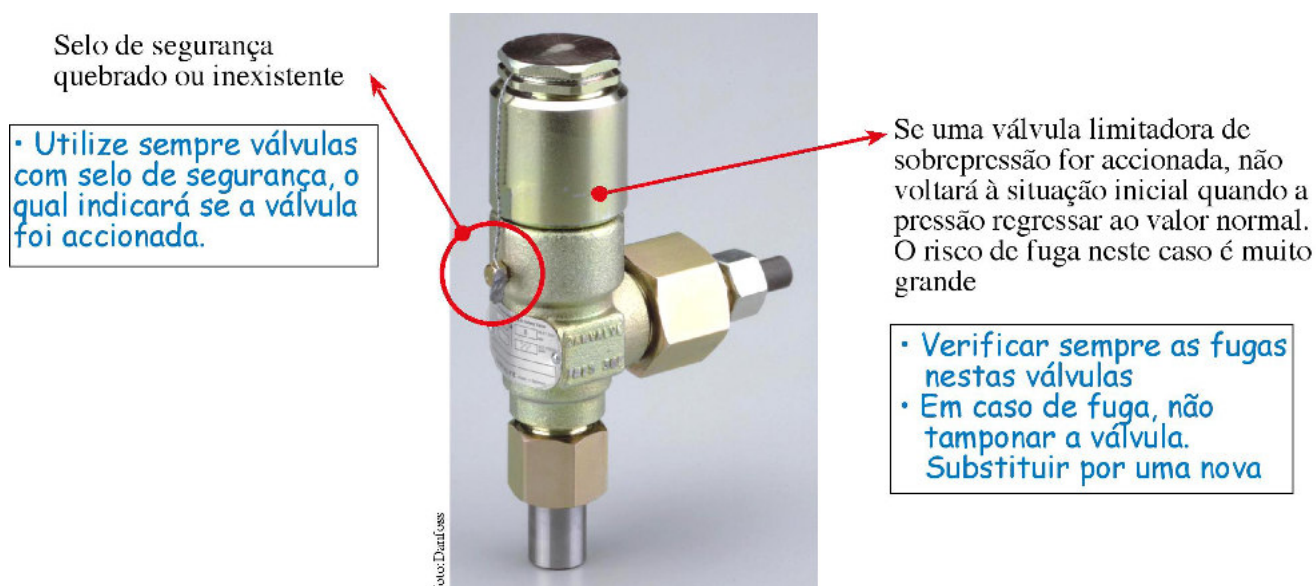


Fig. 4 – Fugas em válvulas – válvula de segurança de limitação da pressão

Quanto às válvulas expansoras e tubos capilares a questão da possibilidade de fugas pode resumir-se como se representa na figura 5

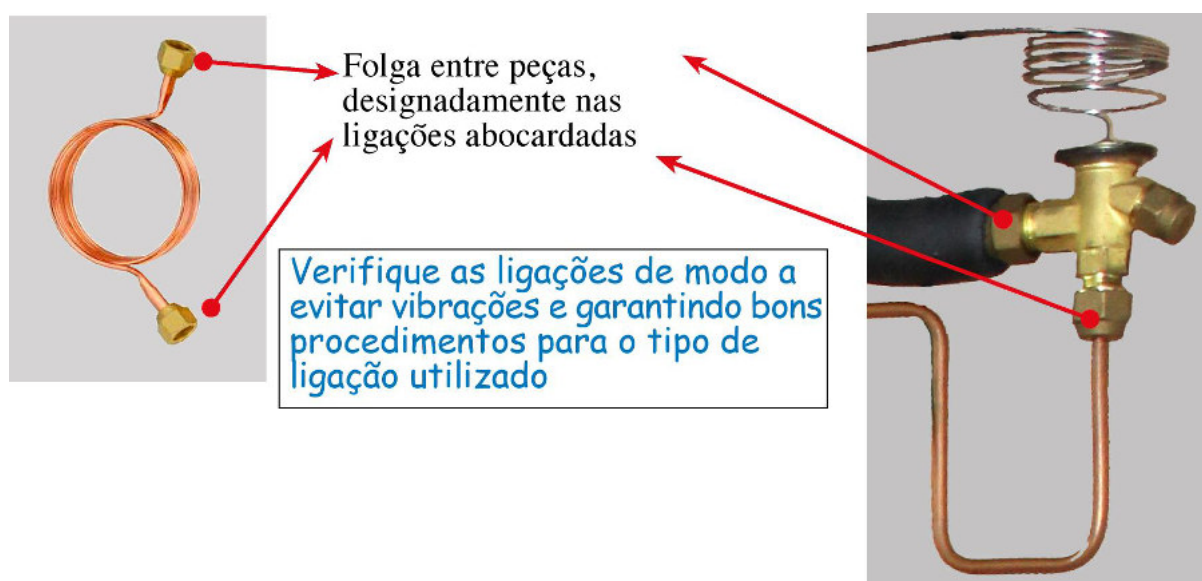


Fig. 5 – Fugas em tubos capilares e válvulas expansoras



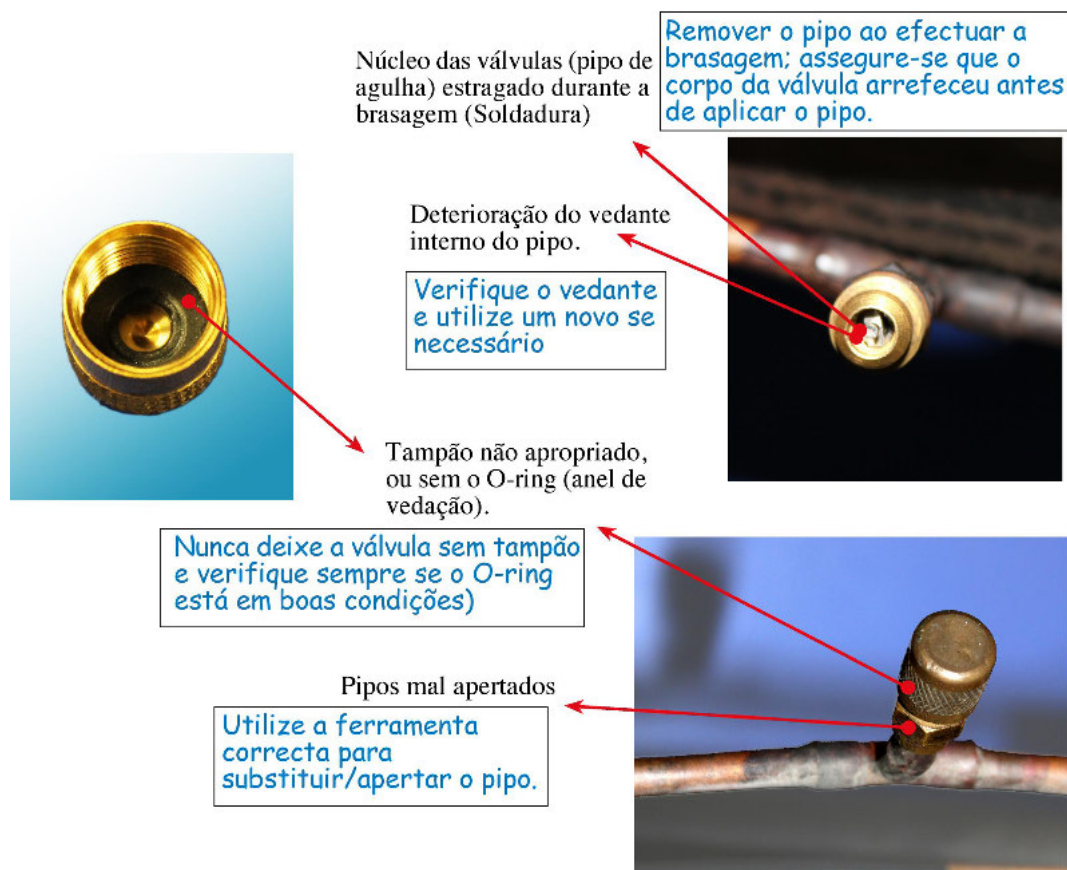


Fig. 6 – Fugas em válvulas de carga

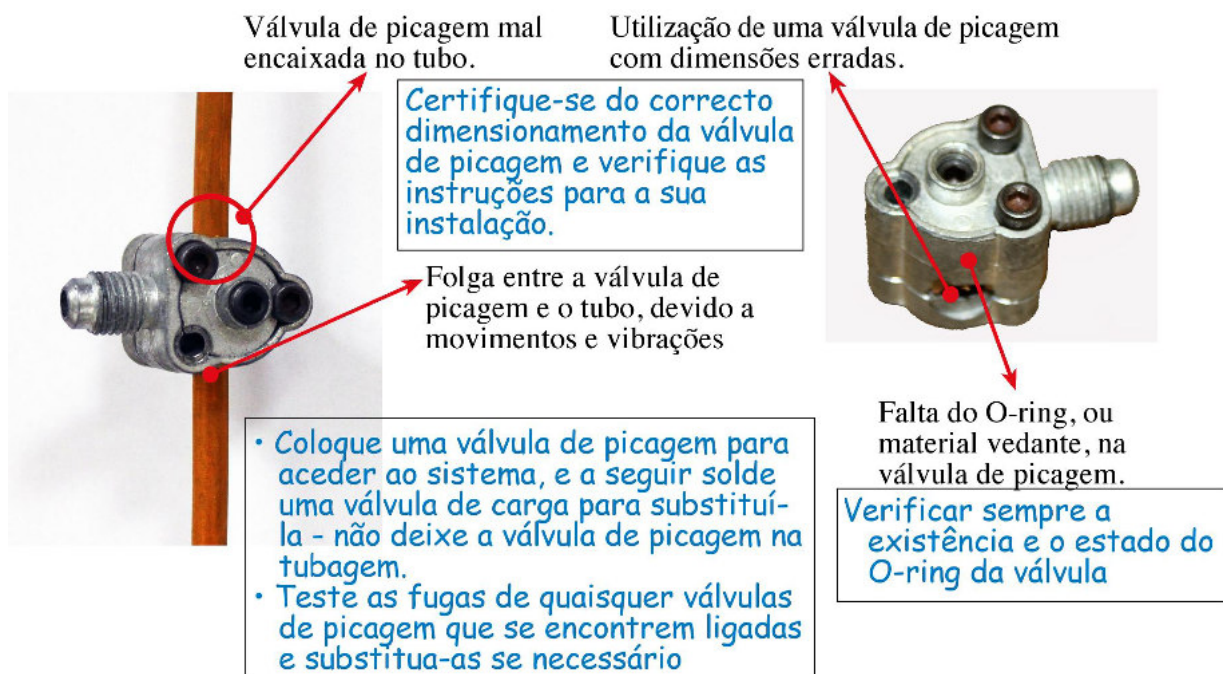


Fig. 7 – Fugas em picagens



## 2.2. Ligações abocardadas

Como se viu atrás, muitas das situações abordadas referem-se aos problemas de ligações mal feitas. A figura 8 sintetiza esta questão.

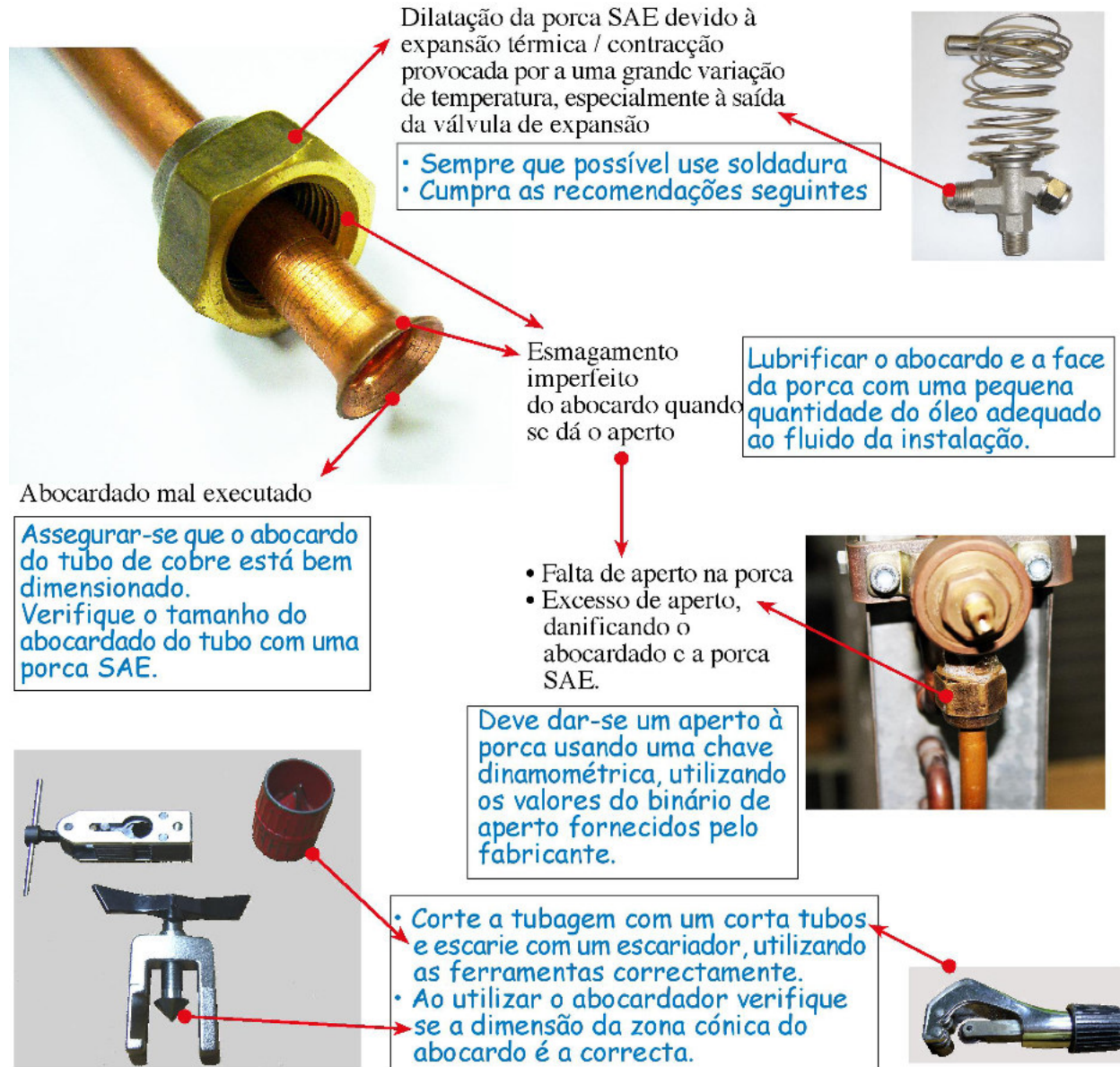


Fig. 8 – Ligações abocardadas

## 2.3. Problemas de soldadura

A soldadura por brasagem de tubo de cobre é um procedimento transversal no trabalho de AVAC&R, de tal modo importante que justifica por si só um estudo à parte. A falta de qualidade neste tipo de trabalho poderá ser responsável por muitas das situações de fuga que se observam nas instalações. (fig. 9)



Soldadura de dois tubos de cobre por brasagem, vista por dentro após corte longitudinal dos tubos e respectiva abertura

Soldaduras por brasagem imperfeitas, com poros e irregularidades.

- Executar soldaduras com respeito pelas regras de actuação, garantindo uma perfeita hermeticidade das mesmas, designadamente quanto ao processo de capilaridade da solda.
- Executar os testes de pressão necessários para garantir uma boa soldadura

Fig. 9 – Soldadura por brasagem – imperfeições

## 2.4. Condensadores e evaporadores

Constituem uma parte crítica do circuito frigorífico pela complexidade da tubagem que lhes está associada.

### Arrefecidos a água:

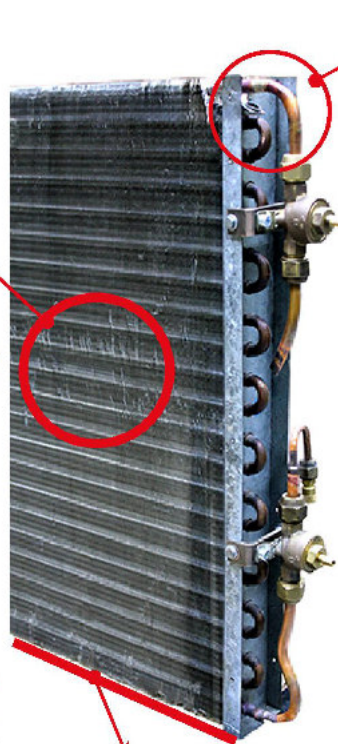
Corrosão dos tubos por utilização de água não tratada

### Arrefecidos a ar:

Corrosão devida a ar circulante agressivo (contaminação por agentes químicos ou poeiras, p.e.)

- Impactos de corpos estranhos

- Verificar periodicamente a corrosão e a calcificação.
- Utilizar modos de detecção de fugas adequados, como testes de pressão, ou, quando possível, por mergulho em água.
- Se ocorrer fuga num ponto, o resto da tubagem deverá estar também comprometida
- Geralmente é inevitável a substituição de todo o condensador/evaporador. Escolher condensadores adequados às características do ambiente de funcionamento

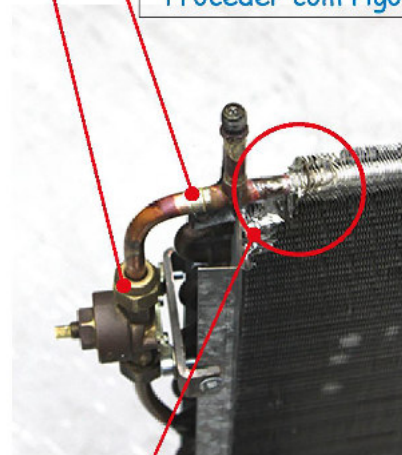


- Excesso de vibrações.

- Reparar ou substituir os apoios do ventilador.
- Nivelar correctamente

Curvas e ligações

Soldaduras e abocadados nesta zonas são críticas. Proceder com rigor



Bloco de alhetas em mau estado

Sinal provável de ponto de fuga. Verificar e reparar, se possível

Fig. 10 – Fugas em condensadores e evaporadores



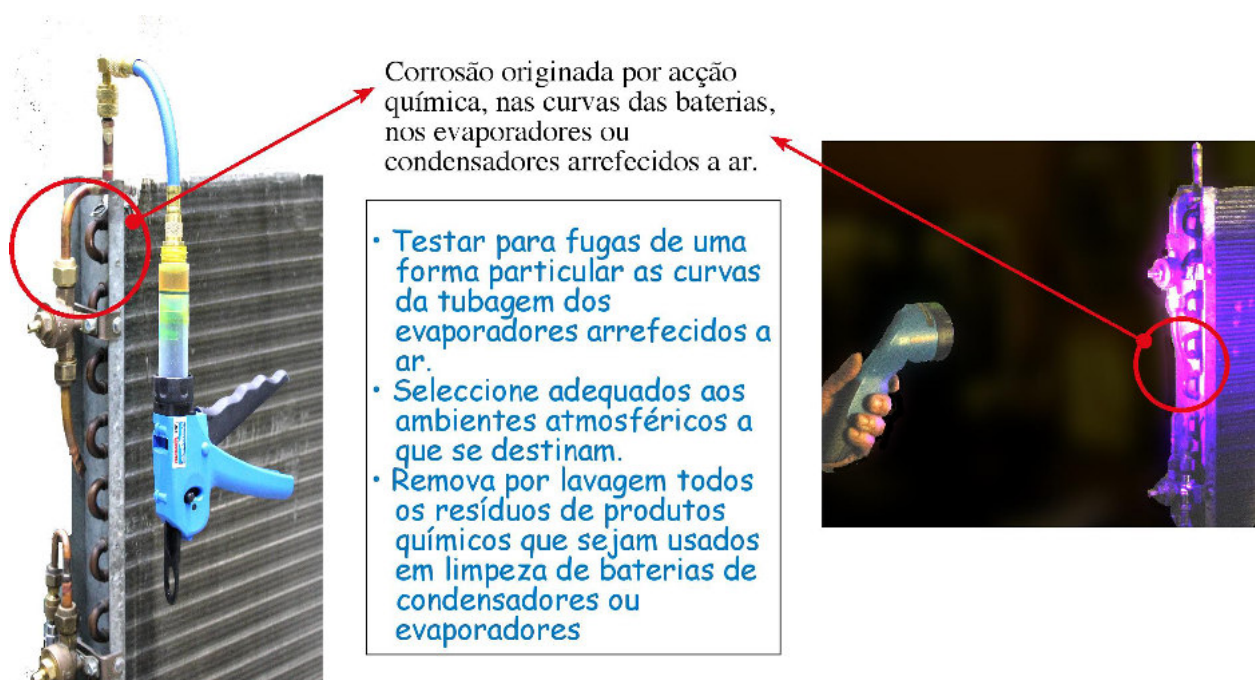


Fig. 11 – Fugas em condensadores e evaporadores – detecção por ultravioletas

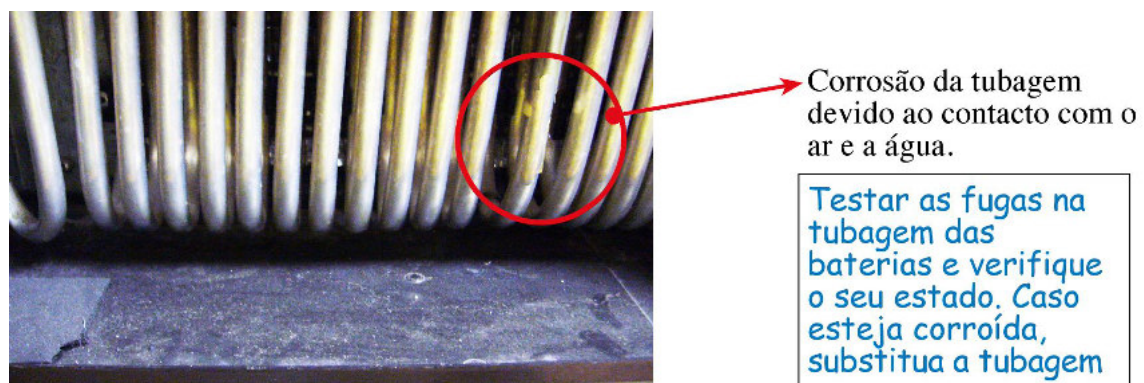


Fig. 12 – Fugas em condensadores – proximidade de tabuleiro de condensados

## 2.5. Pressostatos

Os pressostatos estão inserido no circuito do fluido frigorigéneo ou do óleo lubrificante, pelo que também nestes casos o risco de fuga é elevado. Tenha-se ainda em conta a interligação entre este circuito e os comandos eléctricos que lhes estão associados, circunstância que pode ocasionar situações de choque eléctrico para o operador, pelo que deve ser tomado cuidado adicional quando se fazem intervenções no interior destes equipamentos. A figura seguinte ilustra os pontos críticos da utilização de pressostatos na perspectiva de possibilidades de fuga.

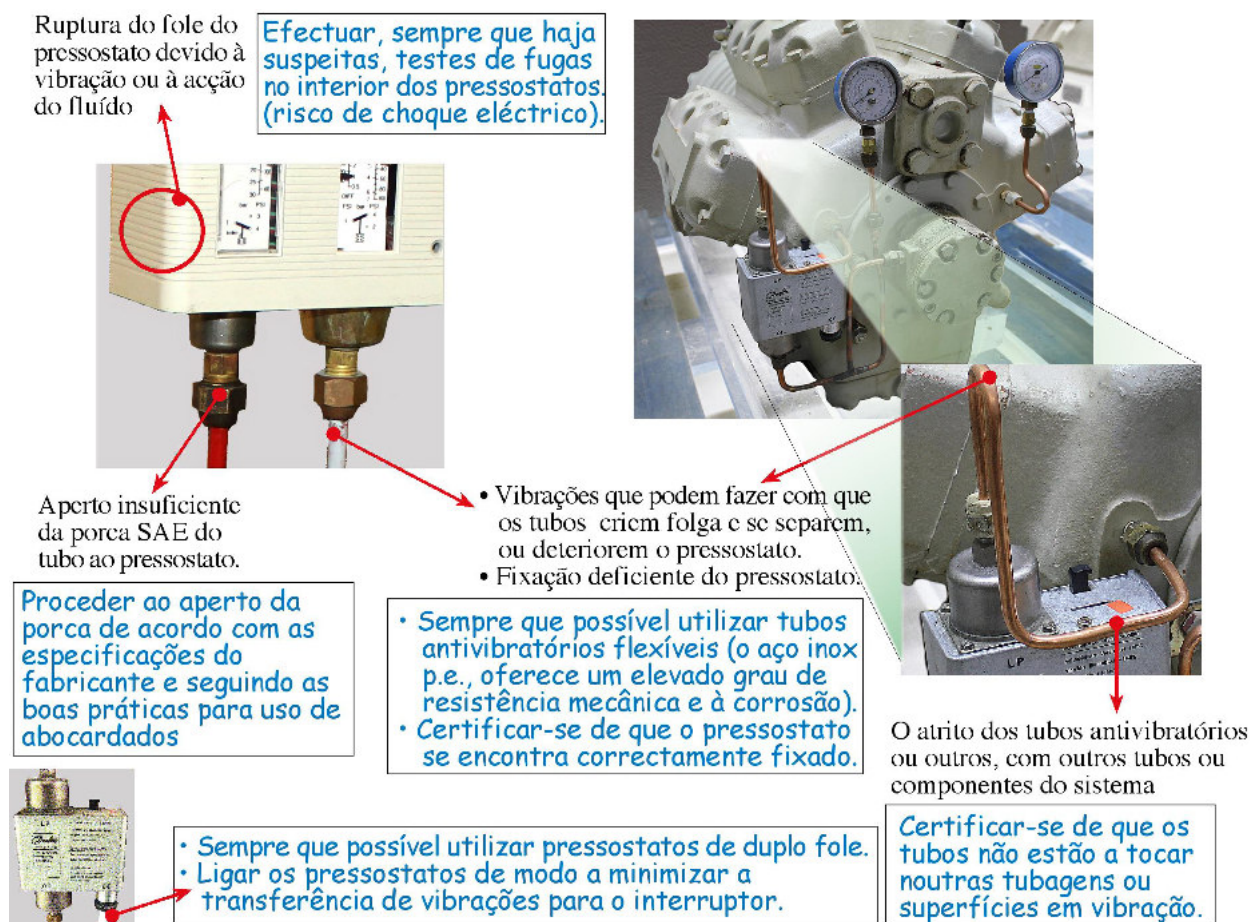


Fig. 13 – Fugas em pressostatos

## 2.6. Compressores

Pelos esforços e vibrações a que ficam submetidos, os compressores poderão também exigir algum tipo de intervenção no que respeita ao controlo de fugas.

Embora muitas destas intervenções tenham que ser efectuadas em empresas especializadas, a respectiva detecção de fugas mostra-se indispensável, pelo que qualquer técnico deverá ter uma ideia de onde é que as deve procurar, preconizando soluções adequadas. Nas figuras seguintes mostram-se algumas dessas situações críticas.



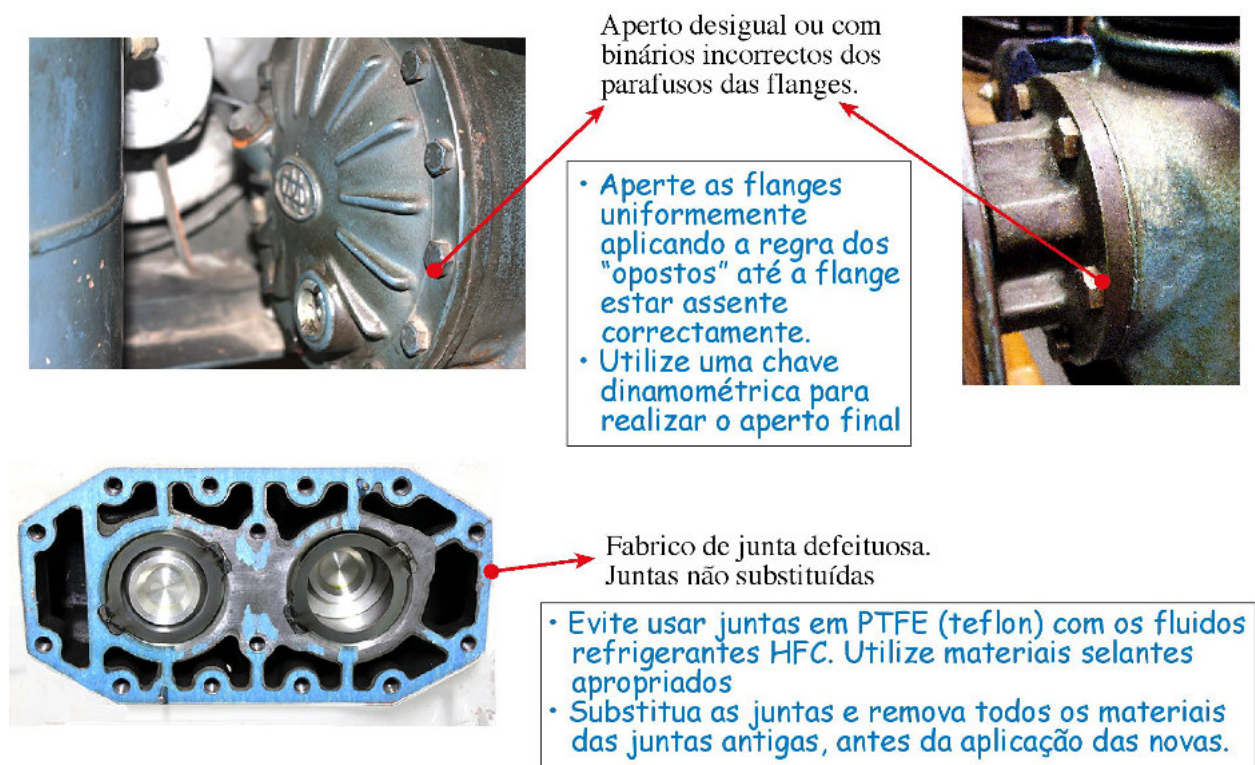


Fig. 14 – Fugas em compressores - juntas

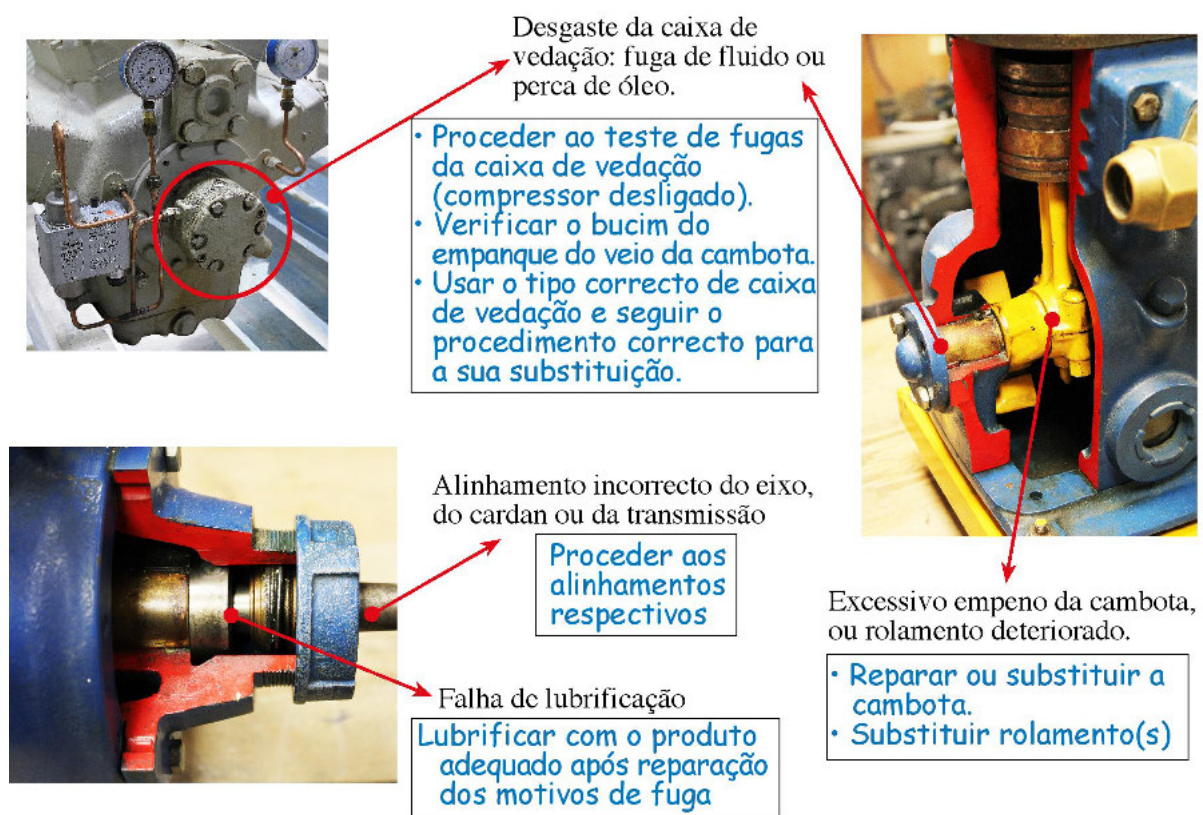


Fig. 15 – Fugas em compressores - bucins

## 2.7. Fugas em o-rings

Muito utilizados em diversos procedimentos de vedação, os chamados o-rings são também uma parte importante na cadeia de possibilidade de fugas de fluido frigorígeno.



- Desgaste, endurecimento ou achatamento, nomeadamente quando sujeitos a temperaturas extremas.
- Atenção às fugas após um “retrofit” devido a diferente reacção ao novo óleo

- Verifique a curvatura, desgaste, endurecimento e achatamento.
- Substitua os O-rings, não reutilize, principalmente durante um “retrofit” do fluido frigorígeno.
- Veja as características do vedante de substituição de forma a garantir que ele é próprio para o óleo e o fluido utilizados no sistema.
- Lubrifique os vedantes antes da sua colocação.

Fig. 16 – Fugas em o-rings

## 3. Detecção de fugas de um sistema em funcionamento - generalidades

Existem diversos métodos para detecção de fugas de fluido frigorígeno sendo os mais comuns:

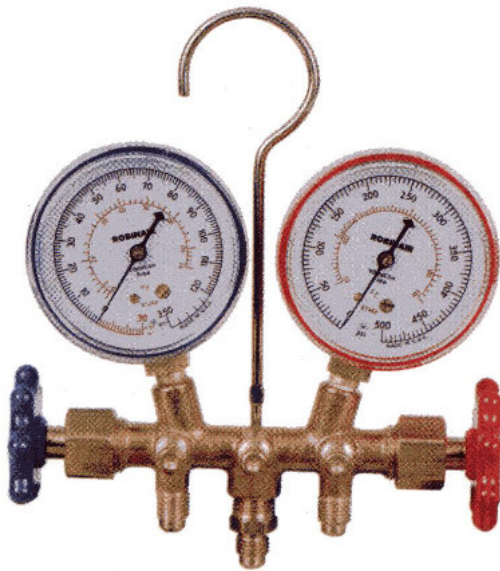
**Ensaio pela água de sabão** – fazendo uma solução muito concentrada de sabão em água e espalhando essa solução com um pincel nas zonas suspeitas. Qualquer fuga aparece pela formação de bolhas de sabão.

**Ensaio através de detector electrónico** – Existem no mercado detectores electrónicos portáteis, muito práticos de usar, com grande sensibilidade e que podem ser utilizados com todos os fluidos halogenados.



**3.1. Equipamentos para carga e verificação de sistemas** - Para tornar rápidas e funcionais as operações de verificação, carregamento, controlo e/ou esvaziamento de um sistema frigorífico utiliza-se normalmente o equipamento que se indica.

- **Conjunto de manómetros alta/baixa.**
- **Visor de líquido.**
- **Mangueiras.**



Conjunto de manómetros AP/BP



Conjunto de mangueiras

Fig. 17 – Manómetros e mangueiras

**3.2. Quantidade de fluido frigorígeno** - Normalmente, nos aparelhos domésticos, frigoríficos e unidades de ar condicionado, o fabricante indica na chapa de características o peso do fluido frigorígeno que o sistema deve comportar. Nestes casos, o fluido frigorígeno a introduzir no sistema é pesado numa balança ou utilizam-se balanças próprias para carga dos sistemas frigoríficos.



Fig. 18 - Estação de carga de fluido frigorigéneo

#### Verificação visual do sistema:

a) **Observação dos visores de líquido** - Num circuito bem dimensionado, com o sistema a trabalhar, quando o visor de líquido se apresenta sem bolhas, deverá, em princípio, estar bem carregado.

b) Verificação da corrente eléctrica absorvida - Normalmente nos aparelhos domésticos também se poderá verificar se um sistema está convenientemente carregado através da corrente absorvida pelo grupo motor/compressor, não dispensando todavia a aplicação dos manómetros para verificação das pressões:

- **carregado correctamente** - corrente absorvida é a nominal;
- **carregado insuficientemente** - corrente absorvida abaixo da nominal;
- **carregado com excesso de fluido frigorigéneo** - corrente absorvida acima do nominal.

c) Aproveitamento do evaporador - O sistema mais comum utilizado pelo mecânico frigorista quando o sistema tem somente um evaporador, consiste em **verificar se toda a serpentina do evaporador está a ser aproveitada na expansão do fluido frigorigéneo.**

Quando um sistema está convenientemente carregado e a temperatura estabilizada, o evaporador fica orvalhado até à saída da serpentina, (podendo congelar se trabalhar com temperaturas negativas), Tal não se deve prolongar pela linha de aspiração até ao compressor.

Caso exista válvula expansora, deverá existir um sobreaquecimento de 5 a 7°C antes do bolbo

### **3.3. Sintomas e consequências da falta de fluido (“falta de gás”)**

Quando há falta de fluido na instalação, as pistas seguintes podem revelar essa carência. Ter em atenção que o sintoma de falta de fluido deve ser encarado, de acordo com as normas aplicáveis, como sinal de existência de fuga, pelo que deve obrigar à detecção da correspondente fuga:

- Linha de aspiração mais quente que o normal.
- Linha de compressão mais quente que o normal.
- Pressão de aspiração muito baixa.
- Pressão de compressão muito baixa.
- Evaporador aproveitado somente à saída do dispositivo expansor.
- Compressor quente.
- Compressor a trabalhar continuamente.
- Bolhas no visor de líquido.

#### **A falta de fluido na instalação pode ter as seguintes consequências:**

- Diminuição da capacidade de refrigeração.
- Nos aparelhos domésticos, frigoríficos e sistemas de ar condicionado, e nas instalações comerciais com compressores semi-herméticos, o arrefecimento do motor eléctrico e do compressor é feito pela aspiração dos gases frios pelo que a sua ausência pode provocar o aumento de temperatura no motor do compressor e contribuir para a sua destruição.

### **3.4. Sintomas e consequências de excesso de fluido (“carga a mais”)**

Os sintomas de excesso de fluido podem geralmente referir-se às seguintes situações:

- Elevada pressão de compressão.
- Elevada temperatura de compressão.
- Aumento de corrente absorvida pelo motor/compressor.
- Disparo dos sistemas de segurança.
- Paragem por pressostato de alta

**Entre várias consequências desta situação podem citar-se as seguintes:**

- Sobrecarga do motor eléctrico (risco de queima).
- Avarias nas válvulas de compressão do compressor.

### **3.5. Detecção de fugas**

Foram referidas atrás algumas generalidades sobre detecção de fugas, integradas nos procedimentos básicos relativos aos pontos críticos de uma instalação no que respeita á possibilidades de fuga de fluido frigorígeno numa instalação. Importa agora ir mais longe, vendo em detalhe como é que estes procedimentos se enquadram do ponto de vista legislativo e como é que na prática eles devem ser considerados em cada uma das tipologias de intervenção, já que estas tipologias, para além das diferentes características, condicionam o tipo de intervenção que cada uma das categorias da certificação para manuseamento de fluorados pode efectuar.

#### **3.5.1. Definições a destacar:**

1. «**Gases fluorados com efeito de estufa**» - os hidrofluorcarbonetos (HFC), perfluorcarbonetos (PFC) e hexafluoreto de enxofre (SF6) constantes em anexo ao Regulamento e as preparações que contenham estas substâncias, com excepção das substâncias regulamentadas ao abrigo do Regulamento (CE) nº. 2037/ /2000 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 29 de Junho de 2000, relativo às substâncias que empobrecem a camada de ozono
2. «**Hidrofluorcarboneto**», um composto orgânico constituído por carbono, hidrogénio e flúor cujas moléculas não contêm mais de seis átomos de carbono cada uma;
3. «**Potencial de aquecimento global**», o potencial de aquecimento climático de um gás fluorado com efeito de estufa por comparação com o dióxido de carbono. O potencial de aquecimento global (PAG) é calculado para um período de 100 anos, em função do potencial de aquecimento de um quilograma de gás em relação a um quilograma de CO2

4. «**Preparação**», para efeitos das obrigações previstas no regulamento, com exclusão da destruição, uma mistura composta por duas ou mais substâncias em que pelo menos uma é um gás fluorado com efeito de estufa, excepto quando o potencial de aquecimento global total da preparação seja inferior a 150.
5. «**Operador**», a pessoa singular ou colectiva que exerce um poder real sobre o funcionamento técnico dos equipamentos e sistemas abrangidos pelo regulamento, podendo qualquer Estado Membro, em situações definidas e específicas, designar o proprietário como responsável pelas obrigações do operador;
6. «**Bomba de calor**», um dispositivo ou instalação que extrai calor a baixa temperatura do ar, da água ou da terra para fornecer calor;
7. «**Sistema de detecção de fugas**», um dispositivo mecânico, eléctrico ou electrónico calibrado para detecção das fugas de gases fluorados com efeito de estufa que, em caso de detecção, alerta o operador;
8. «**Sistema hermeticamente fechado**», um sistema em que todas as partes que contenham gás de refrigeração são tornadas estanques por meio de soldadura, de braçadeiras ou de uma ligação permanente semelhante, que pode incluir válvulas cobertas e orifícios de saída cobertos que permitam uma correta reparação ou eliminação e que tenham uma taxa de fugas comprovada inferior a 3 gramas por ano sob uma pressão mínima equivalente a um quarto da pressão máxima permitida;
9. «**Recipiente**», um produto concebido essencialmente para o transporte ou o armazenamento de gases fluorados com efeito de estufa;
10. «**Recuperação**», a recolha e armazenamento de gases fluorados com efeito de estufa, provenientes nomeadamente de máquinas, equipamentos e recipientes;
11. «**Reciclagem**», a reutilização de um gás fluorado com efeito de estufa recuperado na sequência de uma operação de limpeza básica;
12. «**Regeneração**», o reprocessamento de um gás fluorado com efeito de estufa recuperado, a fim de obter um determinado nível de desempenho;
13. «**Destruição**», o processo pelo qual a totalidade ou a maior parte de um gás fluorado com efeito de estufa é continuamente transformada ou decomposta em uma ou mais substâncias estáveis que não sejam gases fluorados com efeito de estufa;

**Outras definições importantes:**

**Empresa** - Pessoa singular ou coletiva que: produza, utilize, recupere, recolha, recicle, valorize, destrua gases fluorados com efeito de estufa. Importe, exporte equipamentos e gases fluorados com efeito de estufa. Coloque no mercado, instale, preste assistência técnica ou manutenção.

**Ciclo Orgânico de Rankine** – Ciclo que converte o calor produzido por uma fonte térmica em

energia eléctrica ou mecânica.

**Sistemas de ar condicionado em duas componentes** – Sistema partido ou Split.

**Sistemas múltiplos de refrigeração centralizada** – Sistemas com dois ou mais compressores em paralelo, que estão ligados a um ou mais condensadores e uma série de evaporadores.

**Sistema primário de refrigeração em sistema de cascata** - combinação de dois ou mais circuitos de refrigeração, ligados em série, em que o circuito primário absorve o calor do condensador de um circuito secundário.

**Toneladas de equivalentes de CO<sub>2</sub>**- Quantidade de gases com efeito de estufa correspondente ao resultado da multiplicação da carga de gases com efeito de estufa em toneladas métricas pelo potencial de aquecimento global ( PAG ).

#### EXEMPLOS:

a) Obter as toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub> através da carga em Kg.

$$\text{Ton CO}_2 \text{ eq} = \text{Carga (ton . métricas)} \times \text{PAG}$$

Fluído R134a ; Carga = 10 kg ; PAG = 1430

Carga em Ton CO<sub>2</sub>eq =  $10/1000 \times 1430 = 14,3 = 14 \text{ ton CO}_2 \text{ eq}$

Fluído R404A ; Carga = 10 kg ; PAG = 3922

Carga em Ton CO<sub>2</sub>eq =  $10/1000 \times 3922 = 39,2 = 39 \text{ ton CO}_2 \text{ eq}$

b) Obter a carga através das toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub>.

$$\text{Carga em Kg} = \text{ton CO}_2 \text{ eq} \times 1000 / \text{PAG}$$

Fluído R410A ; ton CO<sub>2</sub> eq = 36 ; PAG = 2088

Carga em kg =  $36 \times 1000 / 2088 = 17,24 = 17 \text{ kg}$



### **3.5.2. Obrigações e periodicidades**

Estabelece seguidamente alguns princípios importantes que dizem diretamente respeito às obrigações e periodicidades a que os sistemas devem ser submetidos, nomeadamente

1. Os operadores das seguintes aplicações fixas: **equipamentos de refrigeração, de ar condicionado e de bombas de calor, incluindo os seus circuitos**, e sistemas de proteção contra incêndios, que contenham gases fluorados com efeito de estufa enumerados no anexo , devem:

- a) Evitar as fugas desses gases;
- b) Reparar assim que possível quaisquer fugas detectadas

2. Os operadores das aplicações fixas: **equipamentos de refrigeração, de ar condicionado e de bombas de calor, incluindo os seus circuitos**, e sistemas de proteção contra incêndios, que contenham gases fluorados com efeito de estufa devem assegurar que as aplicações sejam controladas para detecção de fugas por pessoal acreditado que cumpra os requisitos exigidos no regulamento de acordo com a seguinte programação:

<b>Frequência mínima controlo para deteção</b>	<b>&lt; 3kg &lt; 6kg hermet</b>	<b>&lt; 5 ton CO<sub>2</sub> eq &lt;10 ton CO<sub>2</sub> eq hermet</b>	<b>&gt; 5 ton CO<sub>2</sub> eq &lt; 50 ton CO<sub>2</sub> eq</b>	<b>&gt;50 ton CO<sub>2</sub> eq &lt;500 ton CO<sub>2</sub> eq</b>	<b>&gt; 500 ton CO<sub>2</sub> eq</b>
<b>Sem sistema adequado de deteção de fugas</b>	<b>Sem obrigação</b>	<b>Sem Obrigação</b>	<b>12 em 12 meses</b>	<b>6 em 6 meses</b>	<b>3 em 3 meses</b>
<b>Com sistema adequado de deteção de fugas</b>	<b>Sem obrigação</b>	<b>Sem obrigação</b>	<b>24 em 24 meses</b>	<b>12 em 12 meses</b>	<b>6 em 6 meses</b>
	<b>Até 31 Dezembro 2016</b>	<b>A partir de 1 de Janeiro de 2017</b>	<b>A partir de 1 de Janeiro de 2015</b>	<b>A partir de 1 de Janeiro de 2015</b>	<b>Os operadores devem providenciar um sistema de deteção.  inspecionado de 12 em 12 meses.</b>

As aplicações **devem ser controladas para detecção de fugas no prazo de um mês a contar da reparação de uma fuga**, a fim de assegurar que a reparação foi eficaz

Para efeitos do presente número, «controladas para detecção de fugas» significa que o equipamento ou sistema é examinado para detectar fugas, **utilizando métodos de medição directos ou indirectos**, com incidência nas partes do equipamento ou sistema com maior probabilidade de ocorrência de fugas. Os métodos de medição directos e indirectos para a detecção de fugas são especificados nos requisitos normalizados de controlo previstos no Regulamento

**ATENÇÃO: Segundo a Lei portuguesa é OPERADOR o dono do equipamento.**

### **3.5.3. Responsabilidades**

#### **1. OPERADOR**

**Os operadores e as empresas que prestem serviços devem estabelecer e manter registos e cópias dos mesmos (para as empresas ) durante 5 anos com a seguinte informação:**

- Quantidade e tipo de gases fluorados instalados.
- Quantidades de gases adicionadas em várias operações.
- Quantidades de gases reciclados ou valorizados, indicando o nome e endereço do local de recuperação e valorização.
- Quantidade de gases fluorados recuperados.
- Identidade da empresa que instalou, ou realizou algum serviço técnico.
- Datas e resultados das verificações para detecção de fugas .
- Medidas tomadas para recuperar e eliminar os gases fluorados, quando os equipamentos tiverem sido desativados.

#### **2. ROTULAGEM**

- Os produtos e equipamentos que contenham gases fluorados com efeito de estufa , só podem ser colocados no mercado se estiverem devidamente rotulados. A partir de 1 Janeiro de 2017 os rótulos deverão ter indicado a carga em (g/kg) e ton CO2 eq e o respetivo PAG do gás fluorado com efeito de estufa.

- Os produtos e equipamentos abrangidos por uma isenção, devem ser rotulados indicando a finalidade para a qual a isenção foi concedida.
- Os gases fluorados colocados no mercado para utilização em equipamentos militares devem ser rotulados com a indicação de só poderem ser utilizados para esse fim.
- Os gases fluorados valorizados, reciclados , para destruição ou para exportação directa, devem ter rótulos identificando as diferentes situações. No caso dos valorizados e reciclados devem ainda ter o numero do lote, nome e endereço da instalação de valorização ou reciclagem.
- Os rótulos devem ser redigidos em português, legíveis, claros e localizados em zonas acessíveis aos técnicos, como por exemplo, na zona de carregamento dos gases.

### 3. RESTRIÇÕES

#### PROIBIÇÃO DE COLOCAÇÃO NO MERCADO

Sistemas	PAG	Data da Proibição
Frigoríficos e congeladores domésticos HFC, com PAG >150		1 de Janeiro de 2015
Frigoríficos e congeladores para uso comercial ( Hermet fechado )	HFC, com PAG = / > 2500	1 de Janeiro de 2020
Frigoríficos e congeladores para uso comercial ( Hermet fechado )	HFC, com PAG = / > 150	1 de Janeiro de 2022
Equipamentos fixos de refrigeração, até temp. Evaporação de – 50°C	HFC, com PAG = / > 2500 Conter HFC ou depender	1 de Janeiro de 2020
Sistemas múltiplos de refrigeração centralizada cap. nominal 40 Kw, excepto circuito primário sistema cascata, podem ser utilizados HFC com PAG <1500	HFC, com PAG = / > 150 Conter HFC ou depender	1 de janeiro de 2022
Equipamento residencial móvel de ar condicionado	HFC, com PAG = / > 150	1 de Janeiro 2020
Sistema de ar condicionado tipo split que contenham menos de 3 kg	HFC, Com PAG = / > 750 Conter HFC ou depender	1 de janeiro de 2025

## COMERCIALIZAÇÃO DE GASES FLUORADOS

- Só devem ser adquiridos gases fluorados por empresas certificadas ou por empresas que empreguem pessoas detentoras dos certificados. Artigo 11º, nº4.
- As empresas não certificadas que não exerçam a instalação, assistência técnica, manutenção ou reparação de equipamento, podem no entanto recolher, transportar ou distribuir gases fluorados com efeito de estufa. Artigo 11º, nº 4.
- Os equipamentos não herméticamente fechados, carregados com gases fluorados com efeito de estufa, só dem ser vendidos ao utilizador final, quando forem fornecidas provas de que a instalação será executada por uma empresa certificada. Artigo 11º,nº5.
- A colocação no mercado dos equipamentos enumerados no slide anterior, com exceção dos equipamentos militares e isenções excepcionais, é proibida a partir das datas indicadas.
- Excepções : Equipamentos militares , isenções excepcionais
- A isenção excecional por um período máximo de quatro anos, poderá ser pedida se os equipamentos em causa não tiverem alternativa, ou apresentem custos desproporcionados ou ainda as alternativas não serem aconselhadas por motivos técnicos ou de segurança.
- A partir de 1 de Janeiro de 2020 é proibido utilizar gases fluorados com efeito de estufa cujo PAG seja igual ou superior a 2500, na manutenção e assistência técnica.
- Excepções : Equipamentos militares , equipamentos destinados a temperaturas de congelação inferiores a – 50 °c e a equipamentos com autorização de isenção .
- A isenção por um período máximo de quatro anos, poderá ser pedida se os equipamentos em causa não tiverem alternativa, ou apresentem custos desproporcionados ou ainda as alternativas não serem aconselhadas por motivos técnicos ou de segurança.

**NOTA** - Até 1 de janeiro de 2030 não é aplicável o primeiro ponto para os seguintes casos :

- Gases fluorados valorizados, com PAG superior a 2500, ( manutenção e assistência técnica ) desde que rotulados com indicação de informações sobre o lote, nome e endereço da instalação de valorização.
- Gases fluorados reciclados dos próprios equipamentos , com PAG superior a 2500, ( manutenção e assistência técnica ) . Só pode ser utilizado pela empresa que fez a recuperação do mesmo para fins de manutenção e assistência técnica.

#### **4. EMPRESAS FORNECEDORAS DE FLUIDO**

Os fornecedores de gases fluorados devem conservar os registos das informações dos compradores, durante pelo menos 5 anos com a seguinte informação:

- Os numeros dos certificados dos compradores de gases
- Quantidades respectivas de gases fluorados com efeito de estufa adquiridas.

Os fornecedores de gases fluorados devem ainda facultar os registos, quando a autoridade competente do Estado-Membro em causa, o solicitar.

#### **5. PONTOS MAIS IMPORTANTES A DESTACAR**

- Os certificados existentes emitidos nos termos do Reg. 842/2006 mantêm-se válidos por sete anos desde a data de emissão.
- Gases fluorados com efeito de estufa, são os hidrofluorcarbonetos (HFC) , perfluorocarbonetos ( PFC ), hexafluoreto de enxofre ( SF<sub>6</sub> ), constantes do anexo I e II do reg. 517/2014, e as preparações que contenham pelo menos uma destas substâncias.
- Das intervenções que não envolvam contacto com o gas fluorado, apenas a deteção de fugas, terá de ser efectuada por um técnico certificado.
- Chama-se aplicação a um circuito de refrigeração independente. Como exemplo se 2 chillers com 100kg de HFC cada, estão interligados do lado da água fria, mas não no circuito de refrigeração, representam duas aplicações de 100kg cada.
- As quotas de mercado para os gases fluorados vão ter como referência o consumo médio entre 2009 e 2012 e está previsto uma reserva de 11% para as pequenas empresas que não coloquem no mercado um valor igual ou superior a 1 ton de gases fluorados.
- Cada produtor , importador ou exportador deve comunicar à CE os dados previstos no anexo VII do regulamento, excepto para valores inferiores a uma tonelada métrica ou 100 ton CO<sub>2</sub> eq.
- De acordo com o decreto lei 56/2011 só os equipamentos colocados no mercado a partir de 22/abril /2011 são obrigados a rotulagem em português.

- Nos produtos que sejam colocados a partir de 1 de Janeiro de 2017, deverão constar, o PAG, a quantidade de carga de gás (g/kg) e em ton equivalente de CO2.
- Os rótulos devem ser colocados de modo a serem visíveis aquando da instalação ou assistência técnica, por exemplo, ao lado das placas indicadoras existentes sobre informação do produto.

A responsabilidade da rotulagem é de quem coloca o equipamento no mercado.

- Os registos devem ser mantidos um por cada circuito independente de refrigeração.  
Não é obrigatório manter registos para cargas inferiores a 5 ton CO2 eq.
- O caderno de registos de intervenções deverá ser preenchido em triplicado e obtido junto do organismo de certificação. A 1ª cópia deve ser enviada anualmente para o organismo de certificação, a 2ª cópia deverá ser para o proprietário e a 3ª cópia para o técnico certificado.
- Fluido frigorígeno recuperado, sujeito a processo de regeneração ou destruição, tem de ser encaminhado por um operador de gestão de resíduos licenciado, que deverá preencher uma guia de acompanhamento de resíduo, cujo numero, deve ser colocado no registo da intervenção.
- Só as uniões soldadas ou obtidas por brasagem podem ser consideradas num sistema hermeticamente fechado.
- Uma empresa de prestação de serviços não certificada pode subcontratar uma empresa certificada para executar uma determinada intervenção.
- Um organismo ou Empresa, que não preste serviços a terceiros nesta area, tem de possuir o seu próprio quadro de técnicos certificados, assim como os recursos próprios necessários, em termos de ferramentas e equipamentos (capítulo 4.5.1 especificações CERTIF), mas a empresa (organismo) não terá de ser certificada mas terá de estar registada na APA.
- A instalação e manutenção ou assistência técnica a terceiros tem de ser efectuada por um técnico certificado, pertencente a uma empresa certificada ou estabelecido em nome individual como empresa certificada.
- Os atestados de formação são específicos e estão apenas associados ao Reg. 307/2008, dizendo respeito a pessoal técnico, ligado aos sistemas de ar condicionado instalados em determinados veículos a motor e que contêm gases fluorados com efeito de estufa.



### **3.6. O Regulamento Europeu 1516/2007**

Dedicado de forma particular à detecção de fugas, o **1516** operacionaliza diversos princípios que estavam contidos no **842**, e que se podem resumir do seguinte modo:

#### **3.6.1. a) Objecto e âmbito de aplicação**

O regulamento estabelece, as disposições normalizadas para a detecção de fugas:

- em equipamentos fixos de refrigeração,
  - em equipamentos fixos de ar condicionado,
  - em bombas de calor,
  - Em unidades de refrigeração de camiões e reboques refrigerados;
- e diz respeito a equipamentos ativos ou temporariamente fora de serviço, que contenham determinados gases fluorados com efeito de estufa.

**O regulamento não se aplica aos equipamentos com sistemas hermeticamente fechados que estejam rotulados como tal e contenham menos de 6 kg de gases fluorados com efeito de estufa.**

#### **3.6.1. b) Registos dos equipamentos**

Nos “registos do equipamento”, (nº 6 do artº 3º do Regulamento Europeu (CE) 842/2006) o operador terá que indicar:

- i) Nome;
- ii) endereço postal;
- iii) número de telefone;
- iv) A carga de gás fluorado com efeito de estufa, para os equipamentos de refrigeração, ar condicionado e bombas de calor. Caso este valor não conste nas especificações técnicas do fabricante, “o operador deve assegurar a sua determinação por pessoal acreditado”.
- v) A causa da fuga, quando identificada.

#### **3.6.1. c) Controlo dos registos dos equipamentos**

Antes de proceder à detecção de fugas, o pessoal acreditado deve controlar os registos dos

equipamentos, dando especial atenção às informações pertinentes sobre questões recorrentes e áreas problemáticas.

#### **3.6.1. d) Controlos sistemáticos**

Devem ser controladas sistematicamente as seguintes partes dos equipamentos de refrigeração, ar condicionado e bombas de calor:

1. Juntas;
2. Válvulas, incluindo hastes;
3. Vedantes, incluindo em secadores e filtros amovíveis;
4. Partes do sistema sujeitas a vibração;
5. Ligações a dispositivos de segurança ou funcionamento.

Num parágrafo anterior deste capítulo do manual, dedicado aos pontos críticos, foram identificados os principais pontos incluídos nestas categorias, bem como outros de importância semelhante que importa ter presentes. Estes, no entanto devem ser objecto de “controlo **sistemático**”, entendendo-se que devem ser levados a cabo **sempre**, embora não esgotem neles as possibilidades de fuga.

#### **3.6.1. e) Seleção do método de medição**

1. Ao proceder à detecção de fugas relativamente a equipamentos de refrigeração, ar condicionado ou bombas de calor, cabe ao pessoal acreditado aplicar um método de medição direto, ou um método de medição indireto, nos termos do previsto mais adiante.

2. **Podem aplicar-se sempre métodos de medição direta.**

3. **Os métodos de medição indireta só podem ser aplicados quando os parâmetros dos equipamentos a analisar, referidos adiante contenham informações seguras sobre a carga de gases fluorados com efeito de estufa indicada nos registos dos equipamentos e a probabilidade de fuga.**

#### **3.6.1. f) Métodos de medição diretos**

1. Para detectar fugas, o pessoal acreditado deve usar um ou mais dos seguintes **métodos de medição diretos**:

- a) Verificação dos circuitos e componentes que apresentam risco de fuga, com **dispositivos de detecção de gases adaptados ao refrigerante do sistema**;
- b) **Aplicação de fluido de detecção de ultravioletas (UV) ou de um corante adequado** no circuito;
- c) **Soluções exclusivas de espuma/água com sabão.**

2. Os dispositivos de detecção de gases mencionados no nº.1, alínea a), devem ser **verificados de 12 em 12 meses**, de modo a assegurar o respectivo funcionamento. A **sensibilidade mínima** dos dispositivos portáteis de detecção de gases deve ser de **5 gramas por ano**.

3. A aplicação de fluidos de detecção UV ou corantes adequados no circuito de refrigeração **está dependente da aprovação do fabricante dos equipamentos**, indicando que tais métodos são tecnicamente possíveis. O método será aplicado **apenas por pessoal acreditado para o exercício de atividades que impliquem a violação de circuitos de refrigeração** que contêm gases fluorados com efeito de estufa.

4. Quando os métodos especificados no nº1 do presente artigo não identifiquem uma fuga e as partes referidas no artigo 4º não revelem nenhum sinal de fuga, **mas o pessoal acreditado entender que existe uma fuga, este deve proceder à inspecção de outras partes dos equipamentos**.

5. **Antes de verificar a pressão com azoto isento de oxigénio ou outro gás adequado para verificar a pressão na detecção de fugas, o pessoal acreditado para o efeito deve proceder à recuperação dos gases fluorados com efeito de estufa de todo o sistema.**

#### **3.6.1. g) Métodos de medição indirectos**

1. Para identificar fugas, o **pessoal acreditado procede a controlos visuais e manuais dos equipamentos e analisa um ou mais dos parâmetros seguintes**:

- a) Pressão;
- b) Temperatura;
- c) Corrente do compressor;
- d) Níveis de líquido;
- e) Volume de recarga.

### **3.6.1. h) Métodos indirectos e suspeita de fuga**

**À menor suspeita de fuga** de gás fluorado com efeito de estufa deve proceder-se à respectiva verificação **usando um método directo**, nos termos do especificado anteriormente.

Constitui **suspeita de fuga** uma ou mais das **situações seguintes**:

- a) **Indicação de fuga pelo sistema fixo de detecção de fugas;**
- b) **O equipamento produz ruídos inabituais, vibração, formação de gelo ou capacidade de refrigeração insuficiente;**
- c) **Indicações de corrosão, fugas de óleo e danos nos componentes ou material, em pontos de fuga possíveis;**
- d) **Indicações de fuga em visores ou indicadores de nível ou outros dispositivos visuais;**
- e) **Indicações de danos em interruptores de segurança ou pressão, contadores e ligações de sensores;**
- f) **Desvios das condições operacionais normais indicadas pelos parâmetros analisados, incluindo pelas leituras de sistemas electrónicos em tempo real;**
- g) **Outros indícios de perda de carga de refrigeração.**

### **3.6.1. i) Reparação de fugas**

1. O operador deve assegurar que as reparações sejam efectuadas por **peçoal acreditado** para o desempenho dessas actividades específicas. **Antes de proceder à reparação, e sempre que necessário, deve proceder-se a bombagem ou a recuperação.**

2. Quando necessário, o operador deve assegurar a realização de um **ensaio de estanquidade** com azoto isento de oxigénio ou outro gás adequado para a verificação da pressão e secante, seguido da evacuação, recarga e detecção de fugas. **Antes de verificar a pressão com azoto isento de oxigénio ou outro gás adequado para verificar a pressão, quando necessário, deve proceder-se à recuperação** dos gases fluorados com efeito de estufa de toda a aplicação.

3. Na medida do possível, **deve identificar-se a causa da fuga**, para evitar repetições.

### **3.6.1. j) Controlo pós-reparação**

Ao efectuar o controlo pós-reparação o peçoal acreditado **deve concentrar-se nas áreas onde foram detectadas e reparadas fugas, bem como nas áreas contíguas, quando tenha sido exercida pressão durante a reparação.**

### **3.6.1. I) Requisitos dos equipamentos recentemente instalados**

Devem controlar-se as fugas nos equipamentos recentemente instalados imediatamente após a respectiva entrada em funcionamento.

### **3.6.2. Vantagens e limitações de cada um dos métodos de detecção de fugas**

As suspeitas de fuga acima indicadas na alínea h), obrigam a procedimentos de detecção, que se podem organizar, conforme a abordagem e de acordo com o critério estabelecido no regulamento, do seguinte modo:

#### **3.6.2.1. Métodos directos**

##### **• Instrumentos electrónicos de detecção**

Estão disponíveis no mercado diversos instrumentos deste tipo, os quais recorrem a sensores preparados para determinados tipos de fluido, com eventual necessidade de mudar de sensor quando se pretende passar da detecção de fluorados para a detecção de amoníaco, mas mantendo o corpo principal do sensor e mudando apenas a cápsula. A figura 19 ilustra um destes detectores.



Fig. 19 – Modelo de detector electrónico, com cápsula para fluorados

Os detectores electrónicos são muito precisos, indicando o grau relativo de concentração do

fluido em estudo, o que permite uma boa aproximação ao ponto de fuga. Dispõem muitas de vezes de sinais avisadores sonoros que podem ser captados com auscultadores, o que facilita o trabalho em ambientes muito ruidosos e evita a necessidade de estar continuamente atento ao visor. Acresce a facilidade de utilização e a possibilidade de detectar fugas em locais de difícil acesso como é o caso do interior das baterias dos condensadoras ou evaporadores.

A eficácia do método permite uma boa aproximação a outras situações de fuga problemáticas, como é o caso de juntas defeituosas.

Tenha-se ainda em conta que estes dispositivos não implicam qualquer espécie de intervenção no sistema e que mantêm a possibilidade de actuar, mesmo quando as fugas são descontínuas, desde que se mantenham vestígios por alguns momentos na atmosfera circundante do ponto de fuga.

#### • Detecção por ultrassons

Também não implicam intervenção no sistema, e são de fácil utilização. A aproximação ao ponto de fuga é no entanto crítica em virtude dos ruídos parasitas, como por exemplo reflexões de som na própria estrutura do sistema. Exige maior proximidade que os sensores electrónicos. Têm no entanto a vantagem de detectar fugas de qualquer tipo de fluido, já que não são dependentes da respectiva composição química. Não é garantida a detecção de fugas de nível muito baixo ou não contínuas.



Fig. 20 – Modelo de detector electrónico por ultrassons

#### • Detecção por ultravioletas

Consiste em colocar um corante no fluido frigorífero, corante esse que se torna visível



quando iluminado com luz ultravioleta em ambiente preferencialmente escurecido.

Este sistema obriga a intervenção no sistema, pelo que está limitada a alguns técnicos a capacidade para o utilizar. Ter ainda em conta o facto, já atrás referido, de alguns fabricantes desaconselharem o método por interferir de forma eventualmente agressiva para o sistema ou para um comportamento menos eficaz do fluido frigorigéneo.

O método é pouco preciso na detecção exacta do ponto de fuga.

A posterior utilização do método após reparação da fuga obriga a uma limpeza cuidadosa do espaço circundante, de modo a retirar o corante que possa remanescer na zona anteriormente observada.

A figura 21 ilustra o modo de injectar o corante, e a utilização da luz ultravioleta para detectar a fuga.

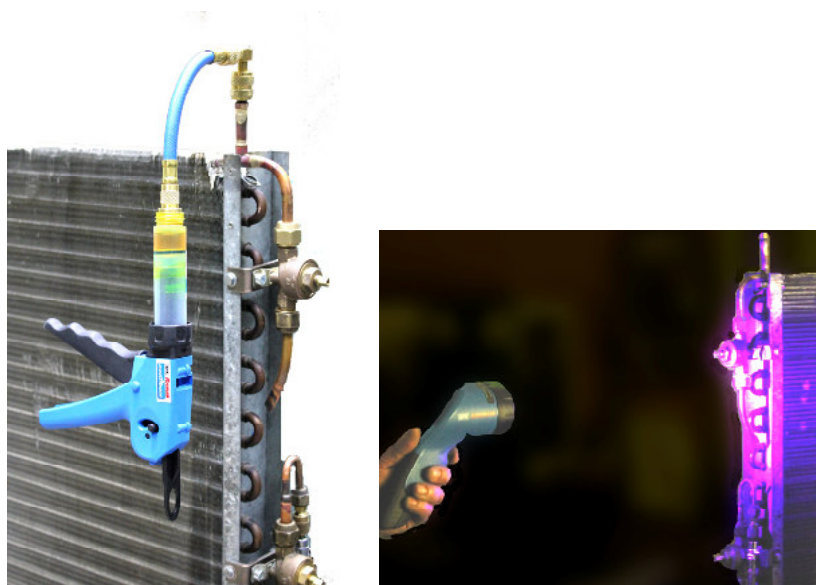


Fig. 21 – Utilização do corante ultravioleta

#### • Água saponada ou Spray

A água saponada, de que o spray é uma versão mais sofisticada, é o mais antigo e talvez ainda o mais divulgado dos métodos de detecção de fugas, qualquer que seja o tipo de fluido. Não envolvendo intervenção no sistema, obrigam no entanto a uma boa aproximação a pontos críticos do mesmo, deixando de fora baterias de condensadores ou evaporadores ou mesmo algumas juntas colocadas ou não em pontos de difícil acesso. A “leitura” do grau da fuga nem sempre é fácil, obrigando à visualização direta de toda a zona em que se aplicou.

Já que apenas obriga à disponibilidade de água, sabão, um pincel e capacidade para ver, o método acaba por ser “portátil” e de “preço acessível”...



Fig. 22 – Utilização de água saponada

### **3.6.2.2. Métodos indiretos**

Os métodos indiretos não recorrem à leitura da fuga em si, mas à observação das consequência que essa fuga origina no comportamento geral do sistema. Esse comportamento anómalo, podendo ser sinal de **suspeita de fuga**, deve ser tratado, como se viu no extracto do Regulamento, **como se de fuga se tratasse** obrigando ao desencadear das ações básicas para confirmar ou não a sua existência.

O parágrafo 3.6.1.g) e h), deste capítulo faz uma síntese dos parâmetros que devem ser objecto de análise por parte do técnico.

**Se algum dos parâmetros se afastar do funcionamento normal do sistema, deve passar-se à observação recorrendo a um método direto.**

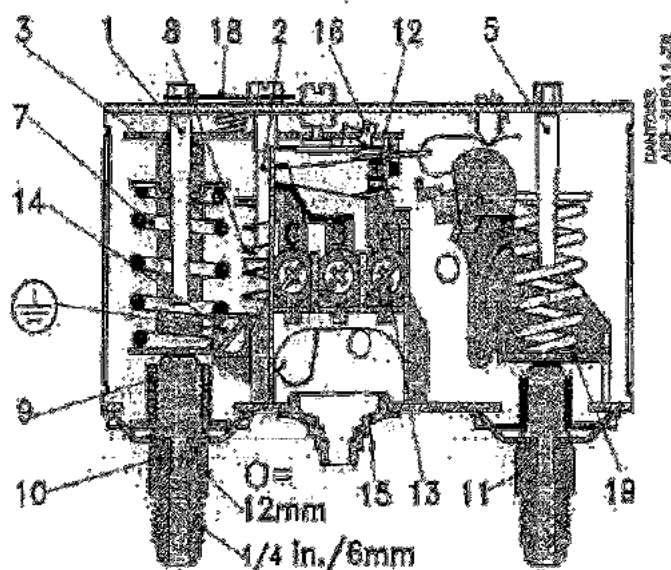
Tenha-se em conta que o recurso a estes métodos obriga à disponibilidade de informação sobre o sistema, designadamente **manuals, características técnicas e dados de eventuais intervenções anteriores**.

## **4. Regulação do sistema:**

### **4.1. Pressostato de alta e baixa.**

Nos sistemas comerciais de baixa potência frigorífica, só se usam pressostato de baixa. Os pressostatos de alta utilizam-se quando a potência aumenta.

Neste tipo de instalações os pressostatos podem ser reguláveis de maneira a que o técnico realize os ajustamentos que considere necessários.



- 1/5- Parafuso de regulação da pressão
- 2- Parafuso de regulação do diferencial
- 3- Braço porta-contatos
- 7/19- Molas principais (LP/HP)
- 8- Mola de diferencial
- 9- Polo
- 10/11- Ligações à baixa e alta pressões
- 12- Interruptor
- 13- Terminal eléctrico
- 15- Entrada do cabo eléctrico
- 16- Apoio

## 4.2. Válvulas reguladoras de pressão

Para medias e grandes instalações, nomeadamente com com várias temperaturas de evaporação ou andares de pressão, são utilizadas válvulas especiais para garantir valores de pressão em determinados pontos ou equipamentos da instalação.

**Descrevem-se de seguida algumas dos reguladores mais utilizadas no mercado e as suas principais funcionalidades:**

### 4.2.1. Regulador de pressão de evaporação (KVP)

Será instalado na linha da aspiração, depois do evaporador, para regular a pressão de evaporação em sistemas de refrigeração com um ou mais evaporadores e um compressor.

Nesse tipo de sistemas de refrigeração (operando com pressões de evaporação diferentes), o regulador é instalado depois do evaporador onde se pretende a pressão de evaporação mais alta.

Cada evaporador é ativado por uma válvula solenóide na linha do líquido. O compressor é controlado por um pressostato.

Esta válvula abre com a subida da pressão de evaporação (na entrada)

Exemplos DANFOSS



**KVP**



**KVR**

#### **4.2.2 Regulador da pressão de condensação (KVR)**

Normalmente, é instalado entre o condensador arrefecido a ar e o depósito de líquido. Este regulador mantém a pressão mínima constante em condensadores arrefecidos a ar, abrindo com a subida da pressão na entrada (pressão de condensação).

Esta válvula é utilizada conjuntamente com a KVD ou NRD, para não deixar baixar excessivamente a pressão de condensação em sistemas de condensação a ar quando a temperatura ambiente é muito baixa.

#### **4.2.3 Regulador da pressão do depósito de líquido (KVD)**

É utilizado para manter a pressão do depósito de líquido suficientemente alta em sistemas de refrigeração, com ou sem recuperação de calor.

É utilizada em conjunto com o regulador de pressão de condensação KVR.

O regulador da pressão de condensação deve ter uma conexão com manómetro, para ser utilizado no ajuste da pressão de condensação.

Este regulador abre quando há queda da pressão no depósito de líquido.



**KVD**



**CPCE**

#### **4.2.4. Regulador de capacidade (KVC)**

É utilizado para o controle da capacidade dos compressores em sistemas de refrigeração onde ocorrem situações de baixa carga térmica e onde é necessário evitar pressões de aspiração baixas e arranques e paragens sucessivas dos compressores.

Uma pressão de aspiração muito baixa também causará vácuo no sistema de refrigeração e, desse modo, criará o risco da entrada de humidade nos sistemas com compressores abertos. Este regulador é instalado, normalmente, numa linha de bypass, entre o tubo de descarga do compressor e o tubo de aspiração. O regulador abre quando há queda da pressão de aspiração.

#### **4.2.5 Instalação**

Os reguladores terão, de forma geral, uma etiqueta informando a função da válvula e o tipo, a faixa de operação da válvula e sua pressão de trabalho máxima permitida (PS/MWP). Uma seta com duas pontas (“+” e “-”) deverá indicar sentido de atuação do regulador “+” pressão mais alta e “-” pressão mais baixa.

Os reguladores de pressão não podem ser utilizados com amoníaco ( $\text{NH}_3$ ).

Os reguladores de pressão devem sempre ser instalados de modo que o fluxo seja o do sentido da seta indicadora.

Os reguladores de pressão poderão ser instalados em qualquer posição, porém eles nunca devem ser causar o bloqueio do óleo ou líquido.