



## **Detecção de gás em sistemas de refrigeração**



<b>Índice</b>	<b>Página</b>
Introdução.....	4
Tecnologia de sensor .....	4
EC - Sensor eletroquímico .....	4
SC - Sensor semicondutor (estado sólido).....	5
CT - Sensores catalíticos.....	6
IR - Infravermelho.....	6
Qual o sensor adequado para um determinado refrigerante?.....	6
Comparação relativa de custo .....	7
A necessidade da detecção de gás .....	7
Legislação e normas .....	7
Exigências quanto à detecção de gás de acordo com a norma EN 378-2000.....	8
Legislação de F-gás .....	8
Exigências quanto à detecção de gás de acordo com a norma EN 378-2006.....	9
USA - Exigências quanto à detecção de gás de acordo com a norma ASHRAE 15- 2004 .....	9
Instruções de instalação .....	10
Localização dos detectores de gás.....	10
Número de detectores de gás em uma planta .....	11
Calibração / teste .....	11
Métodos de Calibração / Teste.....	12
Método I - Calibração / teste por meio da substituição da PCB do Sensor.....	12
Método II - Calibração dos detectores de gás usando um gás de calibração .....	12
Teste de impacto “bump test” .....	13
Faixa de alarme / sensibilidade dos detectores de gás .....	14
Recomendações da Danfoss quanto a níveis de alarme.....	14
Limites de Exposição Ocupacional .....	15
REFERÊNCIAS.....	15
Anexo I - Dados de refrigeração comuns.....	16
Anexo II - EN 378: 2000.....	17
Anexo III - prEN 378: 2006.....	18
Anexo IV - ASHRAE 15- 2004 .....	19

**Abreviações comuns utilizadas**

- |   |  |
|---|--|
| ■ LFL = Lower Flammability Level<br>(Nível de Inflamabilidade Inferior)               | ■ GWP = Global Warming Potential<br>(Potencial de Aquecimento Global)                      |
| ■ OEL = Occupational Exposure Limits<br>(Limites de Exposição Ocupacional)            | ■ TRK = Technische Richtkonzentrationen<br>(Concentração Técnica de Referência)            |
| ■ ATEL = Acute-Toxicity Exposure Limit<br>(Limite de Exposição de Toxicidade Crucial) | ■ MAK = Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen<br>(Concentração Máxima em Áreas de Trabalho) |
| ■ ODL = Oxygen Deprivation Limit<br>(Limite de Privação de Oxigênio)                  | ■ TLV = Threshold Limit Value<br>(Valor Limite de Limiar)                                  |
| ■ OSH = Occupational Safety Limit<br>(Limite de Segurança Ocupacional)                | ■ STEL = Short Term Exposure Limit<br>(Limite de Exposição de Curto Prazo)                 |
| ■ ODP = Ozone Depletion Potential<br>(Potencial de Destruição da Camada de Ozônio)    | ■ PEL = Permissible Exposure Limits<br>(Limites de Exposição Toleráveis)                   |

**Introdução**

Detecção de gás e detecção de vazamento são duas atividades distintas que cobrem o mesmo tópico, mas os métodos são muito diferentes.

A detecção de gás abrange a análise de amostras de ar para determinar se elas contêm gás refrigerante. A detecção de vazamento é uma inspeção sistemática de um sistema de refrigeração para determinar se ele está vazando. Os termos detecção de gás e detecção de vazamento não são intercambiáveis e não devem ser confundidos.

O equipamento de detecção de vazamento normalmente é um equipamento portátil transportado por pessoas, usado para detecção de vazamentos em sistemas de refrigeração. Há vários tipos de detectores de vazamento disponíveis, incluindo desde técnicas simples como água com sabão até instrumentos elétricos sofisticados.

O equipamento de detecção de gás normalmente é usado em uma instalação fixa com diversos sensores localizados nas áreas onde se espera

que o refrigerante possa se acumular no caso de um vazamento na planta.

Estas localizações dependem do layout da casa de máquinas e espaços adjacentes, da configuração da planta e também do refrigerante em questão.

Antes de selecionar o equipamento de detecção de gás apropriado, diversas perguntas devem ser respondidas:

- Que gases precisam ser detectados e em que quantidades?
- Que princípio de sensor é o mais adequado? Quantos sensores são necessários? Onde e como eles seriam posicionados e calibrados?
- Quais os limites de alarme apropriados? Quantos são requeridos? E como a informação de alarme é processada?

Este manual de aplicação tentará responder estas questões.

**Tecnologia de sensor**

A Danfoss selecionou o sensor mais apropriado para o gás refrigerante alvo, dependendo do refrigerante e da faixa ppm requerida.

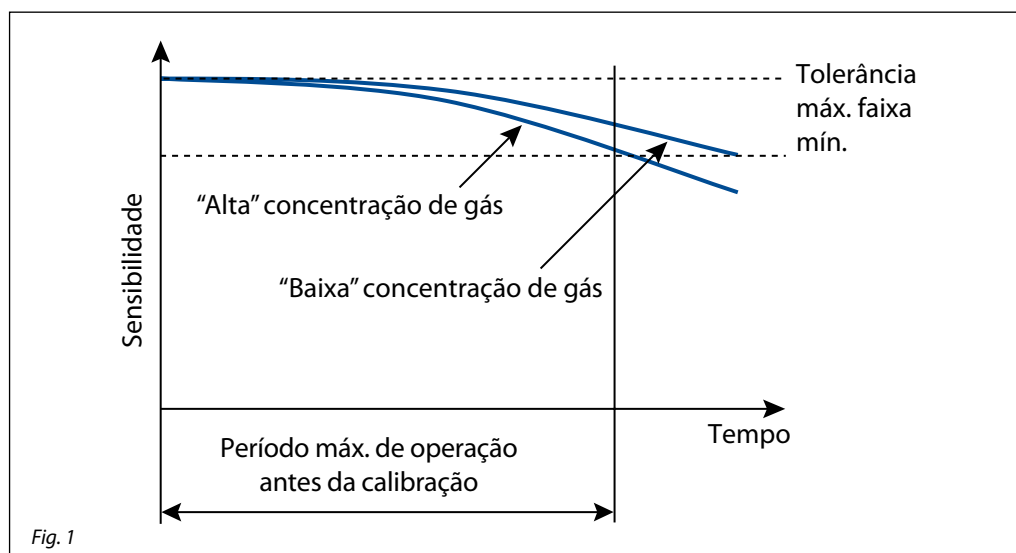
A Danfoss oferece as seguintes tecnologias de sensor:

*EC - Sensor eletroquímico*

Células eletroquímicas são usadas principalmente para gases tóxicos e apropriadas para amônia.

Uma reação de oxidação/redução gera uma corrente elétrica que é proporcional à concentração de gás.

Estes geralmente consistem de dois eletrodos mergulhados em um meio eletrólito.



Eles são muito precisos (0,02 ppm) e tendem a ser utilizados principalmente para gases tóxicos que não podem ser detectados de outra forma ou onde são necessários altos níveis de precisão (fig. 1).

Eles eram relativamente caros com uma vida útil limitada, entretanto, a Danfoss agora oferece sensores EC específicos para amônia na faixa de 0 - 5.000 ppm com uma vida útil de

aproximadamente 3 anos.

A exposição a grandes vazamentos de amônia ou ambientes com presença constante de amônia irá encurtar a vida útil do sensor (fig. 2).

Eles estão sujeitos apenas a raras interferências cruzadas. Eles podem reagir a grandes alterações repentinas de umidade, mas se estabilizam rapidamente.

EC - Sensor eletroquímico  
(continuação)

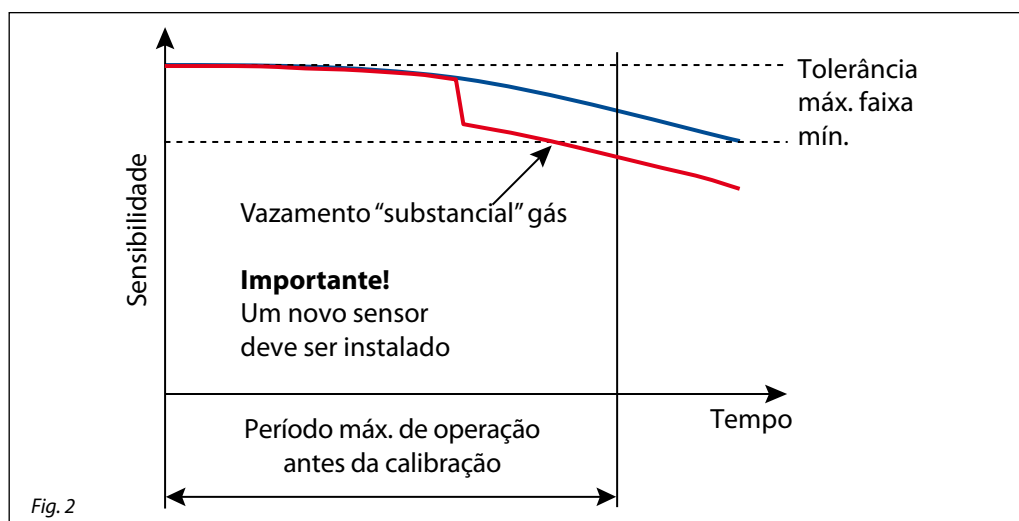


Fig. 2

SC - Sensor semiconductor  
(estado sólido)

O semiconductor funciona medindo a mudança de resistência (proporcional à concentração), conforme o gás é absorvido na superfície de um semiconductor, que normalmente é fabricado a partir de metal óxido.

Estes podem ser utilizados para uma ampla faixa de gases incluindo gases combustíveis, tóxicos e refrigerantes.

É sustentado que eles funcionam melhor que o tipo catalítico na detecção de gases combustíveis em baixas concentrações, até 1.000 ppm. Portanto, eles estão se tornando mais populares nas aplicações em refrigeração, dado que os refrigerantes a base de hidrocarbonetos devem ser detectados em níveis baixos para evitar problemas e custos potenciais.

Estes são de baixo custo, vida útil prolongada, sensíveis, estáveis, à prova de envenenamento e podem ser utilizados para detectar uma grande faixa de gases, incluindo todos os refrigerantes CFC, HCFC, HFC, amônia e hidrocarbonetos.

Entretanto, eles não são seletivos nem adequados para detecção de um gás único numa mistura ou para uso onde a presença de altas concentrações de gases interferentes é provável (fig. 3).

Interferências provenientes de fontes momentâneas (por exemplo, gás do escapamento de um caminhão) que criam alarmes falsos, podem ser superadas utilizando-se um atraso de alarme.

Semicondutores para halogenados podem ser utilizados para detectar simultaneamente mais de um gás ou uma mistura. Isto é particularmente útil na monitoração de uma sala da planta com diversos refrigerantes.

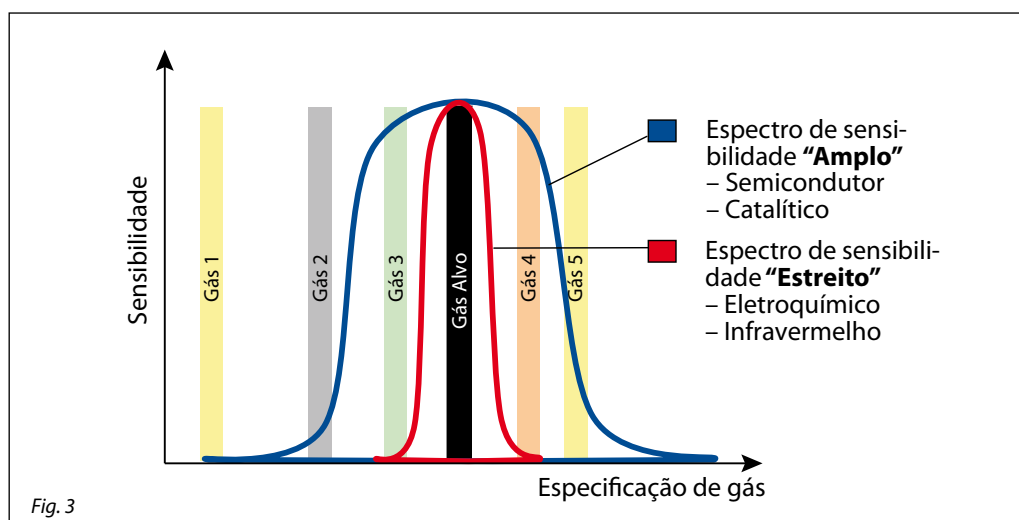


Fig. 3

**CT - Sensores catalíticos**

Sensores catalíticos (às vezes chamados tipo glóbulo ou pellistor) estão sendo usados principalmente para gases combustíveis, incluindo amônia, e são os mais populares para esta aplicação em altos níveis de detecção.

O sensor funciona queimando o gás na superfície do glóbulo e medindo a alteração da resistência resultante no glóbulo (que é proporcional à concentração).

Estes são relativamente de baixo custo, bem estabelecidos e conhecidos e com boa duração de vida útil, até 5 anos. O tempo de resposta é de cerca de 20 a 30 segundos.

Eles podem ser submetidos a envenenamento em certas aplicações, mas geralmente não em refrigeração, sendo mais eficientes nos níveis de gás de 1.000 ppm a 100% LEL.

São usados principalmente com gases combustíveis, sendo, portanto apropriados para amônia e refrigerantes a base de hidrocarbonetos em concentrações elevadas.

Captam todos os gases combustíveis, mas respondem a cada um com taxas diferentes e, desta maneira, podem ser calibrados para gases específicos.

Existem versões específicas para amônia.

**IR - Infravermelho**

A tecnologia infravermelho faz uso do fato que a maioria dos gases apresenta uma faixa de absorção característica na região de infravermelho do espectro, sendo que esta pode ser usada para sua detecção. A comparação com um feixe de referência permite que a concentração seja determinada.

Os sensores infravermelhos quando introduzidos pela primeira vez eram específicos para um único gás e, portanto, não adequados para aplicações que envolviam a monitoração de mais de um gás. Eles eram muito seletivos e com precisão de leitura – de até uma parte por milhão. Os sensores infravermelhos normalmente eram usados onde requerido um alto nível de precisão e especificidade. Esta elevada precisão de desempenho contribui para seu alto custo.

Entretanto, a especificidade se transformou em uma desvantagem nas salas de máquina, pois sua utilização resultou em instalações de gás mistas que precisavam de um modelo diferente para cada gás, o que era uma solução cara.

Novos modelos foram desenvolvidos baseados na monitoração do comprimento de onda de infravermelho amplo que podia detectar uma mistura de gases. Isto, entretanto, reduziu a especificidade e a precisão.

Se preferido, podem ser usadas unidades de refrigerante específicas se houver uma possibilidade de interferência cruzada.

Que sensor é adequado para um determinado refrigerante?

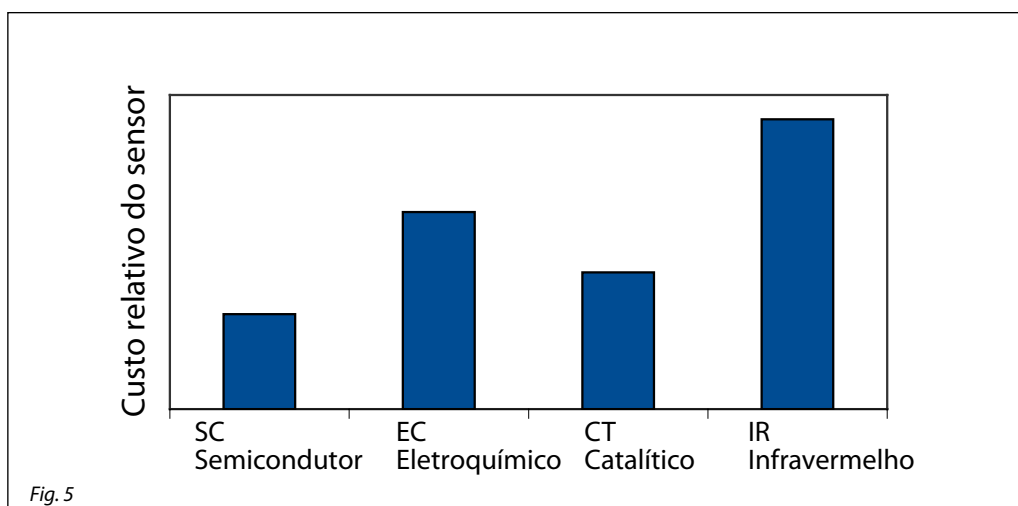
	Semicondutor	Eletroquímico	Catalítico	Infravermelho
"Baixa" concentração de amônia (< 100 ppm)	-	✓	-	-
"Média" concentração de amônia (< 1000 ppm) <sup>1)</sup>	(✓)	✓	-	(✓)
"Alta" concentração de amônia (< 10000 ppm)	✓	-	✓	(✓)
"Muito alta" concentração de amônia (>10000 ppm)	-	-	✓	(✓)
Dióxido de Carbono CO <sub>2</sub>	-	-	-	✓
HC Hidrocarbonetos	(✓)	-	✓	(✓)
HCFC - HFC Halogenados	✓	-	-	(✓)

Melhor solução     
 Adequado - porém menos atrativoatrativo     
 Não apropriado

Fig. 4

<sup>1)</sup> Faixa de medição de 0 a 1000 ppm. Pode ser ajustado na faixa inteira.

Comparação relativa de custo



**A necessidade da detecção de gás**

Há diferentes razões para necessidade de uma detecção de gás. É óbvio que o controle é um argumento muito forte, mas também

- Custo de serviço reduzido (custo da substituição do gás e a chamada de assistência).
- Custo do consumo de energia reduzido devido à falta de refrigerante.
- Risco de danificação de produtos de estoque devido a um vazamento substancial.
- Possível redução do custo de seguro.
- Encargos sobre refrigerantes “ecologicamente não amigáveis”

Diferentes aplicações de refrigeração requerem detecção de gás por diferentes razões.

**A amônia** é classificada como uma substância tóxica com um odor muito característico, como tal ela é “auto-alaricante”. Mesmo assim, a instalação dos detectores de gás dentro de uma casa de máquinas é muito útil, visto que muitas vezes nenhuma pessoa está presente para tomar as ações necessárias. Além disso, a amônia é o único refrigerante comum mais leve que o ar.

**Os hidrocarbonetos** são classificados como inflamáveis. Portanto, é muito importante verificar

se a concentração ao redor do sistema de refrigeração não excede o limite de inflamabilidade.

**Todos os refrigerantes fluorados** apresentam certo impacto sobre o ambiente. Portanto, é muito importante evitar quaisquer vazamentos destes.

**CO<sub>2</sub> (Dióxido de Carbono)** está envolvido diretamente no processo de respiração e precisa ser tratado adequadamente. Aprox. 0,04% de CO<sub>2</sub> está presente no ar. Com concentração superior, algumas reações adversas são relatadas começando com um aumento na taxa de respiração (~100% em concentração de 3% de CO<sub>2</sub>) e resultando na perda da consciência e morte para concentrações de CO<sub>2</sub> acima de 10%.

**Oxigênio** – Sensores de privação de oxigênio podem ser usados em algumas aplicações, mas eles não são oferecidos pela Danfoss e não serão descritos neste manual.

**Nota:**  
Sensores de oxigênio nunca devem ser usados em instalações de CO<sub>2</sub>.

**Legislação e normas**

As exigências quanto à detecção de gás variam de país para país. Uma visão geral das regras e regulações mais comuns podem ser encontradas abaixo.

**Europa:**

A norma de segurança atual para sistemas de refrigeração em vigor na Europa é a EN 378- 000. Nos últimos anos esta norma tem sido submetida a uma ampla atualização.

Este trabalho foi completado (prEN 378- 2006), mas a norma ainda não foi aprovada em definitivo.

Recomenda-se a leitura desta versão da norma, uma vez que ela é muito mais rigorosa e com exigências diferentes.



**Nota!**

A exigência para a detecção de gás não é idêntica nas normas EN 378- 2000 e prEN 378-2006.

As exigências para equipamentos de detecção de gás na Europa são cobertas pela legislação nacional nos diferentes países e podem, portanto, diferir das exigências especificadas na norma EN 378.

Exigências quanto à detecção de gás de acordo com a norma EN 378: 2000 e prEN 378: 2006 são limitadas às salas de máquinas. Deve ser observado que as salas de máquinas, de acordo com estas normas, são áreas restritas. Os níveis de alarme especificados não apontam efeitos de longo prazo (segurança pessoal).

Exigências quanto à detecção de gás de acordo com a norma EN 378-2000

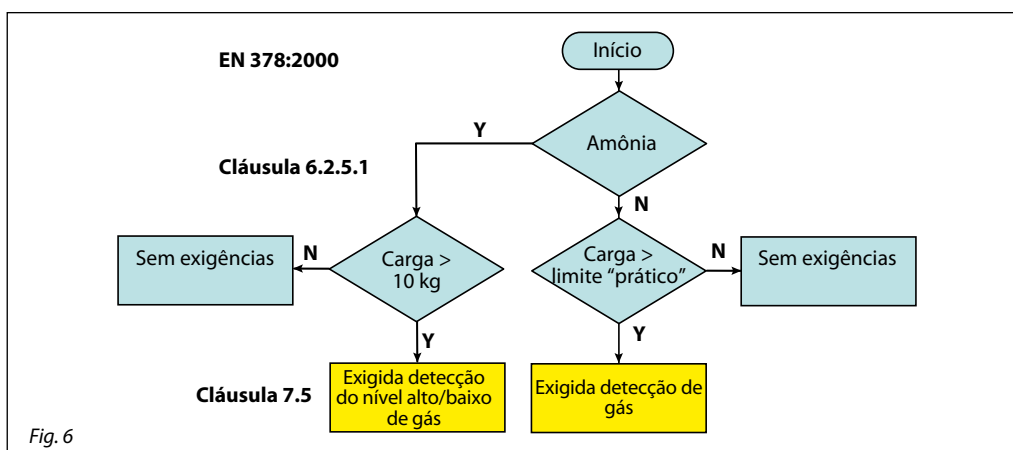


Fig. 6

A detecção de gás é requerida pela norma EN 378:2000 para todas as instalações onde a concentração na casa de máquinas possa exceder o limite para aquele espaço.

No caso de refrigerantes inflamáveis e tóxicos, isto significa teoricamente todos os sistemas comerciais e industriais, mas no caso dos refrigerantes A1 é possível ter sistemas pequenos, que não requerem detecção de gás. Entretanto, na maioria das grandes plantas é provável que o limite seja excedido no caso de um vazamento maior e, portanto, a detecção de gás é requerida.

Podem ser encontradas orientações na norma EN 378: 2000 parte 3 parágrafo 7.2, afirmando que "a concentração de refrigerante em cada casa de máquina especial deverá ser monitorada em um ou mais pontos". Isto abrange todos os grupos de refrigerantes incluindo o A1. Entretanto, no parágrafo 7.4.1 a norma afirma "Se um sistema de refrigeração... estiver equipado com detectores de refrigerante ..." levantando a questão de se a detecção é requerida ou não.

Pode ser concluído que, se puder ser mostrado através de cálculo que a concentração de

refrigerante na casa de máquina especial nunca possa alcançar o limite, então não há necessidade de detecção fixa de gás. Entretanto, se a concentração puder alcançar o limite, mesmo para refrigerantes A1, então deve ser instalada a detecção fixa.

O limite para vários refrigerantes é dado no Anexo II e III, que é obtido das normas EN 378-2000 parte 1 e prEN 378-2006. Nestas tabelas o limite da amônia é baseado em sua toxicidade e os limites dos hidrocarbonetos são baseados em sua inflamabilidade e estão ajustados em 20% de seu limite inflamável inferior. O limite para todos os refrigerantes A1 está ajustado no seu Limite de Exposição de Toxicidade Crucial (ATEL).

Se a carga de refrigerante total em uma sala, dividida pelo volume líquido da sala, for maior que o "limite" (consulte os Anexos II e III), então é razoável concluir que o sistema de detecção fixa de gás deve ser instalado.

A norma EN 378-2000 requer apenas que a detecção fixa de gás seja instalada nas salas de máquinas.

Legislação F-Gás (EC) Nº 842 /2006.

O objetivo do regulamento é conter, impedir e, desse modo, reduzir as emissões de gases fluorados do efeito estufa cobertas pelo Protocolo de Kyoto. A diretiva do regulamento é obrigatória em toda a União Européia e Estados membros da EFTA.

O regulamento aborda o uso de HFCs, PFCs e SF6 (GWP > 150) em todas as suas aplicações, exceto Condicionamento de Ar Móvel, abordado pela Diretiva sobre Geladeiras Domésticas.

O regulamento entrou em vigor em 4 de julho de 2006 e diversas medidas serão aplicadas a partir 4 de julho de 2007.

Exigências de verificação de vazamento, que serão a base para os operadores usarem "todas as medidas que sejam tecnicamente viáveis que não resultem em custos desproporcionais" a fim de evitar o reparo de qualquer vazamento detectado.

É requerida uma verificação de vazamento periódica realizada através de pessoal certificado, com a seguinte frequência, dependendo da quantidade usada:

- 3 kg ou mais: pelo menos uma vez a cada 12 meses – exceto para sistemas hermeticamente vedados contendo menos que 6 kg;
- 30 kg ou mais: pelo menos uma vez a cada 6 meses (12 meses com um sistema de detecção de vazamento apropriado);
- 300 kg ou mais: pelo menos uma vez a cada 3 meses (6 meses com um sistema de detecção de vazamento apropriado – que seja de qualquer maneira obrigatório).
- Os sistemas de detecção de vazamento devem ser verificados pelo menos uma vez a cada 12 meses.

Exigências quanto à detecção de gás de acordo com a norma prEN 378-2006

prEN 378:2006 é uma atualização da EN378: 2000. A norma ainda não foi aprovada em definitivo, mas ela contém informações importantes sobre detecção de gás.

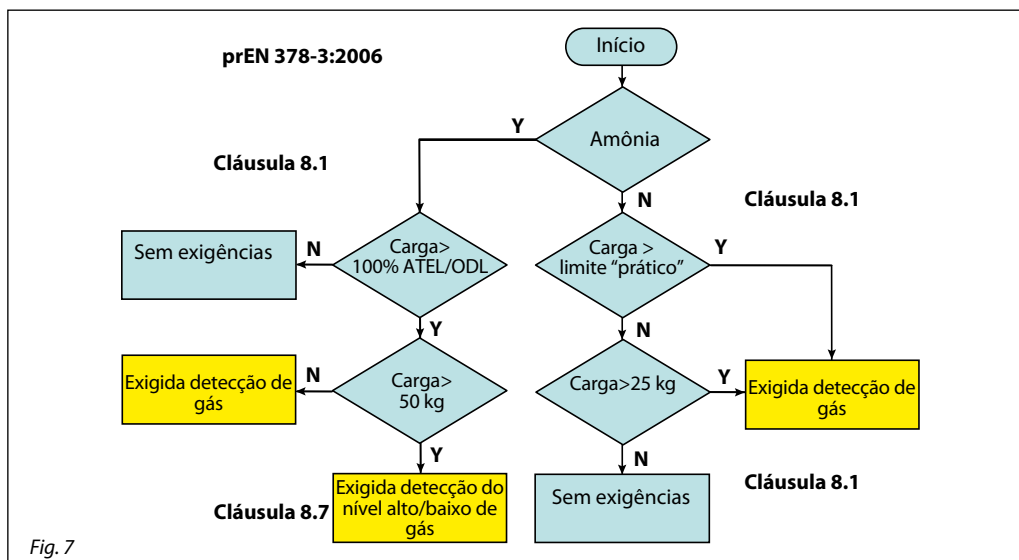


Fig. 7

**USA [EUA]**

Exigências quanto à detecção de gás de acordo com a norma ASHRAE 15-2004

As exigências quanto à detecção de gás de acordo com a norma ASHRAE 15-2004 relatam exigências para salas com equipamento de refrigeração incluindo salas de máquinas. Os valores de alarme de "Baixo Nível" são menores ou iguais aos níveis TLV-TWA. (consulte também os "Limites de Exposição Ocupacional", página 14)

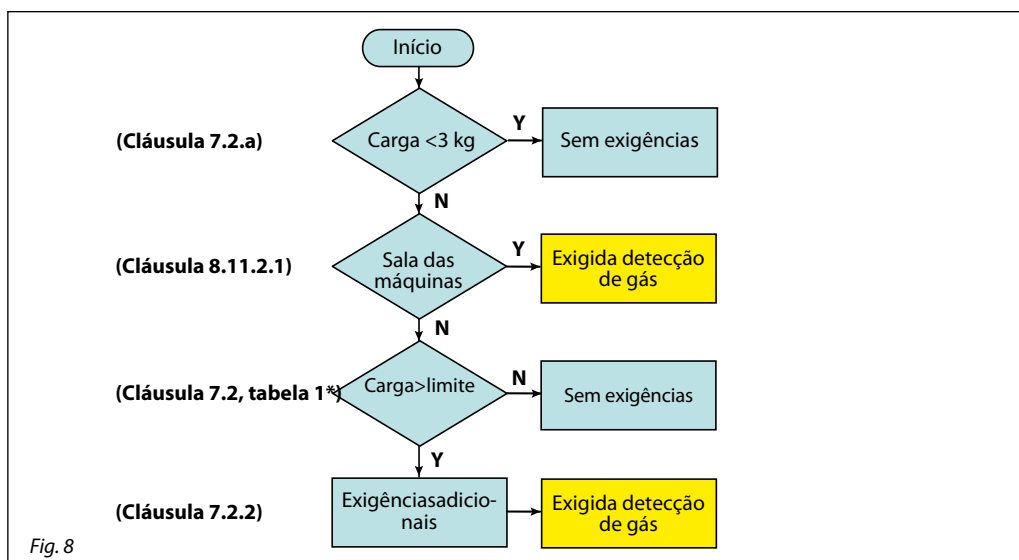


Fig. 8

\* Nota: O limite de carga, determinado pela ASHRAE 15-2004, também pode, para os refrigerantes seleccionados, ser encontrado no Anexo IV (Limites Práticos)

**Instruções de instalação**

Existem duas abordagens, proteção do perímetro ou detecção de ponto. Com a detecção de perímetro você coloca sensores ao redor de todo o perímetro do espaço em questão a fim de certificar a monitoração do espaço todo. Com a detecção de ponto você localiza um sensor numa posição em particular onde você está preocupado com um vazamento, por exemplo, no compressor. Para gases mais pesados que o ar, os sensores devem ser localizados próximos ao solo/ponto mais baixo.

Para gases mais leves que o ar, os sensores devem ser instalados no alto de paredes, teto ou perto do exaustor, mas de forma conveniente para manutenção. Se a densidade for igual, instale no nível de visão. Em alguns países pode ser obrigatório ter uma UPS (fonte de Alimentação Ininterrupta) conectada aos Detectores de Gás, para garantir segurança de operação durante uma falta de energia.

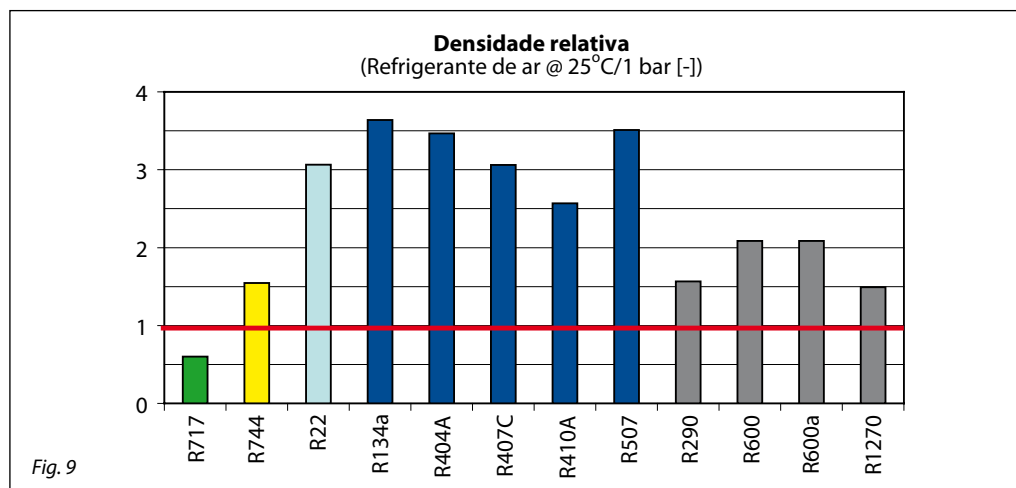


Fig. 9

**Localização dos detectores de gás**

Os detectores de gás devem ser alimentados conforme especificado no manual de instruções e localizados de maneira que seja respeitado

o comprimento limite do cabo, partindo da unidade de controle central/monitor.

*Em geral:*

- Não instale em uma estrutura que esteja sujeita a vibração e impactos, tais como, tubulação e suportes de tubulação.
- Não coloque próximo de uma fonte de calor excessivo ou em localizações úmidas ou molhadas.
- Não instale onde ele esteja exposto a aquecimento solar direto.
- Não instale em áreas onde possa haver formação de orvalho.

*Os dois métodos de localização de sensores:*

- Detecção de Ponto, onde os sensores são localizados o mais próximo possível das fontes de vazamento mais prováveis.
- Detecção de Perímetro, onde os sensores circundam totalmente a área de risco.

O método mais apropriado é selecionado dependendo do tamanho e natureza da localidade.

- Os detectores deverão ser localizados alto/baixo de acordo com a densidade do refrigerante utilizado.
- Se houver ventilação mecânica em uma casa de máquinas, o ar se moverá na direção do ventilador. Nas localizações problemáticas um tubo de fumaça pode indicar os movimentos de ar em um espaço e auxiliar na localização dos sensores.
- Em uma câmara fria, se possível os sensores devem ser colocados na parede, no fluxo de retorno de ar abaixo da altura da cabeça

**Importante!**

Não coloque diretamente na frente de uma serpentina devido a flutuações de temperatura e umidade. Estas podem ocorrer especialmente durante degelos ou carga de uma câmara fria.

- Certifique-se de que poços, escadas e barreiras sejam monitoradas uma vez que eles podem se encher como cavidades de gás estagnado. A monitoração de tais áreas geralmente é requerida pelas normas.

**Localização dos detectores de gás (continuação)**

A disposição do equipamento na sala também pode ter impacto sobre o local mais eficiente para amostra.

Como instrução geral:

- Se houver um compressor/chiller na sala, obtenha amostra no perímetro da unidade. Para dois resfriadores, faça amostras entre eles, com três ou mais resfriadores, faça amostras entre eles e em cada lado. Assegure que a

área sendo amostrada seja suficientemente monitorada. Não economize nos sensores.

- Coloque os sensores nas localizações mais prováveis de desenvolver um vazamento de gás, incluindo articulações mecânicas, vedações e onde houver mudanças regulares na temperatura e pressão do sistema ou vibração excessiva, tais como, compressores e válvulas de controle do evaporador.

As localizações que requerem mais proteção em uma casa de máquinas ou planta seriam ao redor de caldeiras de gás, compressores, tanques de armazenamento pressurizados, cilindros de gás, salas de armazenamento ou tubulações.

Os mais vulneráveis são válvulas, medidores, flanges, juntas em T, conexões de enchimento ou drenagem etc. Os sensores devem ser posicionados um pouco antes das partes de alta pressão para permitir a formação de nuvens de gás. Caso contrário seria provável a passagem de algum vazamento de gás através de um jato de alta velocidade, não sendo detectado pelo sensor.

Deve ser considerada a acessibilidade para permitir futuros serviços de calibração e manutenção. Não deve ser instalado sobre uma estrutura que esteja sujeita a vibração e impactos, tais como, tubulação e suportes de tubulação. Evite áreas de calor excessivo, molhadas, úmidas ou onde possa haver formação de orvalho.

Também deve ser considerada a acessibilidade das áreas onde se prevê a ocorrência de vazamento, por exemplo, na vizinhança de válvulas, flanges de tubos, compressores etc e também a possibilidade do acúmulo de gás nas cavidades no caso de um vazamento.

**Número de detectores de gás em uma planta**

As exigências quanto ao número de detectores de gás em uma planta não estão expressas especificamente nas normas.

Como instrução geral:

- Um detector normalmente pode cobrir uma área de aproximadamente 50 a 100 m<sup>2</sup> dependendo da condição real do espaço a ser coberto. Em locais onde existem várias obstruções e falta de ventilação, a cobertura é de aprox. 50 m<sup>2</sup>, desde que o sensor esteja instalado próximo do nível do teto ou do nível do piso, dependendo da densidade do refrigerante. Nos locais não obstruídos e com boa ventilação mecânica, a cobertura pode ser aumentada até aprox. 100 m<sup>2</sup>.

- Salas de máquina: Recomenda-se que os detectores sejam instalados acima ou em ambos os lados dos compressores ou de outras partes não estáticas do sistema ou na direção do fluxo de ar do exaustor de operação contínua. Onde houverem vigas altas instaladas sob teto e refrigerantes mais leves do que o ar recomenda-se que os detectores sejam instalados entre as vigas e também na face inferior destas.



Se houver uma ventilação contínua na sala, um sensor/ponto de detecção deve ser localizado no fluxo, após a última fonte de vazamento potencial.

**Calibração / teste**

A calibração/teste dos detectores de gás é uma matéria extremamente importante. Geralmente três questões são de grande importância:

- Exigências da legislação nacional.
- Os detectores de gás como sensores eletroquímicos são produtos de consumo, que precisam ser renovados periodicamente, dependendo do tipo utilizado e concentração de refrigerante.
- Vida útil normal dos sensores.

A partir de um ponto de vista técnico e de segurança, os sensores fornecidos pela Danfoss devem ser calibrados/testados de acordo com os intervalos estabelecidos na tabela (fig. 10).

**IMPORTANTE!**

Se a legislação nacional requerer calibração/testes com intervalos menores que aqueles fornecidos na fig. 10 da tabela, estes intervalos devem ser seguidos.

**Nota:** A norma EN 378 requer a realização de testes anualmente.

	Tempo de vida estimado [ano]	Intervalo de calibração máximo recomendado [ano]	Intervalo de teste recomendado** [ano]
<b>SC</b> Semicondutor	>5	2	1
<b>EC</b> Eletroquímico	2-3*	2	1
<b>CT</b> Catalítico	~5	2	1
<b>IR</b> Infravermelho	>5	2	1

\* O sensor deve ser renovado se exposto a elevadas concentrações de amônia

\*\* Deve ser um teste de impacto ou "bump test"

Fig. 10

**Métodos de Calibração / Teste**

Estão disponíveis dois métodos diferentes para execução dos procedimentos de calibração/testes.

- Substituindo a PCB (Placa de Circuito Impresso) do Sensor
- Usando um Gás de Calibração

Além destes métodos, pode ser usado um teste de impacto "bump test".

*Método I  
Calibração/teste por meio da substituição da PCB do Sensor*

Este método requer que o distribuidor forneça placas PCB do sensor calibradas de fábrica com certificados de calibração e códigos de rastreabilidade. Além disso, é requerida uma simulação elétrica para testes dos sinais de saída e configurações de alarme.

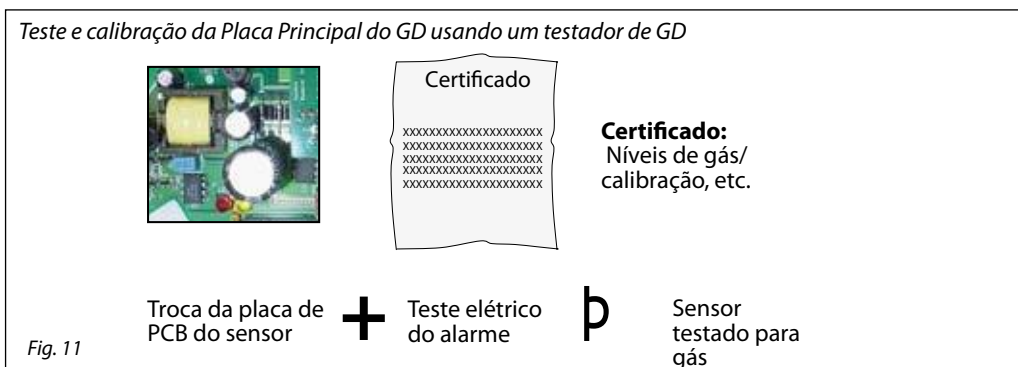
Este método pode ser comparado com o método usado para válvulas de segurança. O fabricante produz, testa e certifica o produto, que pode ser então instalado no sistema.

A Danfoss oferece a solução acima mencionada. A placa PCB do sensor, que é o elemento de medição essencial do detector de gás, é produzida, calibrada, testada e certificada pela Danfoss.

Depois que a PCB principal do detector de gás foi testada com um teste de GD, a nova PCB do sensor calibrada pode ser instalada.

A Danfoss recomenda que o procedimento de calibração/teste seja realizado por meio da substituição da PCB do Sensor, porque:

- Este método assegura que o cliente basicamente tenha um novo Detector de Gás após a substituição da PCB do Sensor, uma vez que o sensor é um componente cuja vida útil é reduzida com o tempo.
- Este método, quando oferecido pela Danfoss, é muito competitivo em termos de preço, comparado com a calibração/teste realizada na localidade



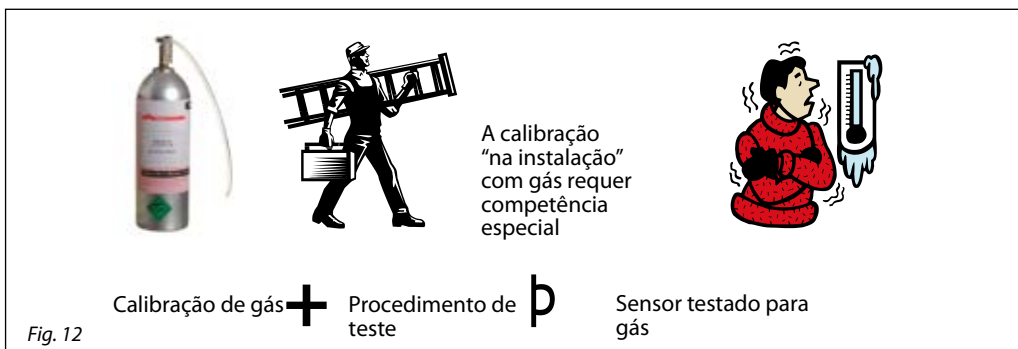
*Método II  
Calibração dos detectores de gás usando um gás de calibração*

A calibração de detectores de gás por meio de um gás de calibração é relativamente complexa, demorada e cara. O método requer equipamento de teste especial e conhecimentos em calibração.

Alguns cilindros de gás de calibração são tratados como substâncias perigosas e, portanto, devem ser cumpridas exigências específicas para seu transporte.

O equipamento de calibração (kit de calibração) consiste pelo menos do seguinte:

- Válvula / regulador de fluxo
- Cilindro de gás com o gás de calibração correto para cada refrigerante e concentração (ppm)
- Instruções de calibração para um tipo específico de sensor. (sensor EC, SC, CT ou IR).



**Teste de impacto "bump test"**

Um teste de impacto não pode substituir nenhum dos testes que envolvem a calibração; ele é apenas um teste de funcionamento. (sinal ou sem sinal)

**Teste de colisão dos sensores de gás (este teste é um teste de funcionamento - ele não é uma calibração)**

Método	Refrigerante	SC Semi-condutor	EC Electro-químico	CT Catalítico	IR Infravermelho
Ampolas	Amônia		✓		
Ampolas ou (gás mais leve)	HCFC, HCF	✓		✓	
Gás mais leve	HC - Hidrocarboneto	✓		✓	
Ampolas ou (Exalação no sensor)	CO <sub>2</sub>				✓

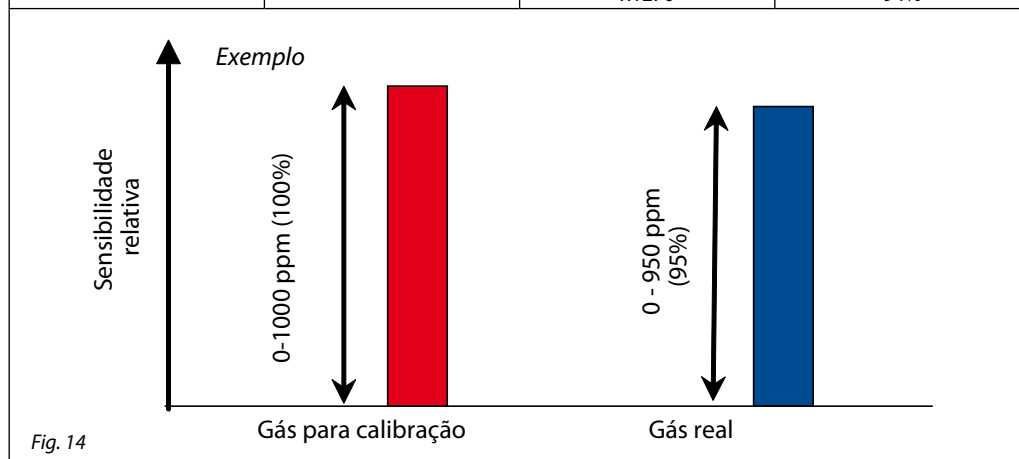
Fig. 13

Os diferentes tipos de refrigerantes podem ser agrupados em diversas famílias. No grupo HFC existem muitos tipos diferentes de refrigerantes. Um detector de gás específico calibrado para um gás específico também pode ser usado com um bom resultado em outro refrigerante dentro do mesmo grupo, mas neste caso a sensibilidade é levemente diferente (consulte a fig. 14).

Após solicitação, a Danfoss pode calibrar todos os refrigerantes mais comuns utilizados. Entre em contato com seu escritório de vendas Danfoss local.

**Sensibilidade dos sensores com gases diferentes do gás de calibração**

	Gás de calibração	Refrigerante Utilizado	Sensibilidade Relativa
Amônia	R717	R717	100%
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	R744	R744	100%
HCFC Halocarboneto	R22	R22	100%
HFC Halocarboneto	R404A	R404A	100%
		R507	95%
HC Hidrocarboneto	R290	R290	100%
		R600	104%
		R600a	101%
		R1270	94%



**Faixa de alarme / sensibilidade dos detectores de gás**

Todos os detectores de gás utilizados habitualmente possuem um sinal de saída proporcional (4 - 20 mA, 0 - 10 V ou 0 - 5 V) e algumas configurações de alarme pré-ajustadas. Ao selecionar a faixa de medição e o tipo de sensor utilizado, devem ser considerados vários fatores:

Em geral, os níveis de alarme devem ser os mais baixos possíveis, dependendo do refrigerante utilizado e da finalidade do alarme. Frequentemente existem solicitações para mais níveis de alarme, mas a experiência mostra que dois limites de alarme são suficientes para a detecção de gás.

O pré-alarme provoca uma reação, automática e/ou na forma de instruções de alarme; caso contrário, o alarme principal pode ser disparado. Isto resulta em toda uma série de conseqüências, incluindo o desligamento de máquinas. Um alarme principal raramente (e de preferência nunca) deve ser necessário!

Os alarmes podem ser escolhidos para gerar advertências contra concentrações de gás menores que os níveis aceitáveis para segurança pessoal em curtos ou longos prazos. O nível de alarme também pode ser escolhido para níveis específicos devido a riscos de inflamabilidade/exclusividade.

As seguintes recomendações estão baseadas na experiência atual com limites adequados, levando em conta as condições mencionadas acima, mas também as exigências estabelecidas na norma EN 378:2000, prEN378:2006 e ASHRAE 15:2004.

O detector de gás GD oferece dois alarmes pré-ajustados e um sinal de saída proporcional. Com esta configuração, é possível cumprir todas as exigências quanto aos níveis de alarme necessários, dentro da faixa de operação específica do sensor.

**Recomendações da Danfoss quanto a níveis de alarme**

Recomendações DANFOSS para níveis de alarme: EN 378:2000 & prEN 378:2006			Exigências nacionais		Cumprir: EN 378 / prEN 378			
			Tipo de sensor	NÍVEL I Segurança pessoal (ocupacional) (Valores TWA) [ppm]	Tipo de sensor	NÍVEL II (pré-alarme) [ppm]	Tipo de sensor	NÍVEL III (alarme principal) [ppm]
Amônia	R717	Salas de máquinas			EC	500	CT	10000
		Salas de máquinas	EC	25	EC	150		
		Válvulas de segurança - linha de escape		-	SC	1000		
Dióxido de Carbono	R744 (CO <sub>2</sub> )		IR	5000	IR	10000		
Halogenados HCFC	R22		SC	500 <sup>1)</sup>	SC	1000		
Halogenados HFC	R134a, R404A, R407C, R410A, R507		SC	500 <sup>1)</sup>	SC	1000		
Hidrocarboneto HC	R290, R600, R600a, R1270	Concentração ≤ 20% de LFL	CT	800	CT	2500		

<sup>1)</sup> 50% do valor TWA  
**Nota:** Os níveis propostos são ≤ aos valores max. na norma EN 378:2000 & prEN 378:2006

Fig. 15

Recomendações DANFOSS para níveis de alarme: ASHRAE 15:2004			Cumprir: ASHRAE 15:2004			
			Tipo de sensor	NÍVEL I Segurança pessoal (ocupacional) (Valores TWA) [ppm]	Tipo de sensor	NÍVEL II (pré-alarme) [ppm]
Amônia	R717	Salas de máquinas	EC	25	EC	500
		Válvulas de segurança - linha de vazão		-	SC	1000
Dióxido de Carbono	R744 (CO <sub>2</sub> )		IR	5000	IR	10000
Halogenados HCFC	R22		SC	500 <sup>1)</sup>	SC	1000
Halogenados HFC	R134a, R404A, R407C, R410A, R507		SC	500 <sup>1)</sup>	SC	1000
Hidrocarboneto HC	R290, R600, R600a, R1270	Concentração ≤ 25% de LFL	CT	800	CT	2500

<sup>1)</sup> 50% do valor TWA  
**Note:** Todos os níveis propostos são ≤ os valores máx. na norma ASHRAE 15: 2004

Fig. 16

**Limites de Exposição Ocupacional**

Os Limites de Exposição Ocupacional são diferentes na EU/USA e no resto do mundo. A seguir é fornecida uma breve descrição dos países selecionados. É altamente recomendável que você verifique a legislação nacional pertinente.

Informações mais detalhadas podem ser encontradas na seguinte homepage: [http://agency.osha.eu.int/good\\_practice/risks/dangerous\\_substances/oel/members.stm/document\\_view?](http://agency.osha.eu.int/good_practice/risks/dangerous_substances/oel/members.stm/document_view?)

**Europa**
**Alemanha**

Na Alemanha, há dois tipos de OELs para o ar no local de trabalho: TRKs (Technische Richtkonzentrationen), que são concentrações de referência técnica e MAKs (Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen), que fornecem a concentração máxima de uma substância química no local de trabalho.

**Países Baixos**

Nos Países Baixos, há dois tipos de OELs: OELs legalmente obrigatórios e OELs administrativos.

Ambos possuem bases e status diferentes. Os Limites de Exposição Ocupacional (OELs) são chamados valores MAC (Maximaal Aanvaarde Concentraties).

**Itália**

Os limites de exposição italianos são idênticos aos TLVs estabelecidos pela norma ACGIH (EUA)

**França**

Na França, os Limites de Exposição Ocupacional (Ar) (OELs) são chamados "Valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimiques en France" (VL).

**Dinamarca**

No sistema OSH dinamarquês, o "Grænseværdier for stoffer og materialer" (valores de limite para substâncias e materiais), são instruções administrativas reforçadas sob a Lei Trabalhista Ambiental. O Ministério do Trabalho estabelece a regulação sobre estes valores de limite e o "Arbejdstilsynet" (Labour Inspectorate) publica a documentação OEL e supervisiona sua execução.

Os Sistemas de Segurança Ocupacional nos Estados Unidos variam de estado para estado. Aqui, são fornecidas informações sobre os principais provedores de Limites de Exposição

**EUA**

Ocupacional nos EUA - ACGIH, OSHA, e NIOSH.

**ACGIH**

A Conferência Pública Americana dos Higienistas Industriais (ACGIH) (TLV - TWA) - Valor Limite de Limiar - Média Tempo-Ponderada, a concentração média tempo-ponderada para um dia útil convencional de 8 horas e uma semana de trabalho de 40 horas, na qual se acredita que quase todos os trabalhadores possam ficar expostos repetidamente, dia após dia, sem efeitos nocivos. (TLV-STEL) - Valor Limite de Limiar - Limite de Exposição de Curto Prazo, a concentração na qual se acredita que os trabalhadores possam ficar continuamente expostos por um curto período de tempo sem serem afetados por ela.

As ACGIH - TLVs não têm força legal nos EUA, tratam-se apenas de recomendações.

**OSHA**

A Administração de Saúde e Segurança Ocupacional (OSHA) do Departamento de Trabalho dos Estados Unidos (USDOL) publica

(PEL) - Os Limites de Exposição Toleráveis (PELs) são limites regulatórios sobre a quantidade ou concentração de uma substância no ar, sendo obrigatórios.

A OSHA usa de uma forma similar como a ACGIH os seguintes tipos de OELs: TWAs, Níveis de Ação, Limites de Teto, STELs, Limites de Excursão e, em alguns casos, BELs.

**NIOSH**

O Instituto Nacional para Segurança e Saúde Ocupacional (NIOSH) tem a responsabilidade regulamentar de recomendar níveis de exposição que sejam de proteção para os trabalhadores. O NIOSH identificou Níveis de Exposição Recomendados (RELs) para aproximadamente 700 substâncias perigosas. Estes limites não têm força legal.

(REL) = Níveis de Exposição Recomendados.

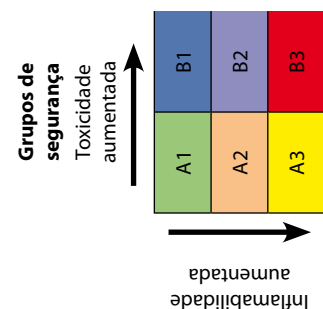
**REFERÊNCIAS**

- EN 378:2000 Refrigerating systems and heat pumps – Safety and environmental requirements.
- prEN 378:2006 Refrigerating systems and heat pumps – Safety and environmental requirements(draft).
- ASHRAE 15:2004 Safety Standard for Refrigeration Systems.
- IoR – Safety code for Refrigeration systems Utilising Carbon Dioxide (2003).
- IoR – Guidance Note 13, Refrigeration Detection
- [http://agency.osha.eu.int/good\\_practice/risks/dangerous\\_substances/oel/members.stm/document\\_view?](http://agency.osha.eu.int/good_practice/risks/dangerous_substances/oel/members.stm/document_view?)
- Danfoss Literature: GD sensor- Literature No. RD7HA.
- F-Gás Regulation (EC) No 842/2006

# Anexo I

Dados de refrigerantes comuns

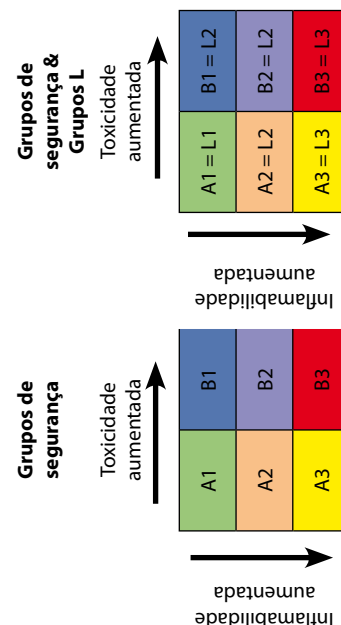
Tipo de refrigerante	Refrigerante	Nome	Fórmulas	Grupo de Segurança	Densidade do Vapor @ 25°C / 1 bar [kg/m <sup>3</sup> ]	Densidade relativa @ 25°C / 1 bar [-]	ODP Potencial de destruição da camada de Ozônio [-]	GWP <sub>100</sub> Potencial de Aquecimento Global [-]
-	R717	Amónia	NH <sub>3</sub>	B2	0.704	0.6	0	0
-	R744	Dióxido de Carbono	CO <sub>2</sub>	A1	1.808	1.5	0	1
HCFC	R22	Clorodifluorometano	CHClF <sub>2</sub>	A1	3.587	3.1	0.055	1700
HFC	R134a	1,1,1,2 - tetrafluoretano	CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub>	A1	4.258	3.6	0	1300
HFC	R404A	R125/143a/134a (44/52/4)	-	A1	4.057	3.5	0	3260
HFC	R407C	R32/125/134a (23/25/52)	-	A1	3.582	3.1	0	1520
HFC	R410A	R32/125 (50/50)	-	A1	3.007	2.6	0	1900
HFC	R507	R125/143a (50/50)	-	A2	4.108	3.5	0	3800
HC	R290	Propano	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	A3	1.832	1.6	0	3
HC	R600	Butano	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	A3	2.440	2.1	0	3
HC	R600a	Iso-butano	2-CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	A3	2.440	2.1	0	3
HC	R1270	Propileno	CH <sub>3</sub> CH=CH <sub>2</sub>	A3	1.745	1.5	-	3



## Anexo II

EN 378:2000

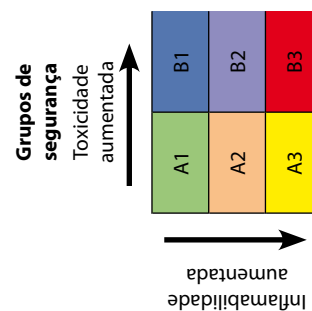
Tipo de refrigerante	Refrigerante	Nome	Grupo de Segurança	Grupo L	Limite [kg/m <sup>3</sup> ]	Limite [ppm]	Inflamabilidade LFL [kg/m <sup>3</sup> ]	Inflamabilidade LFL (20%) [ppm]	Concentração de refrigeração MÁXIMA do nível de pré-alarmede (0% LFL ou Limite); R717-500ppm) [ppm]	Concentração de refrigeração MÁXIMA do alarme principal (prEN 378):006) [ppm]	TWA (NIOSH) (semana de trabalho de 40 horas sem efeito) [ppm]
-	R717	Amónia	B2	L2	0.00035	497	0.104	29545	500	30000	25
-	R744	Dióxido de Carbono	A1	L1	0.1	55310	-	-	55000	-	5000
HCFC	R22	Clorodifluorometano	A1	L1	0.3	83635	-	-	84000	-	1000
HFC	R134a	1,1,1,2 - tetrafluoretano	A1	L1	0.25	58713	-	-	59000	-	-
HFC	R404A	R125/143a/134a (44/52/4)	A1	L1	0.48	118314	-	-	120000	-	-
HFC	R407C	R32/125/134a (23/25/52)	A1	L1	0.31	86544	-	-	87000	-	-
HFC	R410A	R32/125 (50/50)	A1	L1	0.44	146325	-	-	145000	-	-
HFC	R507	R125/143a (50/50)	A2	L2	0.49	119279	-	-	120000	-	-
HC	R290	Propano	A3	L3	0.008	-	0.038	4148	4200	-	1000
HC	R600	Butano	A3	L3	0.008	-	0.036	2951	3000	-	800
HC	R600a	Iso-butano	A3	L3	0.008	-	0.043	3525	3500	-	800
HC	R1270	Propileno	A3	L3	0.008	-	0.043	4928	5000	-	-



## Anexo III

prEN 378:2006

Tipo de refrigerante	Refrigerante	Nome	Grupo de Segurança	Limite [kg/m <sup>3</sup> ]	ATEL /ODL [kg/m <sup>3</sup> ]	ATEL /ODL (50%) [ppm]	Inflamabilidade LFL [kg/m <sup>3</sup> ]	Inflamabilidade LFL (20%) [ppm]	Concentração de refrigeração de refrigeração MÁXIMA do nível de pré-alarma (0% LFL ou Limite: R717-500ppm) [ppm]	MConcentração de refrigeração MÁXIMA do alarme principal (prEN 378: 006) [ppm]	TWA (NIOSH) (semana de trabalho de 40 horas sem efeito) [ppm]
-	R717	Amónia	B2	0.00035	0.00035	249	0.104	29545	500	30000	25
-	R744	Dióxido de Carbono	A1	0.07	0.07	19358	-	-	19500	-	5000
HCFC	R22	Clorodifluoretano	A1	0.3	0.3	41818	-	-	42000	-	1000
HFC	R134a	1,1,1,2 - tetraflouretano	A1	0.25	0.25	29357	-	-	29400	-	-
HFC	R404A	R125/143a/134a (44/52/4)	A1	0.48	0.48	59157	-	-	59200	-	-
HFC	R407C	R32/125/134a (23/25/52)	A1	0.31	0.31	43272	-	-	43300	-	-
HFC	R410A	R32/125 (50/50)	A1	0.44	0.44	73163	-	-	73200	-	-
HFC	R507A	R125/143a (50/50)	A2	0.49	-	-	-	-	?	-	-
HC	R290	Propano	A3	0.008	0.09	24563	0.038	4148	4200	-	1000
HC	R600	Butano	A3	0.0086	0.19	38934	0.043	3525	3000	-	800
HC	R600a	Iso-butano	A3	0.0086	0.06	12295	0.043	3525	3500	-	800
HC	R1270	Propileno	A3	0.008	0.01	2865	0.040	4585	5000	-	-



## Anexo IV

ASHRAE 15-2004

Tipo de refrigerante	Refrigerante	Nome	Grupo de Segurança	Grupo L	Limite [g/m <sup>3</sup> ]	Limite [ppm]	TWA (NIOSH) (semana de trabalho de 40 horas sem efeito) [ppm]
-	R717	Amónia	B2	L2	0.35	500	25
-	R744	Dióxido de Carbono	A1	L1	91	50000	5000
HCFC	R22	Clorodifluormetano	A1	L1	150	42000	1000
HFC	R134a	1,1,1,2 - tetrafluoretano	A1	L1	250	60000	-
HFC	R404A	R125/143a/134a (44/52/4)	A1	L1	-	-	-
HFC	R407C	R32/125/134a (23/25/52)	A1	L1	-	-	-
HFC	R410A	R32/125 (50/50)	A1	L1	-	-	-
HFC	R507	R125/143a (50/50)	A2	L2	-	-	-
HC	R290	Propano	A3	L3	8	4400	1000
HC	R600	Butano	A3	L3	8.2	3400	800
HC	R600a	Iso-butano	A3	L3	8.2	3400	800
HC	R1270	Propileno	A3	L3	5.9	3400	-

## A gama de produtos Danfoss para a indústria de refrigeração e ar condicionado.

A divisão Refrigeração e Ar Condicionado da Danfoss é um fabricante global com posição de liderança em refrigeração comercial, industrial, de supermercados, além de ar condicionado e soluções climatizantes.

Nosso negócio principal concentra-se na fabricação de produtos, componentes e sistemas de qualidade que melhoram desempenho e reduzem custos totais de ciclo de vida – a chave para conseguir economias significativas.



*Controles para Refrigeração Comercial*



*Controles para Refrigeração Industrial*



*Controles & Sensores Eletrônicos*



*Automação Industrial*



*Compressores Domésticos*



*Compressores Comerciais*



*Sub-conjuntos*



*Termostatos*



*Trocadores de calor a placas brasados*

Oferecemos uma fonte única para uma das gamas mais amplas do mundo em componentes e sistemas inovadores para refrigeração e ar condicionado. Além disso apoiamos soluções técnicas com soluções comerciais para ajudar sua companhia a reduzir custos, simplificar processos e lograr os seus objetivos de negócios.

**Danfoss A/S · [www.danfoss.com](http://www.danfoss.com)**