

# **Manual de Segurança**

## **Recolhimento e Reciclagem de Fluidos Refrigerantes**

---

GTZ/Proklima

Unidade do Protocolo de Montreal

Latin América & Caribbean

2007

## DIREÇÃO GERAL

JUERGEN USINGER

## CONTEÚDO TÉCNICO

PHD DANIEL COULBOURNE

DIPL. ING. DIRK LEGATIS

ENG. ALESSANDRO SILVA

SENAI

## REVISÃO TÉCNICA

SENAI

ALESSANDRO SILVA

DANIEL COULBOURNE

## PRODUÇÃO EXECUTIVA, EDIÇÃO E TRADUÇÃO

GUSTAVO ARNIZAUT

## PROJETO GRÁFICO E ARTE-FINAL

CLARISSA SANTOS

A segurança é o aspecto mais importante que deve ser observado durante o processo de instalação, manutenção e operação de qualquer instalação frigorífica, principalmente no que diz respeito ao manuseio de fluidos refrigerantes.

O responsável pelo projeto da instalação frigorífica deve observar as normas de segurança e procurar dispor o equipamento de modo a permitir fácil acesso para manutenção. A este respeito, pode-se afirmar que uma boa manutenção consiste em observar componentes e equipamentos, além de reparar ou substituir aqueles que apresentem uma operação deficiente.

Muitos acidentes ocorrem em instalações frigoríficas, afetadas por diversas violações das normas de segurança e também da operação com equipamentos inadequados. Em certos casos os proprietários não têm consciência do estado da instalação, entretanto, é inadmissível que a segurança dos funcionários seja colocada em risco para propiciar um lucro maior.

---

O técnico responsável pela operação é o que corre maior risco de ser afetado por um acidente que, freqüentemente, acontece durante os trabalhos de reparo do equipamento frigorífico. Acidentes ocorrem mesmo que as devidas precauções tenham sido tomadas, incluindo-se o uso de ferramentas apropriadas e a adoção de procedimentos corretos. Infelizmente, certos acidentes são provocados por procedimentos inadequados, poderiam ter sido evitados por um adequado treinamento do pessoal técnico, aspecto que é da responsabilidade do supervisor.

Este manual foi elaborado justamente para tratar dos aspectos de segurança referentes ao recolhimento e reciclagem dos fluidos refrigerantes utilizados nos equipamentos de refrigeração e ar condicionado. Seu principal objetivo está relacionado com a proteção do pessoal de operação e manutenção, bem como das pessoas que estão à sua volta. Evita-se desta forma acidentes, perdas materiais e econômicas nas instalações frigoríficas e, principalmente, a liberação dos gases refrigerantes na atmosfera, assim como a destruição da camada de ozônio e o aumento do aquecimento global.

### **UNIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO E MONITORIA - UIM**

#### **PLANO NACIONAL DE ELIMINAÇÃO DE CFCS - PNC**

EQSW QD. 103/104, BLOCO "D" - SETOR SUDOESTE - BRASÍLIA-DF, CEP 70.670-350

FONE: (61) 3038 2014 / FAX: (61) 3038 1099 - [recolhedoras@undp.org.br](mailto:recolhedoras@undp.org.br)

### **1) CENTRO DE REGENERAÇÃO DE SÃO PAULO #1 - FRIGELAR**

#### **FRIGELAR REFRIGERAÇÃO**

SÃO PAULO - SP (CENTRO DE REGENERAÇÃO) - OSASCO

FONE: (11) 3604-2828 / FAX: (11) 3604-2849

#### **1.1) EMPRESAS DA REDE FRIGELAR**

##### **SÃO PAULO - SP**

ALAMEDA GLETE, 812 - BAIRRO CAMPOS ELÍSEOS - CEP: 01215-001

FONE: (11) 3352-6900 / FAX: (11) 3352-6911

##### **RIBEIRÃO PRETO - SP**

AV. DR. FRANCISCO JUNQUEIRA, 1200 - BAIRRO CENTRO - CEP: 14010-030

FONE: (16) 2102-8989 / FAX: (16) 2102-8900

##### **PORTO ALEGRE - RS (MATRIZ DA EMPRESA)**

AV. PERNAMBUCO, 2285 - BAIRRO SÃO GERALDO - CEP: 90240-005

FONE: (51) 3314-8999 / FAX: (51) 3222-5210

##### **CURITIBA - PR**

RUA ROCKFELLER, 805 - BAIRRO REBOUÇAS - CEP: 80230-130

FONE: (41) 2102-8989 / FAX: (41) 2102-8902

##### **RIO DE JANEIRO - RJ**

RUA JOÃO TORQUATO, 307 - BAIRRO BONSUCESSO - CEP: 21032-150

FONE: (21) 2102-8989 / FAX: (21) 2102-8945

##### **BELO HORIZONTE - MG**

RUA MATO GROSSO, 98 - BAIRRO BARRO PRETO - CEP: 30190-080

FONE: (31) 3323-8989 / FAX: (31) 3323-8900

##### **JOÃO PESSOA - PB**

BR 101, KM 1.5, S/N, GALPÃO 02, BLOCO B - DISTRITO INDUSTRIAL - CEP 58082-000

FONE: (83) 3233 1992

## **2) CENTRO DE REGENERAÇÃO DE SÃO PAULO #2 - BANDEIRANTES**

### **REFRIGERAÇÃO BANDEIRANTES**

RUA CARLOS GOMES, 690 - SANTO AMARO - SÃO PAULO - SP - CEP: 04743-050

FONE: (11) 5522-4366 / FAX: (11) 5687-1486 - [bandeirantes@bandeirantesrefrigeracao.com.br](mailto:bandeirantes@bandeirantesrefrigeracao.com.br)

## **2.1) CENTROS DE COLETA E DISTRIBUIÇÃO DA BANDEIRANTES**

### **CAMPINAS - SP**

#### **SCARCELI REFRIGERAÇÃO**

RUA GENERAL OSÓRIO, 338 - CENTRO - CAMPINAS - SP - CEP: 13010-110

FONE: (19) 3232-6288

OU RUA GENERAL OSÓRIO, 425 - CENTRO - CAMPINAS - SP - CEP 13010-110

### **PIRACICABA - SP**

#### **SCARCELI REFRIGERAÇÃO**

RUA SANTA CRUZ, 1573 - CENTRO - PIRACICABA - SP - CEP: 13416-766

FONE: (19) 434-3919

### **S. J. DO RIO PRETO - SP**

#### **SCARCELI REFRIGERAÇÃO**

RUA BERNARDINO DE CAMPOS, 2151 - MACENO - S. J. DO RIO PRETO - SP - CEP: 15060-010

FONE: (17) 3215-5969

### **SÃO PAULO - SP**

#### **CAPITAL REFRIGERAÇÃO**

RUA GUAIAÚNA, 356/364

FONE: (11) 6190-9300 - [sac@capitalrefri.com.br](mailto:sac@capitalrefri.com.br)

## **3) CENTRO DE REGENERAÇÃO DO RIO DE JANEIRO - SUDESTE**

### **REFRIGERAÇÃO SUDESTE**

AV. BRASIL, 11.881 - PENHA - RIO DE JANEIRO - RJ

FONE: (21) 3976-9050

1. INTRODUÇÃO .....	11
1.1 Geral .....	11
1.2 Considerações básicas de segurança .....	11
1.3 Questões Ambientais .....	13
2. CARACTERÍSTICAS DE SEGURANÇA DOS FLUIDOS REFRIGERANTES .....	14
2.1 Classificação de segurança dos refrigerantes .....	14
2.2. Dados ambientais e de segurança dos refrigerantes .....	16
2.3 Quantidades máximas permitidas .....	18
2.4 Segurança no manuseio de óleos lubrificantes e fluidos de limpeza .....	19
3. CAPACITAÇÃO MÍNIMA E NORMAS DE SEGURANÇA .....	22
3.1 Pré-requisitos mínimos para a função de mecânico de refrigeração .....	22

3.2	Regulamentação trabalhista para operação dos sistemas frigoríficos ....	23
3.3	Regulamentação e certificação para manuseio dos fluidos refrigerantes ....	25
3.4	Normas relativas à segurança de instalações frigoríficas .....	27
4.	PROCESSO PARA O MANUSEIO SEGURO DE REFRIGERANTES .....	29
4.1	ESTÁGIO I: PREPARAÇÃO .....	30
	I – 1 Equipamento apropriado .....	30
	I – 2 Documentação .....	31
	I – 3 Inspeção de área .....	34
	I – 4 Proteção pessoal .....	35
4.2	ESTÁGIO II: TRABALHANDO COM O EQUIPAMENTO .....	38
	II – 1 Manutenção e reparos .....	38
	II – 2 Recolhimento de refrigerante .....	41
	II – 3 Carga com refrigerante .....	51

4.3 ESTÁGIO III: OPERAÇÕES CONCLUSIVAS .....	58
III – 1 Limpeza do local .....	58
III – 2 Armazenamento de cilindros com refrigerantes .....	59
III – 3 Descarte dos materiais .....	60
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>61</b>
Anexo 1: Check-list de segurança .....	63
Anexo 2: Check-list de segurança .....	66
Anexo 3: Peso máximo para carga nos cilindros de recolhimento .....	68
Anexo 4: Exemplo de Prontuário de registro do histórico de operação do sistema frigorífico e do compressor .....	72
Anexo 5: Pressão do Refrigerante/Características de temperatura .....	74
Anexo 6: Folhas de informações de segurança dos refrigerantes (R12, R134a, R600a) .....	79



Quando equipamentos de refrigeração e ar condicionado sofrem manutenção, o profissional pode estar exposto a uma série de riscos potenciais. Não seguir os procedimentos corretamente ou ignorar alguns riscos associados aos serviços em refrigeração pode resultar em danos fatais ao técnico de manutenção ou às pessoas que estiverem próximas a área de trabalho.

### 1.1 Geral

Este documento traz medidas de precaução e de segurança, as quais devem ser seguidas corretamente para assegurar que acidentes indesejáveis não ocorram.

Geralmente, os danos ocasionados por trabalho com fluidos refrigerantes são conseqüências da liberação de refrigerantes, ou danos diretos gerados a partir de componentes elétricos, ferramentas, superfícies de contato e outros materiais.

É importante saber que modificações inapropriadas nos equipamentos podem resultar em um maior risco nas futuras operações de manutenção do sistema frigorífico.

### 1.2 Considerações básicas de segurança

A lista a seguir indica os possíveis danos associados aos sistemas de refrigeração:

#### a) Efeito direto de temperaturas extremas, por exemplo:

- Materiais quebradiços sob baixas temperaturas;
- Congelamento do fluido intermediário (água, salmoura ou similar);

- Tensão térmica;
- Mudanças de volumes devido às mudanças de temperatura;
- Efeitos danosos às pessoas devido às baixas temperaturas, ou superfícies quentes.

#### **b) Pressão excessiva, por exemplo:**

- Aumento de pressão no condensador causada por resfriamento inadequado; ou por pressão parcial de gases não condensáveis; ou por acúmulo de óleo e de refrigerante líquido;
- Aumento de pressão do refrigerante devido ao intenso aquecimento externo, como por exemplo, ao fazer degelo em um evaporador; ou devido à alta temperatura ambiente quando o equipamento estiver parado;
- Expansão do refrigerante líquido em recipiente fechado sem a presença de vapor, causado por um aumento da temperatura externa;
- Fogo externo ou aquecimento causado por objetos próximos ao sistema.

#### **c) Efeito direto de refrigerante em sua fase líquida, por exemplo:**

- Sobrecarga ou “inundação” do equipamento;
- Presença de líquido nos compressores causada por golpe de líquido;
- Perda de lubrificação devido à emulsificação do óleo;

#### **d) Fugas de refrigerantes, por exemplo:**

- Fogo;
- Explosão;
- Toxicidade;
- Efeitos cáusticos;
- Congelamento da pele;
- Asfixia;
- Pânico;

- Destruição da camada de ozônio;
- Aquecimento global;

e) **Remoção de componentes do equipamento, como por exemplo:**

- Machucados;
- Perda de audição por barulho excessivo;
- Danos devido à vibração;

---

**Atenção se faz necessária para riscos comuns a todos os sistemas de compressão, como: temperatura excessiva na descarga; retorno de líquido; operação errônea ou redução da força mecânica causada por corrosão, erosão, tensão térmica, vibração ou golpe de ariete.**

Sobretudo a corrosão deve ser levada em conta, uma vez que condições peculiares de sistemas frigoríficos surgem devido à alternância de fases de congelamento e degelo, ou por isolamento e cobertura do equipamento.

### **1.3 Questões ambientais**

Em adição a estes aspectos de segurança, há também aspectos de impacto ambiental relacionado aos serviços de manutenção de sistemas frigoríficos. A emissão de refrigerantes na atmosfera pode contribuir com a destruição da Camada de Ozônio e com o Aquecimento Global.

A quantidade de refrigerante dentro de um sistema pode comprometer o seu funcionamento, com reflexos indiretos do equipamento ao meio ambiente. Por exemplo, uma carga muito alta ou muito baixa de refrigerante pode levar a uma operação ineficiente do sistema, o que causa um aumento do consumo de energia.

Indiretamente, isto leva ao aumento da emissão de gases de efeito estufa naqueles equipamentos onde o compressor é acionado por um motor de combustão interna.

## 2. CARACTERÍSTICAS DE SEGURANÇA DOS FLUIDOS REFRIGERANTES

---

### 2.1 Classificação de segurança dos refrigerantes

Os refrigerantes são classificados de acordo com as características de toxicidade e inflamabilidade (ASHRAE 32-94 e EN378-1 anexo E). A classificação de segurança serve para determinar como o refrigerante deve ser usado, por exemplo, sua aplicabilidade em lugares ocupados ou a sua quantidade máxima permitida para espaços confinados. A classificação de segurança consiste em dois dígitos alfanuméricos (ex. A2 ou B1). O símbolo alfabético indica a TOXICIDADE e o numeral a FLAMABILIDADE.

Para classificação de TOXICIDADE, os refrigerantes são determinados para uma das duas categorias – A e B – baseada na exposição crônica autorizada para determinadas concentrações.

- **CLASSE A (BAIXA TOXICIDADE):** Refrigerantes com concentração média aferida, sem efeitos adversos para quase todos os trabalhadores que possam estar expostos diariamente num dia normal de trabalho (8h) e uma semana (40h), e cujo valor seja IGUAL ou SUPERIOR a 400 ppm por volume.
- **CLASSE B (ALTA TOXICIDADE):** Refrigerantes com concentração média aferida, sem efeitos adversos para quase todos os trabalhadores que possam estar expostos diariamente num dia normal de trabalho (8h) e uma semana (40h), e cujo valor seja INFERIOR a 400 ppm por volume.

**Observação:** “ppm” é a abreviação em inglês de “parts per million” (partes por milhão). Ela é aplicada nos casos em que se trata de concentrações mínimas. “ppm”, no sentido da palavra, significa: partes de uma substância por um milhão de partes de outra substância (proporção 1: 1.000.000).

Para classificação de **INFLAMABILIDADE**, os refrigerantes são determinados para uma das 3 categorias – 1, 2, ou 3 – baseadas em teste de combustão e inflamabilidade.

- **CLASSE 1 (SEM PROPAGAÇÃO DE CHAMAS):** O refrigerante não demonstra propagação de chama quando testado sob um ar de 60 °C e pressão atmosférica padrão.
- **CLASSE 2 (BAIXA INFLAMABILIDADE):** O refrigerante encontra todas as 3 condições a seguir: exibe a propagação de chamas; tem um LFL > 3.5 % (Limite Inferior de Inflamabilidade) e um calor de combustão < 19.000 kJ/kg.
- **CLASSE 3 (ALTA INFLAMABILIDADE):** O refrigerante encontra ambas as condições a seguir: exibe a propagação de chamas, e tem a LFL ≤ 3.5%, ou tem um calor de combustão que é ≥ 19.000 kJ/kg.

**TABELA 1:** CLASSIFICAÇÃO DE SEGURANÇA DOS GRUPOS DE REFRIGERANTES - mostra uma matriz do sistema de classificação por grupos, que compreende 6 diferentes grupos de refrigerantes.

Inflamabilidade	Toxicidade	
	BAIXA toxicidade	ALTA toxicidade
Sem propagação de chamas	A1	B1
BAIXA inflamabilidade	A2	B2
ALTA inflamabilidade	A3	B3

## 2.2. Dados ambientais e de segurança dos refrigerantes

A Tabela 2 contém dados selecionados para um número de refrigerantes frequentemente usados. Os dados são os seguintes:

- Tipo – O grupo químico.
- Grupo de segurança – ver Tabela 1.

**TABELA 2: DADOS DOS REFRIGERANTES**

Refrigerante	Tipo	Grupo de Segurança	Limite Prático (LP) (kg/m <sup>3</sup> )	Ponto de Ebulição (PE)
R12	CFC	A1	0.5	-29°C
R22	HCFC	A1	0.3	-41°C
R134a	HFC	A1	0.25	-26°C
R290	HC	A3	0.01	-42°C
R401A	HCFC/HFC	A1	0.3	-33/-28°C
R404A	HFC	A1	0.48	-47/-46°C
R407C	HFC	A1	0.31	-44/-37°C
R409A	HCFC/HFC	A1	0.16	-35/-26°C
R410A	HFC	A1	0.44	-51°C
R502	HCFC/CFC	A1	0.45	-45°C
R507A	HFC	A1	0.49	-47°C
R600a	HC	A3	0.01	-12°C

- Limite Prático – indicação da carga máxima de refrigerante por espaço (ver seção 2.3).
- Ponto de Ebulição – temperatura na qual o refrigerante evapora sob pressão atmosférica padrão/normal (1.013 bar) ou ponto de “bolha” para misturas zeotrópicas (por exemplo, os refrigerantes cujo primeiro nº é 4, como é o caso do: R407C).

	<b>Limite Inferior de Inflamabilidade (LFL)</b>	<b>Potencial Destruição do Ozônio (ODP)</b>	<b>Potencial de Aquecimento Global (GWP)</b>
	-	1.0	8100
	-	0.055	1500
	-	0	1300
	2.1%	0	3
	-	0.04	970
	-	0	3260
	-	0	1520
	-	0.048	1290
	-	0	1720
	-	0.33	4400
	-	0	3300
	2.5%	0	3

Fonte: EN 378

- Limite Inferior de Inflamabilidade – a concentração mínima no ar sob a qual podem ocorrer explosões e queimaduras.
- Potencial de Destruição da Camada de Ozônio (ODP - Ozone Depletion Potential) – é a quantidade de dano provocada por substâncias químicas à Camada de Ozônio e calculada em relação ao CFC-11.
- Potencial de Aquecimento Global (GWP – Global Warming Potential) – é a quantidade de dano causado pela emissão de certas substâncias ao sistema climático global e medido em relação ao CO<sub>2</sub>.

## 2.3 Quantidades máximas permitidas

A quantidade permitida de refrigerante por sistema é determinada de acordo com o Limite Prático e o Grupo de Segurança. Para qualquer refrigerante, a quantidade máxima permitida por sistema frigorífico ( $M_{max}$ , em kg) em um espaço ocupado (ex. escritório, loja, etc) é calculada a partir da seguinte fórmula:

$$M_{max} = V_{Rm} \times LP$$

onde  $V_{Rm}$  é o volume da sala (em m<sup>3</sup>) e o LP é o limite prático (em kg/m<sup>3</sup>) conforme a tabela 2. Porém, para certos refrigerantes a quantidade máxima em espaço ocupado é mais limitada. Por exemplo, os refrigerantes A3 são limitados a um máximo de 1.5 kg para uma área de 60m<sup>2</sup>. A Tabela 3 indica a quantidade máxima permitida para um refrigerante em uma área de espaço definido. Note que o R600a não excede 1.5 kg porque é um refrigerante da classe A3. Nas situações em ambiente externo (ex. Um sistema chiller de ar-condicionado de teto) não há normalmente nenhum limite de quantidade para os refrigerantes.

**TABELA 3: QUANTIDADES MÁXIMAS DE REFRIGERANTES**

Tamanho do ambiente (área do piso m <sup>2</sup> ) *	Quantidade máxima de refrigerante por circuito (kg)			
	R12	R134a	R22	R600a
10	13	6	8	0.3
20	25	13	15	0.5
30	38	19	23	0.8
40	50	25	30	1.0
50	63	31	38	1.3
60	75	38	45	1.5
70	88	44	53	1.5
80	100	50	60	1.5
90	113	56	68	1.5
100	125	63	75	1.5

\* subentende-se um ambiente com altura média típica de 2.5 m

## 2.4 Segurança no manuseio dos óleos lubrificantes e fluidos de limpeza

Adicionalmente aos refrigerantes, outros fluidos podem ser manuseados quando se trabalha em sistemas frigoríficos, incluídos os óleos lubrificantes dos compressores e solventes para limpeza do sistema.

Os óleos lubrificantes para uso em sistemas frigoríficos com CFCs e HCFCs, são do tipo Minerais e Alquilbenzenos. Uma vez que estes óleos são incompatíveis com

HFCs, óleos sintéticos como os do tipo Polioéster (POE) e Poliglicol (PAG) são usados em sistemas mais novos com HFCs.

Em geral, os óleos lubrificantes mais comuns apresentam certos riscos para a segurança já que são inflamáveis e têm um leve grau de toxicidade. Além disso, respingos e derramamento de óleo podem gerar superfícies bastante escorregadias. Portanto, os pisos podem apresentar riscos se não forem limpos apropriadamente.

Sobre todos os tipos de óleos identificados acima, sabe-se que causam irritações de pele, leve dermatite e até inchaço por contato prolongado ou freqüente, e qualquer irritação de pele ou nos olhos poderá ser agravada por contato direto. Da mesma forma, se inalada a névoa/fumaça do óleo poderá ocasionar irritação nas vias respiratórias e pulmões, assim como resultar em enxaquecas, náuseas e ressecamento. Uma variedade de aditivos químicos (antidesgaste, antioxidante, antiferrugem, etc), são normalmente usados em óleos lubrificantes e isto pode apresentar efeitos tóxicos para aqueles que manuseiam misturas. Em geral, devem ser utilizados equipamentos de proteção pessoal apropriados quando do manuseio de óleos lubrificantes, o que inclui neoprene, borracha nitrile ou luvas de plástico, óculos de segurança com proteção lateral e roupas protetoras apropriadas.

Apesar de não serem usados especificamente como refrigerantes, alguns fluidos são empregados como solventes ou agentes de limpeza com o propósito de executar o retrofit de um novo refrigerante após a queima do compressor. Existe uma grande variedade de produtos disponíveis, que geralmente são misturas de várias substâncias. A tabela 4 provê uma lista de fluidos que são utilizados ocasionalmente e alguns dados estão incluídos, como o Ponto de Ebulição (PE), informações de toxicidade e inflamabilidade.

**TABELA 4:** INFORMAÇÃO BÁSICA DE FLUIDOS REFRIGERANTES UTILIZADOS COMO SOLVENTES PARA LIMPEZA DO SISTEMA.

Nome químico	Ponto de Ebulição	Toxicidade	Inflamabilidade	Potencial Destruição Ozônio (ODP)	Potencial Aquecimento Global (GWP)
Trifluormetano (R11)	24°C	0.3 kg/m <sup>3</sup> (ATEL)	Não	1.0	3800
Diclorofluoretano (R141b)	32°C	0.013 kg/m <sup>3</sup> (ATEL)	Sim	0.11	600
Pentafluorpropano (R245fa)	15°C	0.19 kg/m <sup>3</sup> (ATEL)	Não	0	950
Dicloroetano (R1130)	48°C	200 ppm (TLV)	Sim	n/k	n/k
Decafluorpentano (R43-10mee)	39°C	200 ppm (TLV)	Não	n/k	n/k

**Observação:** A Conferência Americana de Higienistas Industriais do Governo (American Conference of Governmental Industrial Hygienists), ACGIH, define dois valores limites, ambos denominados de TLV (Threshold Limit Values - Valores limites para segurança). O primeiro denominado de TLV-TWA (Time Weighted Average - Média de tempo ponderada (calculada)), considera a concentração média ponderada pelo tempo de exposição, para um dia normal de 8 horas e uma semana de 40 horas à qual é possível uma exposição continuada sem o desenvolvimento de efeitos adversos. O outro, denominado TLV-STEL (Short Term Exposure Limit - Tempo limite para curta exposição), constitui o limite máximo de

concentração à qual é possível uma exposição durante um período de 15 minutos, não mais que quatro vezes ao dia sem o desenvolvimento de efeitos adversos. Também o ATEL (Acute Toxicity Exposure Limit - Limite máximo de exposição aguda), baseado no limite de exposição à toxidade, é utilizado para determinar um valor intermediário da quantidade limite no ar (em volume).

## 3. CAPACITAÇÃO MÍNIMA E NORMAS DE SEGURANÇA

---

### 3.1 Pré-requisitos mínimos para a função de mecânico de refrigeração

*Fonte: Ministério do Trabalho e Emprego  
CBO - Classificação Brasileira de Ocupações - [www.mte.cbo.gov.br](http://www.mte.cbo.gov.br)*

Essa função é exercida por trabalhadores com formação de ensino fundamental e curso de qualificação profissional em refrigeração, oferecido em centros de treinamento da própria empresa ou em instituições de formação profissional. O exercício pleno da atividade se dá após três ou quatro anos de experiência auxiliando um profissional titular.

O Mecânico de Refrigeração é o profissional responsável por montar, instalar e pôr em funcionamento equipamentos de refrigeração e ar condicionado residencial e comercial, realizando análises, ajustes de performance, detectando e corrigindo falhas de origem elétrica e mecânica, de acordo com desenhos técnicos, projetos e normas técnicas, em condições de qualidade, segurança e preservação ambiental.

## 3.2 Regulamentação trabalhista para operação dos sistemas frigoríficos

*Fonte: Ministério do Trabalho e Emprego  
CBO - Classificação Brasileira de Ocupações - [www.mte.cbo.gov.br](http://www.mte.cbo.gov.br)*

A regulamentação trabalhista baseia-se nas seguintes competências atribuídas ao Mecânico de Refrigeração, ao qual é capaz de:

- Interpretar e aplicar informações obtidas em desenhos técnicos, esquemas elétricos, projetos, tabelas, gráficos e procedimentos para instalação;
- Analisar projeto de instalação de equipamentos de refrigeração e ar condicionado;
- Especificar materiais e acessórios dos circuitos de refrigeração;
- Especificar tipo, modelo e fonte de alimentação de equipamentos de refrigeração e ar condicionado a ser instalado;
- Calcular carga térmica para equipamentos de refrigeração e ar condicionado;
- Planejar e executar as etapas de montagem e instalação dos equipamentos de refrigeração e ar condicionado;
- Prever pontos críticos inerentes aos processos;
- Elaborar orçamentos;
- Selecionar ferramentas e equipamentos para a instalação de equipamentos de refrigeração e ar condicionado;

- Avaliar e medir local de instalação para posicionamento de equipamentos de refrigeração e ar condicionado;
- Montar e desmontar totalmente ou parcialmente componentes do circuito de refrigeração;
- Instalar e testar circuitos elétricos;
- Soldar tubulações de cobre por processo oxiacetilênico;
- Estabelecer padrões controladores de temperatura e degelo (parametrizar);
- Ajustar componentes de controle e proteção do sistema de refrigeração;
- Aplicar vácuo em sistemas de refrigeração;
- Utilizar recolhedora de fluidos refrigerantes, balança, cilindro graduado, PPU – oxiacetilênico, detector de vazamento e bomba de vácuo;
- Carregar sistemas de refrigeração com fluido refrigerante;
- Testar sistemas de refrigeração;
- Realizar adaptação a fluido refrigerante que não agrida a Camada de Ozônio (Retrofitting) em circuitos de refrigeração;
- Detectar e corrigir falhas elétricas e mecânicas;
- Utilizar instrumentos de medição, verificação e controle;
- Utilizar ferramentas manuais;
- Efetuar leituras de grandezas elétricas, pressão, temperatura, velocidade e vazão do ar;
- Realizar ajustes de superaquecimento e sub-resfriamento;
- Interagir com pessoas envolvidas no processo;

- Selecionar e utilizar fontes de consulta para a obtenção de informações necessárias aos processos de instalação dos equipamentos de refrigeração e ar condicionado;
- Aplicar procedimentos técnicos, normas técnicas, ambientais, de segurança, de saúde e higiene no trabalho e padrões de qualidade adequados aos processos de instalação dos equipamentos de refrigeração e ar condicionado;
- Utilizar recursos existentes de forma racional e econômica;
- Manter ambiente de trabalho limpo e organizado;
- Realizar manutenção autônoma.
- Preservar o meio ambiente.

### 3.3 Regulamentação do manuseio dos refrigerantes e certificação

*Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas - [www.abnt.org.br](http://www.abnt.org.br)*

De acordo com a Lei Federal nº 6.514, de 22 de dezembro de 1977, capítulo V - DA SEGURANÇA E DA MEDICINA DO TRABALHO, Art. 187, seção XII, contêm, entre outras, a descrição dos recipientes que operam sob pressão, em que os mesmos deverão dispor de válvulas e outros dispositivos de segurança, que evitem seja ultrapassada a pressão interna de trabalho compatível com a sua resistência.

No sentido da Regulamentação de Recipientes sob Pressão, um gás é considerado um gás de pressão, quando sua temperatura crítica se situa abaixo de 50°C, ou quando a sua pressão de vapor, a uma temperatura de 50°C, importar em mais de 3 bar. A maioria dos refrigerantes utilizados nos equipamentos de refrigeração e ar

condicionado é considerada gases de pressão, com exceção de alguns, como por exemplo, o R141b, o R123, etc.

Os recipientes contendo refrigerantes comercializados no Brasil devem conter as seguintes identificações:

1. Nome e Logotipo da empresa fornecedora e/ou do envasador credenciado;
2. Lacre inviolável com o logotipo do fornecedor;
3. Tipo do gás refrigerante, lote, peso bruto, tara, líquido.

As pressões de vapor e os volumes específicos dos diversos tipos de gases refrigerantes apresentam diferenças consideráveis, a uma mesma temperatura. Por isto, nos recipientes deverão ser envasados somente aqueles tipos de refrigerantes, cuja especificação estiver indicada nestes recipientes.

Nunca reutilizar os cilindros descartáveis para o recolhimento de refrigerante, pois podem causar acidentes graves e até fatais. Todos os recipientes destinados ao manuseio de refrigerante (cilindros de serviço para recolhimento, cilindros de serviço para carga, etc.), somente devem ser utilizados os que atendam às exigências das normas **NBR 12.790 e NBR 12.791**, ou normas supervenientes.

Referente a certificação dos cilindros de refrigerante, a fim de assegurar, em todo o território nacional, a indispensável uniformidade na expressão das grandezas, cabe esta tarefa ao Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO.

### 3.4 Normas relativas à segurança de instalações frigoríficas

O projeto e a operação segura de uma instalação frigorífica devem, certamente, referir-se a algum tipo de norma, cujo principal objetivo deve ser a proteção das pessoas. Um número significativo de normas tratando da segurança de instalações frigoríficas pode ser encontrado a nível internacional, destacando-se aquelas elaboradas em países como os Estados Unidos da América e da União Européia como França e Inglaterra. Nessa região, a tendência é a de unificação das normas regionais em européias, que, em linhas gerais, não diferem das normas ISO correspondentes. A Tabela 5 apresenta uma relação de normas relativas à segurança de instalações frigoríficas publicadas por alguns países. As distintas normas apresentam pequenas diferenças entre si, sendo, de modo geral, muito similares em escopo e procedimentos.

No Brasil, infelizmente, até a publicação do presente manual, não foi elaborada uma norma específica tratando da segurança de instalações frigoríficas. Há um projeto de norma baseado na ISO 5149/1993 que trata sobre os “Requerimentos de Segurança. Sistemas Mecânicos de Refrigeração Usados para Arrefecimento e Aquecimento”, referido na Tabela 5, além de uma da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), relativa a vasos de pressão, a NBR 13598/1996, “Vasos de Pressão para Refrigeração”. Dada a carência de normas nacionais, vale citar a norma americana ANSI/ASHRAE 15/1992 “Code for Mechanical Refrigeration” uma das mais completas normas que trata da segurança de instalações frigoríficas. Nos casos em que uma norma brasileira estiver disponível, suas recomendações serão igualmente comentadas.

**TABELA 5: RELAÇÃO DE NORMAS RELATIVAS À SEGURANÇA DE INSTALAÇÕES FRIGORÍFICAS PUBLICADAS EM DISTINTOS PAÍSES.**

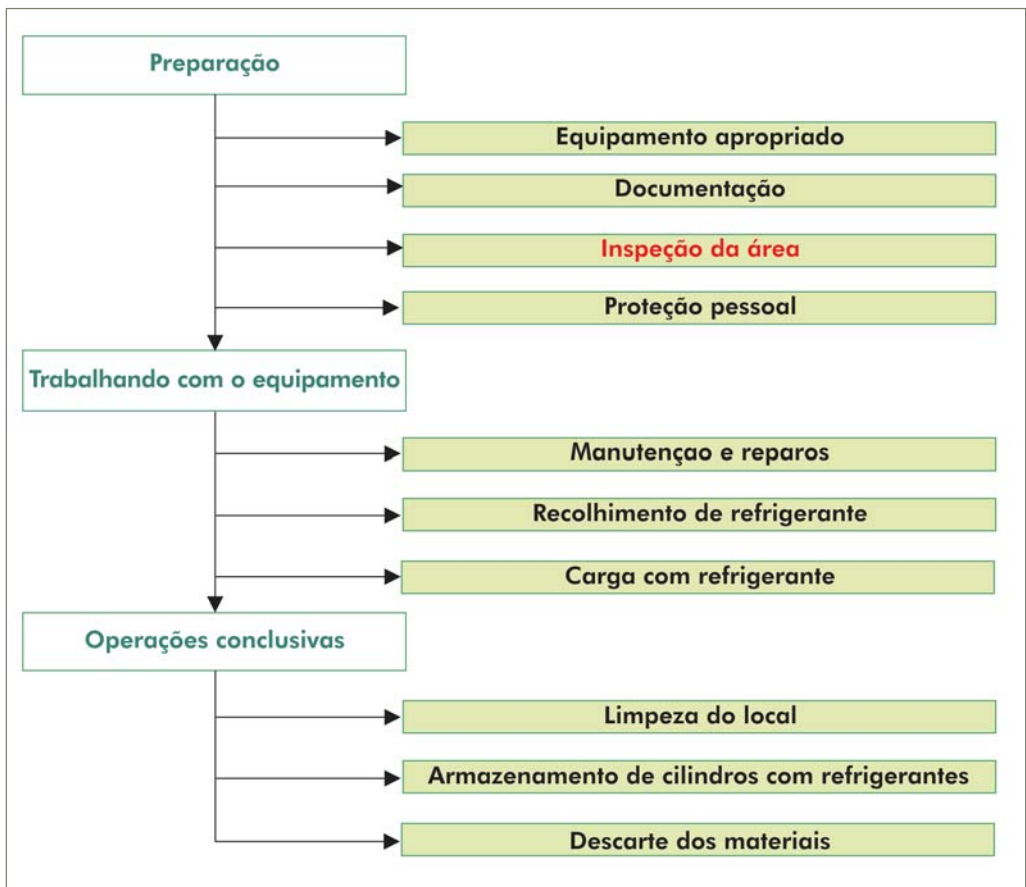
<b>País</b>	<b>Código da norma</b>	<b>Título</b>
Brasil	NBR 13598/1996	Vasos de Pressão para Refrigeração
EUA	ANSI/ASHRAE 15/1992	Safety Code for Mechanical Refrigeration
EUA	ANSI/IIAR 2/1999	Equipment, Design, and Installation of Ammonia Mechanical Refrigerating Systems
EUA	ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII	Rules for Construction of Pressure Vessels, Division 1, 1989
Inglaterra	BS 4434 Part 1: 1989	Specifications for Requirements for Refrigeration Safety, General (mais 3 normas específicas de mesmo código)
França	NF EN 378-2000	Refrigerating Systems and Heat Pumps-Safety and Environmental Requirements (é constituída de 4 normas específicas)
Canadá	B52-M 1983	Mechanical Refrigeration Code
Internacional	ISO 5149/1993 (E)	Requerimentos de Segurança - Sistemas Mecânicos de Refrigeração Usados para Arrefecimento e Aquecimento (tradução pelo grupo de Componentes para Refrigeração e Condicionamento de Ar, ABIMAQ, 1995)

## 4. PROCESSO PARA MANUSEIO SEGURO DE REFRIGERANTES

A depender do tipo de atividade que será executada, haverá diversos estágios em que a adoção de medidas de segurança será necessária.

A Figura 1 mostra as etapas deste processo, e os procedimentos que devem ser seguidos em cada uma destas fases.

**FIGURA 1**



Este manual sobre SEGURANÇA indica os diferentes estágios, em resumo abaixo:

#### 4.1 Estágio I: Preparação

A preparação se faz necessária para assegurar que o técnico tenha disponível o equipamento correto para executar os trabalhos pretendidos, que a área de trabalho seja inspecionada para que esteja apta a receber o serviço, e que a documentação relevante seja checada previamente ao início do serviço.

##### I - 1 EQUIPAMENTO APROPRIADO

Antes de iniciar o trabalho em sistema frigorífico, é essencial assegurar que o equipamento e as ferramentas apropriadas estejam disponíveis. A ausência de equipamento apropriado pode resultar em procedimentos incorretos, assim como no uso de ferramentas inadequadas, podendo ocasionar acidentes, em último caso.

Checar se o equipamento apropriado está disponível, como:

- Máquina Recolhedora de Refrigerantes;
- Bomba de Vácuo;
- Manifolds de serviço, manovacuômetro de pressão;
- Termômetros, Termopares;
- Detector eletrônico de refrigerantes, água e sabão;

- Extintor de incêndio
- Equipamentos de proteção individual: óculos, luvas, botas, capacetes;
- Balanças e Cilindro dosador;
- Ferramentas comuns para trabalho em tubulações do sistema
- Filtro secador.

Outros equipamentos não listados acima podem ser necessários também. Assegurar que todo o equipamento esteja em perfeitas condições de funcionamento, que o profissional esteja familiarizado com o equipamento e devidamente treinado para operar tais ferramentas e máquinas.

## 1 - 2 DOCUMENTAÇÃO

De forma a permitir que toda a operação no sistema frigorífico seja feita corretamente, é necessário buscar referências na documentação associada ao equipamento. As referências poderão fornecer informações sobre o desenho e características de operação do sistema frigorífico e do equipamento, assim como outros detalhes sobre aspectos de segurança dos materiais em questão.

A documentação importante inclui:

- Sinais de segurança e Cartazes na área;
- Dados do equipamento/ Placa de nome;
- Usuário do equipamento/ Manual técnico;

- Prontuário do livro de referência do equipamento/ sistema frigorífico;
- Informativos de segurança dos refrigerantes, óleos, etc;
- Placa informativa sobre o refrigerante e do cilindro de recolhimento.

É essencial que a informação relevante para a operação segura, e para o manuseio correto do equipamento e dos materiais, seja lida pelo profissional em refrigeração ANTES de iniciar o trabalho no sistema frigorífico.

O mecânico de refrigeração deve estar atento aos avisos de segurança afixados na área, os quais podem prover informações sobre os perigos do local:

- Proibição ao tabagismo;
- Acesso somente ao pessoal autorizado;
- Perigos com a corrente elétrica;
- Presença de gases tóxicos e / ou inflamáveis;
- Presença de gases sob ALTA pressão;
- Presença de líquidos corrosivos;
- Piso escorregadio ou molhado;
- Dispositivos automáticos de funcionamento do equipamento (LIGAR / DESLIGAR - ON / OFF);
- Uso obrigatório de EPIs (Equipamentos de Proteção Individual) – ex: capacetes; óculos de segurança; botas protetoras; roupas de proteção e luvas.

Muitos sistemas devem conter uma placa do FABRICANTE afixada, na qual esperam-se encontrar as seguintes informações:

- Nome e identificação do fabricante;
- Modelo, número de série e de referência;
- Data de fabricação (ano);
- Tipo do fluido refrigerante;
- Carga de refrigerante;
- Pressão máxima permitida, lados de ALTA e BAIXA pressão;
- Outras referências obrigatórias

Para sistemas maiores, o proprietário ou o operador deve guardar um prontuário (livro) atualizado de referências e de serviços. No prontuário devem estar registradas as seguintes informações:

- Detalhes de todos os serviços de manutenção e reparos;
- Quantidades, designação e tipo (novo, reutilizado ou reciclado), quantidade de refrigerante que foi recolhida em cada ocasião, bem como a quantidade de fluido refrigerante a ser transferida para o sistema após cada operação;
- Análise do refrigerante reutilizado;
- Fonte do refrigerante reutilizado;
- Mudanças e reposições dos componentes do sistema;
- Resultados de testes periódicos e de rotina.

Esta informação deverá estar acessível às pessoas que mantêm, testam ou operam o equipamento, e cada informação sobre serviços subseqüentes devem ser adicionadas ao prontuário: Por exemplo, todas as operações de recolhimento e reutilização do fluido refrigerante, e suas fontes, devem ser registradas no prontuário de referências de operação.

Qualquer cilindro empregado seja novo ou de recolhimento de refrigerante, deve conter uma placa indicativa de seu volume máximo permitido, o estado (se vazio ou cheio), peso, e a pressão máxima permitida.

Assegure que a Folha de Segurança do Refrigerante (FSR) esteja disponível. Isto informará ao profissional sobre as principais propriedades de segurança do fluido refrigerante, e sobre quaisquer procedimentos de emergência no caso de fuga do refrigerante:

- Ações em caso de respingos e derramamento;
- Detalhes do fabricante/ fornecedor;
- Nome químico;
- Toxicidade, flamabilidade e características asfixiantes;
- Precauções para um manuseio seguro.

### I – 3 INSPEÇÃO DE ÁREA

Para assegurar que o profissional esteja trabalhando em um ambiente seguro, e que outras pessoas à sua volta não sejam colocados em risco, à área da instalação frigorífica deve ser inspecionada. Atenção especial deve ser dada aos seguintes pontos:

- Áreas de escape e rotas de fuga devem estar livres de obstáculos;
- Áreas de transferência de ar e ventilação, livres de obstrução;
- Ventilação mecânica na sala de máquinas;
- Posicionamento e operação de detectores de vazamento de gás;
- Causas potenciais de ignição de alarmes de emergência;
- Presença de luz de emergência;
- Disponibilidade e acesso ao equipamento de proteção pessoal.

Se o sistema frigorífico estiver localizado em um local enclausurado, onde se poderia sofrer com a alta concentração de refrigerante em caso de vazamento, nenhuma pessoa não autorizada e sem treinamento deverá permanecer na área durante a operação dos serviços de manutenção.

#### I – 4 PROTEÇÃO PESSOAL

Antes de trabalhar em um sistema frigorífico, o profissional deve ser informado sobre a construção, operação, manutenção e supervisão do sistema, assim como sobre as medidas de segurança a serem tomadas, em especial, as de carácter pessoal.

Em geral, o profissional deve respeitar as premissas de segurança necessárias para si e para os demais no recinto, e em todos os casos:



○ mecânico deve lembrar dos seguintes aspectos em particular:

- O gás pressurizado pode rapidamente criar uma situação de risco;
- Com o uso inapropriado, o refrigerante líquido pode causar danos severos à pele, aos olhos e às vias respiratórias;
- Os vapores de refrigerantes podem causar uma série de efeitos tóxicos se inalados, portanto checar a ventilação;
- Contato com componentes elétricos pode ocasionar choques, muitas vezes com risco fatal;
- Sempre usar equipamentos de segurança como óculos, sapatos e roupas apropriadas, de forma a evitar problemas como queimaduras por congelamento após contato com o refrigerante líquido;
- Prestar atenção a todos os sinais que estiverem afixados nos produtos ou equipamentos que serão utilizados, por segurança utilizar os EPIs;
- A ventilação do local deve estar sempre ligada quando houver serviços em andamento.

Algumas unidades de refrigeração são equipadas com funções de ignição automáticas (LIGAR / DESLIGAR) que podem iniciar ou parar a qualquer momento, sem avisar. Quando iniciar qualquer checagem prévia no equipamento, estar seguro de que a corrente elétrica esteja desligada.

Independente do tipo de aplicação é importante seguir as etapas do manual de manuseio seguro, por exemplo:

- Sempre puxar o equipamento e cilindros com um carrinho de mão (em vez de empurrar) para evitar deslizamento, o que pode causar arredondamentos nas válvulas e porcas do cilindro, assim como possíveis danos às mãos;
- O uso de um carregador é aconselhável para levantar qualquer objeto acima de 13 kg;
- Sempre usar os músculos das pernas, e não os das costas para levantar objetos;
- Assegurar de que não há óleo ou água no piso;
- Quando trabalhar com circuitos elétricos, assegurar que o mesmo esteja desconectado da fonte de energia;
- Mangueiras e extensões elétricas podem se tornar um perigo – prevenir este tipo de acidente colocando barreiras e sinalização.
- Afastar as mangueiras para um local onde estejam menos suscetíveis ao contato durante o reparo.

É aconselhável que os operadores estejam presentes durante as etapas de evacuação; carga com refrigerante; ajuste do sistema frigorífico; e se possível, durante a montagem do sistema no local.

## 4.2 Estágio II: Trabalhando com o equipamento

Ao utilizar um equipamento de refrigeração, é necessário assegurar que os procedimentos corretos sejam adotados durante a manutenção e o reparo, que, primeiramente, o refrigerante seja recolhido de forma segura, e que o sistema frigorífico receba nova carga de refrigerante adequadamente.

### II - 1 MANUTENÇÃO E REPAROS

Ao realizar manutenção nos sistemas, estará envolvido o manuseio do fluido refrigerante e/ou de componentes. Em ambos os casos, pode ser necessário a remoção do fluido do sistema. Algumas vezes é possível isolar o refrigerante através da operação de válvulas do sistema (recolhimento), apesar disto ser normalmente aplicável em sistemas grandes. Para a maioria dos sistemas pequenos, toda a carga do refrigerante deve ser removida para um cilindro apropriado.

Em geral, as atividades de manutenção devem ser conduzidas considerando os seguintes aspectos:

- Acidentes pessoais devem ser minimizados;
- Minimizar os danos ao sistema e aos produtos refrigerados;
- Componentes do sistema devem continuar em bom estado de operação;
- Assegurar que qualquer marcação no compressor ou equipamento seja substituída caso se torne ilegível;

- Vazamentos de refrigerante ou de óleo sejam identificados e sanados;
- Minimizar as perdas de energia.

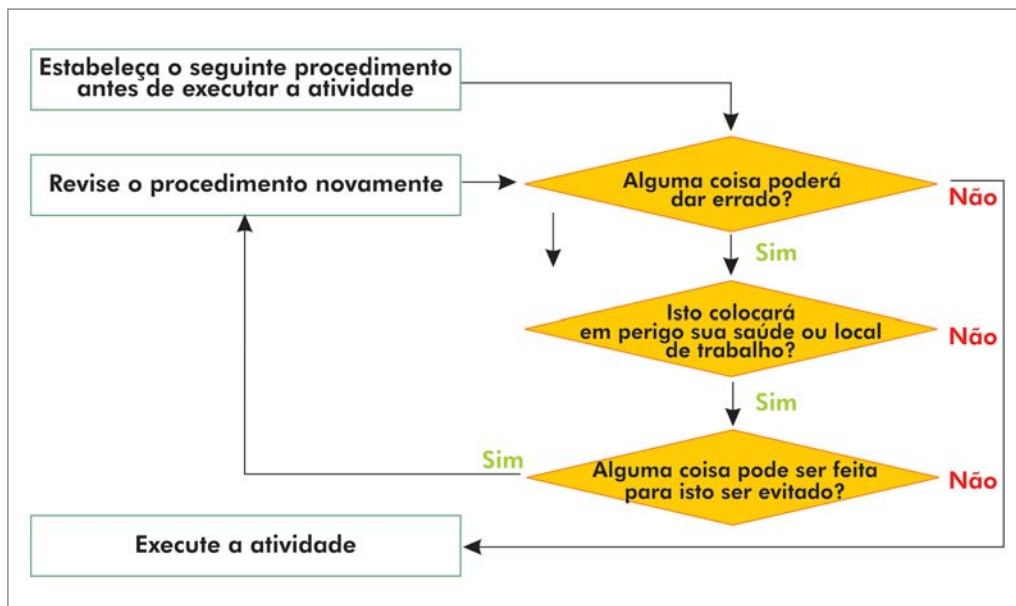
Reparos de componentes contendo refrigerante devem ser feitos na seguinte ordem, quando cabível:

- Conduzir uma análise de risco sobre o reparo proposto;
- Instruir pessoal, operadores, trabalhadores, etc, sobre as atividades;
- Recolher e evacuar o refrigerante;
- Desconectar e separar os componentes a ser reparados, como válvulas, tubulações, etc;
- Limpar e esvaziar o sistema frigorífico com nitrogênio;
- Conduzir o reparo;
- Testar e checar os reparos com pelo menos um teste de pressão e vazamento, e um teste funcional, se possível;
- Evacuar e recarregar o sistema com fluido refrigerante.

Antes da execução de cada atividade, deverá ser feita uma análise de risco. Para cada atividade, o técnico deve considerar as consequências possíveis advindas de um erro e quais os danos ou problemas gerados. Feito isso, deverá então adotar procedimento para anular ou minimizar erros e riscos de ocorrências desfavoráveis.

Um diagrama processual para execução de análise/teste de riscos segue na Figura 2.

**FIGURA 2:** DIAGRAMA PROCESSUAL DE ANÁLISE DE RISCO



É essencial que oxigênio ou ar não sejam carregados no sistema sob hipótese alguma; oxigênio sob pressão e na presença de óleo e/ou refrigerantes pode resultar em explosão se submetido a aquecimento ou faiscamento. Similarmente, quando carregar um sistema com nitrogênio assegure que a pressão não exceda a pressão MÁXIMA permitida para o sistema frigorífico, o que poderia levar a uma explosão por pressão.

Adicionalmente, os processos de brasagem e soldagem devem ser conduzidos apenas por profissionais habilitados, assegurando que o refrigerante tenha sido devidamente recolhido e feita à evacuação da específica seção do sistema, seguida de limpeza com nitrogênio, utilizando-se os procedimentos padrão.

A brasagem e soldagem, ou utilização de instrumentos com chama requerem profissional especializado e credenciado para execução dos procedimentos.

Após o retorno do refrigerante para o sistema, em seqüência a um reparo, deve haver ajuste na carga do refrigerante de forma a se atingir uma melhor performance energética do sistema frigorífico.

## II – 2 RECOLHIMENTO DO REFRIGERANTE

O refrigerante poderá ser recolhido de um sistema devido a vários motivos, incluindo a necessidade de acesso a partes do sistema que requeiram reparo ou troca de componentes. Troca de refrigerante que tenha sido contaminado após o ingresso de outros fluidos devido à queima do motor, reparo de vazamentos, ou se o sistema tiver que ser levado para manutenção.

Normalmente, um refrigerante recolhido será descartado se estiver contaminado; em alguns casos, a qualidade do refrigerante é aceitável para reutilização ou recarga;

Em TODOS os casos, os procedimentos e o tratamento dados ao refrigerante recolhido são relevantes para quaisquer tipos de fluidos.

A transferência de refrigerante para armazenamento em containeres ou cilindros de recolhimento é perigosa, e as medidas apropriadas devem ser sempre seguidas. Estes procedimentos também são importantes para manutenção da integridade do sistema.

Antes de iniciar o processo de recolhimento, tome conhecimento da identidade do refrigerante. Algumas vezes, os sistemas frigoríficos são carregados com refrigerantes diferentes dos pretendidos, o que pode trazer riscos adicionais. É apropriado checar as pressões / temperaturas operacionais em comparação com as propriedades do refrigerante anterior.

A máquina recolhadora de refrigerante remove o fluido refrigerante / óleo do sistema frigorífico e os transfere para os cilindros de maneira segura. O equipamento de recolhimento e seus aparatos relacionados como filtros secadores devem ser operados e mantidos em acordo com as especificações do fabricante da máquina recolhadora.

Qualquer máquina recolhadora de refrigerante deve estar em conformidade com as normas padrão específicas (ex: IEC 60335-2-104). Ela deve ser operada de forma a minimizar o risco de emissão de refrigerantes ou óleo para o meio ambiente.

As seguintes precauções são necessárias quando operar o recolhimento de fluidos refrigerantes:

- Familiarizar-se com o equipamento de recolhimento, leia o manual de instruções e aplique todos os procedimentos e métodos a cada vez que a máquina for utilizada;
- Assegurar que todas as fontes de energia estejam desconectadas de qualquer equipamento que necessite recolhimento;
- O equipamento de recolhimento deve estar conectado ao sistema de refrigeração para que a transferência do fluido ocorra, seja entre as partes do sistema, ou do sistema para um cilindro em separado;
- Usar mangueiras de boa qualidade, estando certo de que elas estão devidamente ajustadas e firmes, e inspecione suas conexões regularmente;
- Antes de abrir o sistema, checar a pressão no sistema frigorífico;
- A pressão do sistema frigorífico deve ser reduzida para menos de 0.3 BAR (absoluta) através do uso das máquinas recolhadoras;
- Após esta ocorrência, a pressão pode ser reduzida ainda mais com o uso de bomba de vácuo;

- O sistema frigorífico ou suas partes devem estar limpos de qualquer refrigerante, e estas devem ser recolhidas e evacuadas até uma pressão menor do que 0.3 bar (absoluta);
- Não é aconselhável utilizar o mesmo manifold em dois (2) cilindros de pressões diferentes, pois isto pode causar sobrecarga no cilindro de MENOR pressão;
- Em NENHUMA circunstância os refrigerantes devem ser liberados na atmosfera. Os cilindros de recolhimento não devem ter a sua temperatura rebaixada para ajudar no seu enchimento;
- Se recolhido, contate a companhia de reciclagem para que faça a coleta e o transporte do refrigerante indesejado;
- Assegurar que o vácuo é obtido apenas com bomba de vácuo, a quebra do vácuo deve ser feita com nitrogênio extra sêco e que o equipamento de recolhimento e as mangueiras estejam bem limpas de forma que o refrigerante recolhido não seja contaminado devido ao uso anterior dos materiais.

---

**Observação:** A pressão referida acima (0.3 bar, absoluta) corresponde ao sistema frigorífico em temperatura ambiente de 20°C. A pressão deverá sofrer alterações conforme a variação da temperatura ambiente.

O tempo requerido para a transferência ou envasamento depende da pressão. O procedimento só estará completo quando a pressão permanecer constante após o desligamento do compressor da máquina recolhadora de gases. Se a pressão SUBIR, isto indica que ainda há líquido refrigerante no sistema.

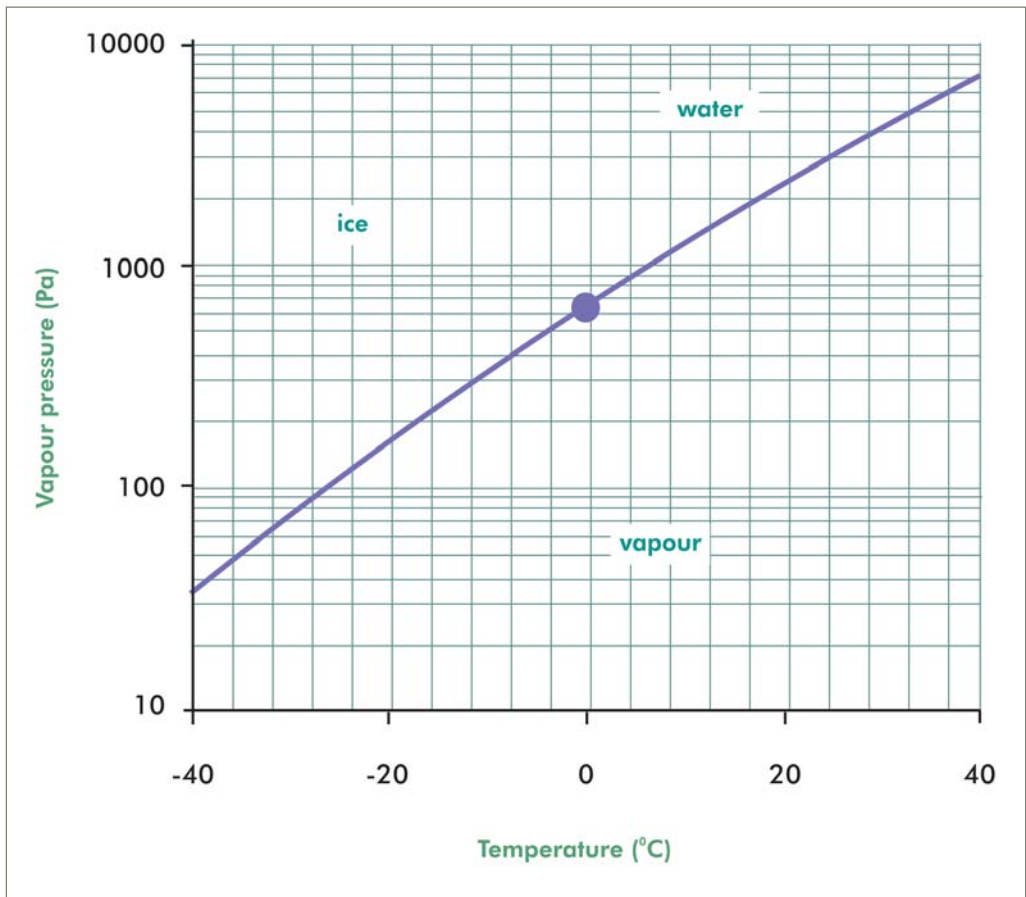
O fluido refrigerante recolhido pode estar severamente contaminado. O ácido é um produto da decomposição; tanto o ácido hidroclorídrico e o hidrófluorídrico podem estar presentes e são altamente corrosivos. Como o refrigerante pode se misturar com óleo, muito CUIDADO deve ser tomado para prevenir o derramamento de óleo a partir dos vapores dos refrigerantes, evitando assim o contato com a pele e outras superfícies quando executar a manutenção e serviços de reparo do equipamento contaminado.

Para o recolhimento de carbonos halogenados, um teste de acidez deve ser conduzido. Este teste de acidez é usado para detectar se há algum componente que se ioniza como um ácido. O teste requer uma amostra entre 100 g e 120 g e tem um limite mínimo de detecção de 0.1 ppm / massa. Se o teste de acidez acusar positivo, a carga total do refrigerante deve seguir por um processo de reciclagem ou regeneração, e os filtros secadores do sistema devem ser substituídos.

---

**Observação:** Este teste não é necessário se o recolhimento é feito enquanto um sistema frigorífico estiver sendo fabricado.

**FIGURA 3:** GRÁFICO DE TEMPERATURA - PRESSÃO DA ÁGUA



Umidade presente em um sistema pode causar deterioração geral do circuito interno que se manifesta em uma variedade de problemas, incluindo-se o congelamento da válvula de expansão, produção de ferrugem, de ácido e de lodo. Desta forma, toda a vez que o refrigerante for transferido de ou para o sistema, um processo de evacuação deve ser realizado, onde a pressão é reduzida abaixo de 50 Pa (cerca de 400 microns). O tempo necessário para uma evacuação total do sistema ( $t_{evac}$ , em minutos) pode ser estimado a partir da utilização da fórmula a seguir:

$$t_{evac} = 7 \times \frac{V_{sys}}{V\&_{pump}}$$

onde  $V_{sys}$  é o volume interno do sistema (em litros) e  $V\&_{pump}$  é a nível de capacidade da bomba de vácuo (em litros/ por minuto). Por exemplo, um sistema de 250 litros usando uma bomba de vácuo de 35 litros por minuto levaria provavelmente 50 minutos para executar a operação. Depois que a bomba de vácuo for desligada, o sistema deve ser deixado em repouso por algum tempo: se a pressão manométrica subir depois de terminado o vácuo, isto sugere que ainda há presença de água (aumento temporário de pressão) ou que exista vazamento (aumento contínuo de pressão).

A Figura 3 mostra a curva de vapor-pressão para água e desde que as pressões requeridas sejam muito BAIXAS para evaporação, as quantidades remanescentes de umidade necessitam de vácuo profundo.

É recomendado que a bomba de vácuo opere apenas para retirada de água do sistema, não usar a bomba de vácuo para recolher o refrigerante ou tampouco uma máquina recolhadora para efetuar o vácuo no sistema. Mesmo porque os óleos POE e PAG comumente usados com HFCs são muito higroscópicos, e estes sistemas requerem um vácuo mais profundo do que os sistemas de CFCS e HCFCs; Isto se aplica similarmente aos sistemas que operam a BAIXAS temperaturas de evaporação.

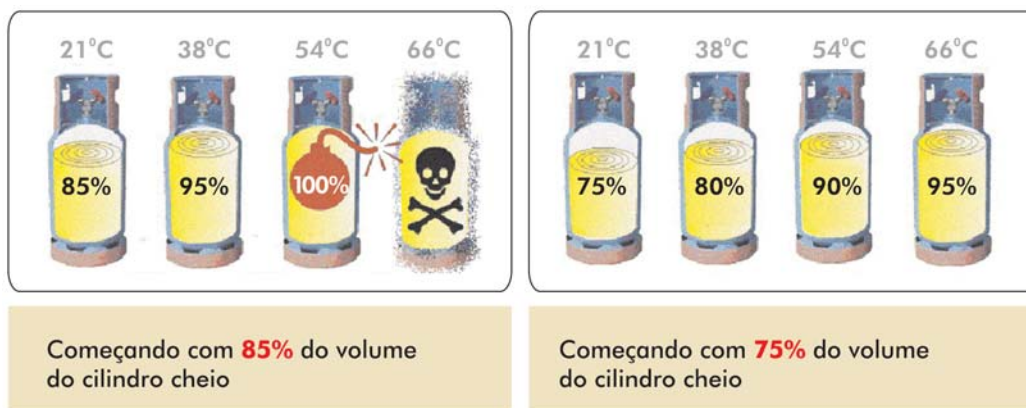
---

**Observação: Os óleos lubrificantes têm pressões de vapor muito baixas e não evaporam no vácuo.**

Cilindros de recolhimento têm tamanhos variados (ver apêndice 3), pois depende do país de origem, também têm diferentes arranjos de válvulas e códigos de cores. O uso de cilindros de recolhimento consiste em um risco em particular, portanto algumas medidas de precaução devem ser tomadas:

- Familiarizar-se com as características do cilindro de recolhimento;
- Os fluidos refrigerantes devem apenas ser transferidos para os cilindros específicos, sinalizados para um tipo específico de refrigerante, uma vez que cada refrigerante tem pressões permitidas diferentes;
- Assegurar que o cilindro de recolhimento é do modelo correto, e não utilizar cilindros convencionais de refrigerantes ou cilindros descartáveis;
- Usar apenas cilindros limpos, livres de contaminação por óleo, ácido, umidade, etc;

**FIGURA 4: EFEITOS DO ENCHIMENTO DE CILINDROS DE RECOLHIMENTO**



A capacidade máxima de enchimento de um cilindro é uma função do volume do cilindro e da densidade líquida do refrigerante a uma temperatura de referência (95% do volume líquido a 50 °C conforme regulamentação da ONU, porém, é recomendável até 85% de enchimento líquido devido à presença do óleo). Se o cilindro estiver sobrecarregado, é provável que havendo aumento de temperatura ele poderá explodir (devido à expansão do refrigerante líquido).

Esta é uma questão importante quando o refrigerante for recolhido em sua fase líquida. Similarmente, a pressão máxima de um cilindro não poderá ser excedida, mesmo que temporariamente durante a operação. O cilindro de refrigerante não deve ser sobrecarregado. Algumas vezes, válvulas especiais devem ser ajustadas ao cilindro de refrigerante para evitar a possibilidade de sobrecarga. Uma ilustração da construção interna do cilindro segue na figura 6.

O refrigerante deve ser transferido somente para cilindros destinados aos específicos fluidos. O cilindro deve ser identificado facilmente e assinalado

**FIGURA 5: ETIQUETA PARA CILINDRO DE RECOLHIMENTO**

<b>AVISO: Este cilindro contém refrigerante recolhido NÃO usar antes de conduzir análise do produto</b>	
Data:	
Empresa e Endereço	
Tipo do refrigerante recolhido	
Peso bruto (kg)	
Peso líquido (Kg)	
Tara	

com o código de cores respectivo do refrigerante, ou como se estivesse reservado para uso de tal refrigerante.

O cilindro com refrigerante recolhido deve ser marcado com o gás, especificamente, por exemplo “R134a — Recolhido — Não usar antes de analisar” (Figura 5) . Notar que alguns países têm regulamentações nacionais que determinam a cor para cilindros de recolhimento.

É responsabilidade de quem recolhe o refrigerante, garantir que o cilindro de recolhimento esteja em acordo com as regulamentações e normas técnicas relevantes para o transporte de gases e líquidos pressurizados, como a regulamentação da ONU sobre o Transporte Internacional de Bens e Substâncias Perigosas (UN Regulations Concerning the International Carriage of Dangerous Goods) e outras regulamentações nacionais. Todos os cilindros devem estar sujeitos à inspeção periódica e testes de pressão, assegurando que a data de validade do teste demonstrada na etiqueta do cilindro não

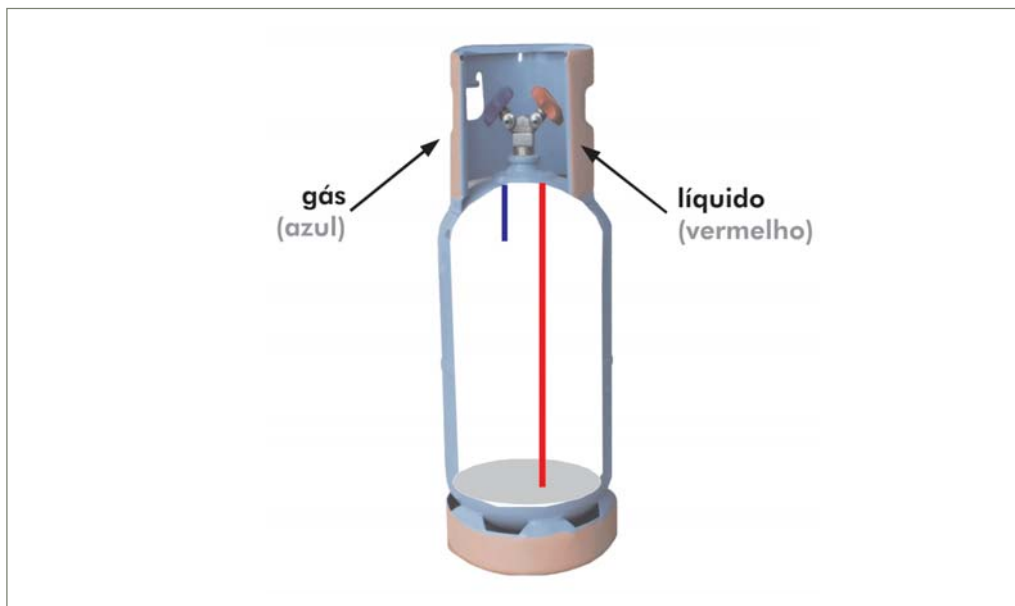
tenha expirado e que os testes de pressão sejam efetuados pelo menos a cada 5 anos, e inspeção visual a cada 1 ano.

Cilindros descartáveis com refrigerante não devem ser usados devido à possibilidade de que o gás residual seja descarregado para a atmosfera quando descartado o que gera problemas ambientais e de segurança.

Refrigerantes diferentes não devem ser misturados e devem ser armazenados em cilindros diferentes. Um refrigerante não deve ser colocado em um cilindro que contem outro tipo de fluido, mesmo de tipo desconhecido.

Um refrigerante desconhecido já armazenado em um cilindro não deve ser liberado na atmosfera, porém identificado, regenerado ou descartado de forma apropriada.

**FIGURA 6:** CILINDRO DE RECOLHIMENTO



O cilindro de recolhimento deve conter válvulas separadas para gás e líquido, e conter um mecanismo de alívio de pressão. Com o cilindro de duas válvulas, tomar cuidado para não confundir a cor das mesmas, uma vez que estas podem variar entre países e (ou) regiões (por exemplo, nos EUA a válvula de vapor é azul e a de líquido é vermelha. Na Europa, a de vapor é vermelha, e a de líquido azul).

Quando um cilindro é cheio com um refrigerante, a carga máxima permitida sempre deve ser observada, levando em consideração que possíveis misturas de refrigerante e óleo têm densidade menor que a do refrigerante puro.

Assegurar que a conexão correta foi feita junto ao sistema e à unidade recolhadora, e depois de concluída a operação, certificar se os cilindros estão em condições seguras, tampados apropriadamente e com as devidas identificações afixadas.

Quando mover um cilindro, use um carrinho com rodas. Assegurar que o cilindro está devidamente amarrado quando o carrinho estiver em movimento. Nunca rolar o cilindro sobre sua base, ou deitá-lo para que possa ser rolado de um local ao outro. Use uma empilhadeira para levantar e carregar containeres acima de meia tonelada.

## II - 3 CARGA COM REFRIGERANTE

Após a remoção do refrigerante, poderá ser necessário recarregar o sistema frigorífico com o fluido recolhido ou com um novo refrigerante. De forma a carregar o sistema, uma pressão diferencial tem de ser estabelecida entre o cilindro e o sistema frigorífico. Isto é atingido normalmente através da ope-

ração do compressor, apesar de que em algumas circunstâncias, aquecer o cilindro pode ser necessário.

Para aquecer o cilindro, pode-se utilizar equipamentos como os cobertores térmicos com termostato programado para 55 °C ou menos, programados a uma temperatura na qual a pressão de saturação do refrigerante não exceda 85 % da pressão do mecanismo de alívio de pressão do cilindro.

O refrigerante transferido para o sistema frigorífico deve ser medido tanto por massa ou volume através da utilização de escalas - balanças ou mecanismos volumétricos de cargas.

De forma a assegurar que o sistema frigorífico receba a carga de maneira segura e a boa operação dos equipamentos seja mantida, procedimentos apropriados devem ser seguidos.

Antes de iniciar a carga com o fluido refrigerante, uma série de checagens e precauções são necessárias:

- O refrigerante deve ser utilizado apenas em equipamentos de refrigeração DEPOIS que o sistema tiver passado por um teste de pressão e teste de vazamentos;
- Os conteúdos dos cilindros de refrigerantes devem ser checados cuidadosamente, pois a adição de substâncias inadequadas pode resultar em riscos inesperados;
- Não aquecer cilindros de refrigerantes diretamente usando fontes de calor como chamas, radiadores, de forma a aumentar o fluxo de refrigerante;

- Sempre observar a pressão do sistema frigorífico, e se esta exceder a pressão máxima permitida, então interromper a carga;
- Cilindros com refrigerantes não devem ser conectados a um sistema que tenha uma pressão maior, porque isto poderá gerar re-fluxo no cilindro levando à sobrecarga;
- As linhas de serviço (carga) devem ser as mais curtas possíveis e equipadas com válvulas ou conexões de fechamento automático para minimizar as perdas de refrigerantes;
- Atenção deve ser dada à carga máxima permitida para um sistema frigorífico para que nunca receba sobrecarga e se evite riscos como pressão excessiva e entrada de líquidos no compressor;
- A carga com refrigerante deve ser feita preferencialmente junto à parte de BAIXA pressão do sistema, e o fluxo deve ser carregado na fase líquida;
- As válvulas do cilindro e do manifold devem ser abertas devagar e cuidadosamente;
- Os cilindros devem ser desconectados do sistema imediatamente depois de concluída a remoção ou adição do refrigerante;
- Os cilindros não devem receber pancadas, cair, ou serem largados ao solo;
- Quando aplicar cargas de misturas azeotrópicas, o refrigerante é normalmente carregado em sua fase líquida de forma a minimizar a separação de componentes;

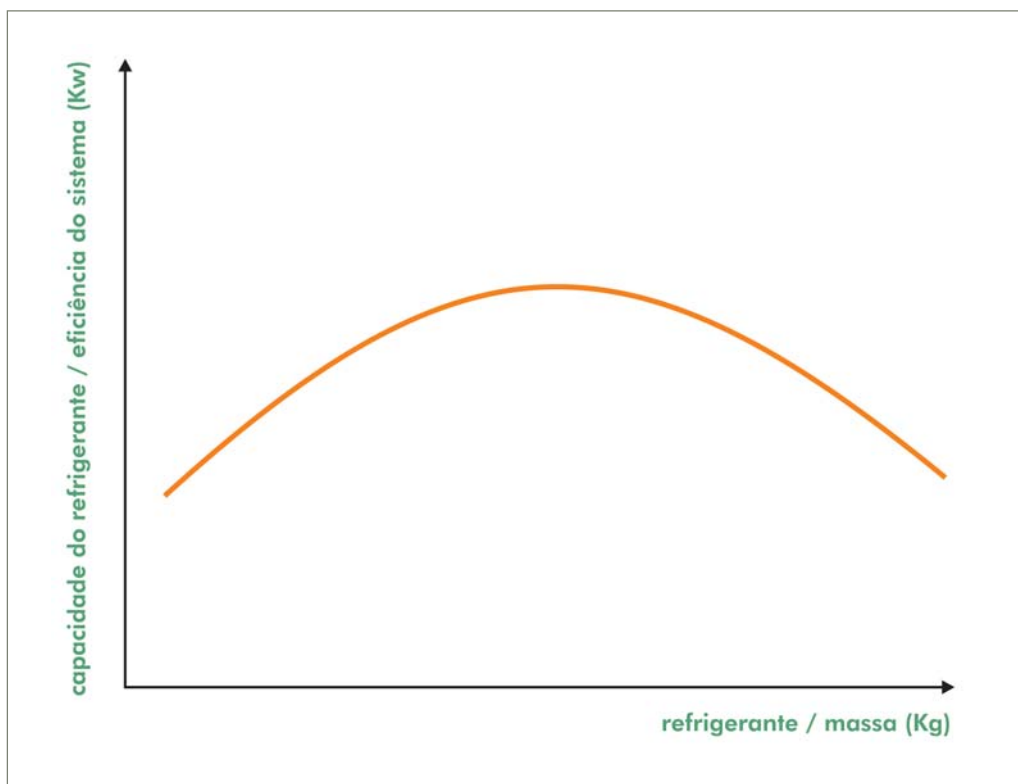
**FIGURA 7: ETIQUETA DE SISTEMA COM RETROFIT**

<b>AVISO: Este sistema recebeu retrofit</b>		
Empresa		
Nome do técnico		
Contatos:		
Data:		
Refrigerante:	Velho	Novo
Tipo		
Total da carga (kg):		

Quando adicionar um refrigerante a um sistema frigorífico após reparo; atenção deve ser dispensada para que a carga seja aplicada lentamente, em pequenas quantidades a fim de se evitar a sobrecarga, observando-se os lados de ALTA e BAIXA pressão. Se a carga máxima de refrigerante permitida para um sistema tenha sido excedida, e houver necessidade de transferir parte do refrigerante de volta ao cilindro, este deverá ser pesado cuidadosamente durante a transferência para que sua carga máxima não seja ultrapassada. É recomendável que uma etiqueta seja afixada no sistema depois de feito o retrofit para assegurar que os próximos técnicos a operar a manutenção estejam avisados sobre os refrigerantes envolvidos durante o serviço. (Figura 7).

- Indicar necessidade de ajuste ou troca, de controle e componentes de segurança.

**FIGURA 8:** EFEITO DA CARGA DE REFRIGERANTE NA PERFORMANCE DO SISTEMA



Como as propriedades termodinâmicas dos refrigerantes são diferentes, a quantidade de refrigerante necessária para a boa performance do sistema varia. O único método seguro de indentificar a quantidade correta de refrigerante a ser adicionada ao sistema é por meio de testes para se atingir a performance ideal do sistema.

A Figura 8 ilustra como a variação de carga do refrigerante – particularmente num sistema “carregado de forma crítica” (ex. sem tanque de líquido) – afeta a capacidade do refrigerante e a eficiência do sistema. Se esta

abordagem não for muito prática, a quantidade da carga também poderá ser calculada. A carga perfeita/ótima é fortemente influenciada pela densidade do líquido refrigerante, particularmente no condensador.

**TABELA 6:** FATORES DE AJUSTE DE CARGA (AF) QUANDO CARREGANDO DO VELHO PARA O NOVO REFRIGERANTE.

Novo refrigerante	Velho refrigerante		
	R12	R22	R502
R22	-	-	0.98
R134a	0.92	-	-
R290	-	0.41	0.41
R401A	0.91	-	-
R404A	-	0.87	0.86
R407C	-	0.95	0.94
R409A	0.92	-	-
R410A	-	0.88	0.87
R507A	-	0.87	0.86
R600a	0.42 *	-	-

\* *Requer troca de compressor*

A Tabela 6 provê fatores de ajustes para conversão de massa da carga de um velho refrigerante para a massa requerida para um novo refrigerante, baseado em informações calculadas para a temperatura de +30°C; Uma temperatura MAIOR ou MENOR resulta em variações de até ± 3% por 10 K. A carga requerida para carga com o novo refrigerante pode ser estimada a partir da fórmula a seguir:

$$M_{new} = M_{old} \times AF$$

onde  $M_{new}$  é a massa do novo refrigerante,  $M_{old}$  é a massa do velho refrigerante e  $AF$  é o Fator de Ajuste listado na tabela 6.

Se um fluido refrigerante regenerado ou reciclado for carregado em um sistema, alguns aspectos devem ser considerados:

- A história dos gases refrigerantes e dos sistemas frigoríficos é conhecida desde a data de contratação dos serviços de reparos e manutenção;
- O profissional habilitado ou a companhia informa a parte interessada quando refrigerante reciclado for usado, suas fontes e os resultados de testes e análises;
- Refrigerante reciclado deve estar de acordo com as especificações relevantes de composição e pureza;
- O refrigerante deve ser recarregado através de um filtro-secador de forma a remover a umidade que deve ter sujado o fluido durante o recolhimento;

Considerações devem ser feitas sobre a presença de ar ou nitrogênio no sistema frigorífico. Nitrogênio e Oxigênio têm alta pressão e por isso se deslocarão para o lado ALTO do sistema. Isto tem o efeito de elevar a pressão de condensação – parcialmente devido a uma maior relação de pressão-temperatura do refrigerante/mistura de ar, e em parte porque a transferência de calor é reduzida. É importante checar se pressão dentro do sistema frigorífico ou nos cilindros de recolhimento excede a pressão MÁXIMA permitida.

### 4.3 Estágio III: operações conclusivas

Uma vez que o serviço no equipamento tenha sido concluído, é importante assegurar que a área aonde o trabalho foi executado retorne às condições apropriadas, e que o serviço de reparo tenha sido devidamente documentado, que os cilindros de refrigerante sejam armazenados apropriadamente e outros materiais inutilizáveis sejam descartados de forma correta.

## III – 1 LIMPEZA DO LOCAL

Em geral, tanto o equipamento quanto o local utilizado para conduzir o serviço de manutenção ou reparo devem ser checados de forma a assegurar que permaneçam em condições apropriadas e seguras. As várias medidas incluem:

- Todas as válvulas e pontos de acesso devem ser fechados, selados ou cobertos;
- Todos os cilindros com refrigerantes devem ser removidos ou armazenados apropriadamente;

- Sinalização de segurança deve permanecer visível;
- Não deixar restos de tubos, componentes, ferramentas ou outros equipamentos largados;
- A documentação relevante deve ser atualizada.

### III – 2 ARMAZENAMENTO DE CILINDROS COM REFRIGERANTES

Requisitos para o armazenamento de cilindros com refrigerantes são geralmente controlados por normas e regulamentações nacionais. As precauções gerais para o armazenamento de cilindros são as seguintes:

- Manusear cuidadosamente os cilindros para evitar danos mecânicos no equipamento e em suas válvulas;
- Mesmo se equipados com uma válvula de segurança, os cilindros não devem ser jogados ou largados ao solo;
- As válvulas do cilindro devem ser fechadas e cobertas quando este não estiver sendo utilizado.
- Os cilindros devem ser armazenados em um setor reservado e frio, longe de riscos e da luz solar direta, e distante de fontes de aquecimento artificiais;
- Os cilindros armazenados em ambientes exteriores devem ser resistentes ao tempo – clima e protegidos contra a radiação solar direta;
- O local de armazenamento deve ser seco e protegido contra o tempo – clima a fim de minimizar a corrosão do equipamento;

- Na área de armazenamento, os cilindros devem estar seguros de forma a prevenir a queda dos equipamentos;

O transporte é sempre regulamentado por normas nacionais e internacionais a fim de assegurar níveis seguros e prevenir emissões que possam gerar impacto ao meio ambiente. Todos os requisitos legais, incluindo registro, permissões de transporte, etc; devem ser observados.

### III – 3 DESCARTE DOS MATERIAIS

Uma vez que o refrigerante tenha sido removido do sistema frigorífico, ele pode ser regenerado, reciclado e reutilizado. Os fluidos refrigerantes contaminados devem ser armazenados em cilindros apropriados e destinados conforme política nacional de meio ambiente vigente. Não é permitido emissão ou descarte de fluido refrigerante na atmosfera, uma vez que isso representa riscos e ocasiona danos ao meio ambiente (Resolução CONAMA Nº 340/2003). Saiba mais pesquisando as publicações de atualizações das regulamentações vigentes. Ao final da vida útil do equipamento, é considerado “Boas Práticas”, o recolhimento do refrigerante para purificação (reciclagem ou regeneração) e reutilização. O óleo lubrificante usado ou contaminado deverá ser encaminhado para re-refino (Resolução CONAMA Nº 362/2005). Os filtros secadores, materiais de isolamento e componentes de metal devem ser reciclados.

Mais uma vez, estes são requisitos obrigatórios em muitos países:

- Se os refrigerantes recolhidos forem considerados inapropriados para reutilização, então estes devem ser enviados para descarte, o que normalmente é feito por incineração.

- O descarte de refrigerantes é normalmente controlado por regulamentação nacional e, portanto deve ser armazenado em um cilindro apropriado, e posteriormente transferido para um local onde poderá ser regenerado ou incinerado, a depender da estratégia da política nacional de meio ambiente. A destruição de refrigerantes deve ser feita em uma instalação autorizada pelo governo. Emissão ou descarga de refrigerante na atmosfera não é permitida uma vez que isto apresenta riscos e ocasiona danos ao meio ambiente.
- De forma similar, o óleo usado e recolhido de um sistema frigorífico, e que não pode ser re-processado, deve ser armazenado apropriadamente em um cilindro em separado; deve ser tratado como lixo e descartado de forma segura.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

ACRIB. Guidelines for the safe use of hydrocarbon refrigerants. Air Conditioning and Refrigeration Industry Board, London UK, 2001. [www.acrib.org.uk](http://www.acrib.org.uk)

EN 13313: 2001. Refrigerating systems and heat pumps. Competence of personnel.

EN 378: 2000, Part 1 – 4. Refrigerating systems and heat pumps - Safety and environmental requirements.

Guidebook for Implementation of Codes of Good Practice, Refrigeration Sector. UNEP OzonAction Programme, 1998.

IEC 60335-2-104: 2000. Household and similar electrical appliances – Safety - Part 2-104. Particular requirements for refrigerant recovery and/or recycling equipment. I

International Occupational Safety and Health Information Centre (CIS), <http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/cis/index.htm>.

ISO 11650: 1999. Performance of refrigerant recovery and/or recycling equipment.

ISO/DTR 15251: 2005 Recovered Refrigerants.

ISO/FDIS 12810 Fluorocarbon refrigerants – Specifications and test methods.

Lemmon, E. W., McLinden, M. O., Huber, M. L. NIST Reference Fluid Thermodynamic and Transport Properties – REFPROP. Version 7.0. National Institute of Standards and Technology, Boulder, USA. 2002.

Pr. EN 378: 2006, Part 1 – 4. Refrigerating systems and heat pumps - Safety and environmental requirements.

Recovery and Recycling Systems, Guidelines, Phasing out ODS in Developing Countries, Refrigeration Sector. UNEP OzonAction Programme, 1999.

Training Manual on Good Refrigeration Practices. GTZ Proklima, Germany, 1999.

United Nations Recommendations on the Transport of Dangerous Goods Model Regulations (11th edition).

Jabardo, J. M. Saiz – Refrigeração Industrial – Capítulos 12 e 13: Refrigerantes e Segurança

### ESTÁGIO I: PREPARAÇÃO

- ✓ Equipamento apropriado presente (unidade de recolhimento, cilindro de recolhimento, bomba de vácuo, equipamento de medição - manifold, etc).
- ✓ Observe a sinalização de segurança e avisos.
- ✓ Leia informações relevantes para uma operação segura e a correta manipulação dos equipamentos e materiais.
- ✓ Leia o manual de instruções do produto / sistema (se estiver à disposição).
- ✓ Leia novamente este Manual de Segurança de Recolhimento e Reciclagem de Fluidos Refrigerantes.
- ✓ Inspeccione a área de trabalho para se assegurar se ela está localizada num ambiente seguro (áreas de escape e rotas de fuga devem estar livres de obstáculos).
- ✓ Checar se os equipamentos de proteção individual estão presentes (óculos, luvas, botas, capacetes, etc).

### ESTÁGIO II: TRABALHANDO COM O EQUIPAMENTO

- ✓ Esteja familiarizado com o todo o equipamento de recolhimento e reciclagem de fluidos refrigerantes.

- ✓ Isolar o refrigerante através da operação de válvulas do sistema (recolhimento), em sistemas grandes. Em sistemas pequenos, toda a carga do refrigerante deve ser removida para um cilindro apropriado.
- ✓ Esteja seguro que o equipamento de recolhimento está corretamente nivelado com nitrogênio (sem oxigênio) para evitar contaminação e/ou explosão.
- ✓ Esteja seguro que o cilindro de recolhimento é do modelo correto, e não utilizar cilindros convencionais de refrigerantes ou cilindros descartáveis.
- ✓ Esteja seguro que o cilindro está em perfeitas condições de uso, cheque se tem algum dano físico e se já foi previamente testado.
- ✓ O sistema frigorífico ou suas partes devem estar limpos de qualquer refrigerante, e estas devem ser recolhidas e evacuadas até uma pressão menor do que 0.3 bar (absoluta).
- ✓ Refrigerantes diferentes não devem ser misturados e devem ser armazenados em cilindros diferentes. Um refrigerante não deve ser colocado em um cilindro que contem outro tipo de fluido, mesmo de tipo desconhecido.
- ✓ Após o término do processo, etiquetar o cilindro (escrever na etiqueta o tipo do refrigerante, quantidade, data do recolhimento, etc).
- ✓ Limpar e esvaziar o sistema frigorífico com nitrogênio (sem oxigênio).

- ✓ Antes de abrir o sistema, checar a pressão no sistema frigorífico.
- ✓ Atenção à carga máxima permitida para um sistema frigorífico para que nunca receba sobrecarga e se evite riscos como pressão excessiva e entrada de líquidos no compressor.
- ✓ Os cilindros devem ser desconectados do sistema imediatamente depois de concluída a remoção ou adição do refrigerante.
- ✓ Assegurar que qualquer marcação no compressor ou equipamento seja substituída caso se torne ilegível e indicar necessidade de ajuste ou troca, de controle e componentes de segurança.

### ESTÁGIO III: OPERAÇÕES CONCLUSIVAS

- ✓ Todos os cilindros com refrigerantes devem ser removidos ou armazenados apropriadamente e todas as válvulas e pontos de acesso devem ser fechados, selados ou cobertos.
- ✓ Sinalização de segurança deve permanecer visível.
- ✓ Não deixar restos de tubos, componentes, ferramentas ou outros equipamentos largados.
- ✓ A documentação relevante deve ser atualizada.
- ✓ Os cilindros devem ser armazenados em um setor reservado e frio, longe de riscos e da luz solar direta, e distante de fontes de aquecimento artificiais.
- ✓ Na área de armazenamento, os cilindros devem estar seguros de forma a prevenir a queda dos equipamentos.

## ANEXO 2: SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA



**USAR SEMPRE EQUIPAMENTOS DE SEGURANCA**



**USAR SAPATOS PROTETORES**



**USAR ROUPAS DE PROTEÇÃO**



**USAR LUVAS DE PROTEÇÃO**



**FUNÇÃO AUTOMÁTICA LIGA / DESLIGA**



**PROIBIDO FUMAR**



**PERIGOS: CORRENTE ELÉTRICA**



**PERIGO: RISCOS TÓXICOS**



**PERIGO: LÍQUIDO CORROSIVO**



**PERIGO: GASES PRESSURIZADOS**

## ANEXO 3: PESO MÁXIMO DE CARGA DOS CILINDROS DE RECOLHIMENTO

---

De acordo com a regulamentação das Nações Unidas para o Transporte de Bens Perigosos (UN Regulations on Transportation of Dangerous Goods), a capacidade máxima de preenchimento de cilindros contendo gases liquefeitos está estabelecida em 95% de seu volume líquido a uma temperatura de +50°C.

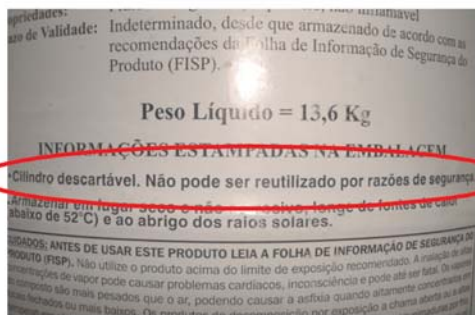
---

**IMPORTANTE:** Os valores indicados na tabela ao lado estão estabelecidos em 85% do volume líquido sob temperatura de 50°C; O ajuste leva em conta a possibilidade de haver a presença de óleo com densidade menor no cilindro.

Qualquer cilindro de recolhimento deve ser checado de forma a assegurar que o seu teste de pressão esteja compatível com o refrigerante. O teste de pressão tem pelo menos a pressão manométrica do vapor a 70°C, mas sempre abaixo de um MÍNIMO de 10 bar.

- R12: ACIMA 17.8 bar ou 273 psig
- R134a: ACIMA 21.2 bar ou 307 psig
- R600a: ACIMA 10 bar ou 145 psig

Volume interno do cilindro (litros)	Massa Máxima no cilindro (kg)		
	R12	R134a	R600a
6.0	6.2	5.6	2.6
9.5	9.8	8.9	4.2
11.0	11.3	10.3	4.8
11.9	12.3	11.1	5.2
12.5	12.9	11.7	5.5
13.5	13.9	12.6	5.9
15.0	15.5	14.1	6.6
20.0	20.6	18.7	8.8
20.5	21.1	19.2	9.0
21.6	22.3	20.2	9.5
22.0	22.7	20.6	9.6
23.0	23.7	21.6	10.1
26.0	26.8	24.4	11.4
41.7	43.0	39.1	18.3
50.0	51.6	46.8	21.9
52.0	53.6	48.7	22.8
55.8	57.5	52.3	24.5
65.0	67.0	60.9	28.5
66.0	68.1	61.8	28.9
67.0	69.1	62.8	29.4
88.0	90.7	82.5	38.6
105.0	108.3	98.4	46.1
108.0	111.4	101.2	47.4



Cilindro apropriado somente para carga de refrigerante, peso líquido 13,6 Kg. Por razões de segurança o fabricante não recomenda sua reutilização (informação estampada no próprio cilindro).



Cilindro utilizado para Nitrogênio, não recomendado para manuseio de refrigerante halogenados.



Cilindro de serviço apropriado para manuseio de refrigerantes, fornecido pelos próprios fabricantes de refrigerante.



Cilindro não apropriado para manuseio de refrigerante, o mesmo não possui válvula de segurança.



Pontuário de operação do compressor									
Nome do local:									
Instalação:									
Localização do sistema:									
Identificação do Compressor:									
Tipo do Refrigerante:									
Tipo do óleo:									
Data:									
hora	Temperatura (°C)				Motor amps (A)	% da capacidade	Pressão ou nível de óleo	Tempo de operação	Vazamen to
	Sucção		Descarga						
	Saturação	Atual	Saturação	Atual					

## ANEXO 5: PRESSÃO DO REFRIGERANTE / CARACTERÍSTICAS DE TEMPERATURA

---

Os dados da tabela estão em pressão absoluta, para conversão em pressão manométrica:

- kPa: pressão manométrica = pressão absoluta – 101
- bar: pressão manométrica = pressão absoluta – 1.01
- psi: pressão manométrica = pressão absoluta – 14.5






Temp	R12			R134a			R600a		
	(kPa)	(bar)	(psi)	(kPa)	(bar)	(psi)	(kPa)	(bar)	(psi)
-30	100	1.00	14.5	84	0.84	12.2	46	0.46	6.7
-29	105	1.05	15.2	88	0.88	12.8	49	0.49	7.0
-28	109	1.09	15.8	93	0.93	13.4	51	0.51	7.4
-27	114	1.14	16.5	97	0.97	14.1	53	0.53	7.7
-26	119	1.19	17.2	102	1.02	14.7	56	0.56	8.1
-25	123	1.23	17.9	106	1.06	15.4	58	0.58	8.4
-24	129	1.29	18.7	111	1.11	16.1	61	0.61	8.8
-23	134	1.34	19.4	116	1.16	16.9	63	0.63	9.2
-22	139	1.39	20.2	122	1.22	17.6	66	0.66	9.6
-21	145	1.45	21.0	127	1.27	18.4	69	0.69	10.0
-20	151	1.51	21.9	133	1.33	19.3	72	0.72	10.5
-19	157	1.57	22.7	139	1.39	20.1	75	0.75	10.9
-18	163	1.63	23.6	145	1.45	21.0	78	0.78	11.4
-17	169	1.69	24.5	151	1.51	21.9	82	0.82	11.9
-16	176	1.76	25.5	157	1.57	22.8	85	0.85	12.4
-15	182	1.82	26.4	164	1.64	23.8	89	0.89	12.9
-14	189	1.89	27.4	171	1.71	24.8	92	0.92	13.4
-13	196	1.96	28.5	178	1.78	25.8	96	0.96	13.9
-12	204	2.04	29.5	185	1.85	26.9	100	1.00	14.5
-11	211	2.11	30.6	193	1.93	28.0	104	1.04	15.1
-10	219	2.19	31.7	201	2.01	29.1	108	1.08	15.7

Temp (°C)	R12			R134a			R600a		
	(kPa)	(bar)	(psi)	(kPa)	(bar)	(psi)	(kPa)	(bar)	(psi)
-9	227	2.27	32.9	209	2.09	30.3	112	1.12	16.3
-8	235	2.35	34.1	217	2.17	31.5	117	1.17	16.9
-7	243	2.43	35.3	225	2.25	32.7	121	1.21	17.6
-6	252	2.52	36.5	234	2.34	34.0	126	1.26	18.3
-5	261	2.61	37.8	243	2.43	35.3	131	1.31	18.9
-4	270	2.70	39.1	253	2.53	36.6	136	1.36	19.7
-3	279	2.79	40.4	262	2.62	38.0	141	1.41	20.4
-2	288	2.88	41.8	272	2.72	39.5	146	1.46	21.1
-1	298	2.98	43.2	282	2.82	41.0	151	1.51	21.9
0	308	3.08	44.7	293	2.93	42.5	157	1.57	22.7
1	318	3.18	46.2	304	3.04	44.0	162	1.62	23.5
2	329	3.29	47.7	315	3.15	45.6	168	1.68	24.4
3	340	3.40	49.3	326	3.26	47.3	174	1.74	25.2
4	351	3.51	50.9	338	3.38	49.0	180	1.80	26.1
5	362	3.62	52.5	350	3.50	50.7	186	1.86	27.0
6	374	3.74	54.2	362	3.62	52.5	193	1.93	28.0
7	385	3.85	55.9	375	3.75	54.3	199	1.99	28.9
8	398	3.98	57.7	388	3.88	56.2	206	2.06	29.9
9	410	4.10	59.5	401	4.01	58.2	213	2.13	30.9
10	423	4.23	61.3	415	4.15	60.1	220	2.20	32.0
11	436	4.36	63.2	429	4.29	62.2	228	2.28	33.0






Temp (°C)	R12			R134a			R600a		
	(kPa)	(bar)	(psi)	(kPa)	(bar)	(psi)	(kPa)	(bar)	(psi)
12	449	4.49	65.1	443	4.43	64.3	235	2.35	34.1
13	463	4.63	67.1	458	4.58	66.4	243	2.43	35.2
14	476	4.76	69.1	473	4.73	68.6	251	2.51	36.4
15	491	4.91	71.2	488	4.88	70.8	259	2.59	37.5
16	505	5.05	73.3	504	5.04	73.1	267	2.67	38.7
17	520	5.20	75.4	521	5.21	75.5	275	2.75	39.9
18	535	5.35	77.6	537	5.37	77.9	284	2.84	41.2
19	551	5.51	79.9	554	5.54	80.4	293	2.93	42.5
20	566	5.66	82.2	572	5.72	82.9	302	3.02	43.8
21	583	5.83	84.5	590	5.90	85.5	311	3.11	45.1
22	599	5.99	86.9	608	6.08	88.2	321	3.21	46.5
23	616	6.16	89.3	627	6.27	90.9	330	3.30	47.9
24	633	6.33	91.8	646	6.46	93.7	340	3.40	49.4
25	651	6.51	94.4	665	6.65	96.5	350	3.50	50.8
26	668	6.68	97.0	685	6.85	99.4	361	3.61	52.3
27	687	6.87	99.6	706	7.06	102.4	371	3.71	53.9
28	705	7.05	102.3	727	7.27	105.4	382	3.82	55.4
29	724	7.24	105.1	748	7.48	108.5	393	3.93	57.0
30	744	7.44	107.9	770	7.70	111.7	405	4.05	58.7
31	763	7.63	110.7	793	7.93	115.0	416	4.16	60.3
32	784	7.84	113.6	815	8.15	118.3	428	4.28	62.0

Temp	R12			R134a			R600a		
	(kPa)	(bar)	(psi)	(kPa)	(bar)	(psi)	(kPa)	(bar)	(psi)
33	804	8.04	116.6	839	8.39	121.7	440	4.40	63.8
34	825	8.25	119.6	863	8.63	125.1	452	4.52	65.6
35	846	8.46	122.7	887	8.87	128.6	465	4.65	67.4
36	868	8.68	125.9	912	9.12	132.3	477	4.77	69.2
37	890	8.90	129.1	937	9.37	135.9	490	4.90	71.1
38	913	9.13	132.4	963	9.63	139.7	504	5.04	73.0
39	935	9.35	135.7	990	9.90	143.5	517	5.17	75.0
40	959	9.59	139.1	1017	10.17	147.4	531	5.31	77.0
41	983	9.83	142.5	1044	10.44	151.4	545	5.45	79.1
42	1007	10.07	146.0	1072	10.72	155.5	559	5.59	81.1
43	1031	10.31	149.6	1101	11.01	159.7	574	5.74	83.3
44	1057	10.57	153.2	1130	11.30	163.9	589	5.89	85.4
45	1082	10.82	156.9	1160	11.60	168.2	604	6.04	87.6
46	1108	11.08	160.7	1190	11.90	172.6	620	6.20	89.9
47	1135	11.35	164.5	1221	12.21	177.1	635	6.35	92.2
48	1161	11.61	168.4	1253	12.53	181.7	652	6.52	94.5
49	1189	11.89	172.4	1285	12.85	186.4	668	6.68	96.9
50	1217	12.17	176.5	1318	13.18	191.1	685	6.85	99.3

## ANEXO 6: FOLHAS DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DOS REFRIGERANTES (R12, R134A, R600A)

<b>DICHLORODIFLUOROMETHANE</b>		<b>0048</b> March 2002	
CAS No: 75-71-8 RTECS No: PA6200000 UN No: 1028		Difluorodichloromethane R 12 CFC 12 CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub> Molecular mass: 120.9	
TYPES OF HAZARD/ EXPOSURE	ACUTE HAZARDS/SYMPTOMS	PREVENTION	FIRST AID/FIRE FIGHTING
<b>FIRE</b>	Not combustible. Gives off irritating or toxic fumes (or gases) in a fire.		In case of fire in the surroundings: use appropriate extinguishing media.
<b>EXPLOSION</b>			In case of fire: keep cylinder cool by spraying with water.
<b>EXPOSURE</b>			
<b>Inhalation</b>	Cardiac arrhythmia. Confusion. Drowsiness. Unconsciousness.	Ventilation, local exhaust, or breathing protection.	Fresh air, rest. Artificial respiration may be needed. Refer for medical attention.
<b>Skin</b>	ON CONTACT WITH LIQUID: FROSTBITE.	Cold-insulating gloves.	ON FROSTBITE: rinse with plenty of water, do NOT remove clothes. Refer for medical attention.
<b>Eyes</b>	Redness. Pain.	Safety goggles.	First rinse with plenty of water for several minutes (remove contact lenses if easily possible), then take to a doctor.
<b>Ingestion</b>		Do not eat, drink, or smoke during work.	
<b>SPILLAGE DISPOSAL</b>		<b>PACKAGING &amp; LABELLING</b>	
Ventilation.		UN Hazard Class: 2.2	Special insulated cylinder.
<b>EMERGENCY RESPONSE</b>		<b>STORAGE</b>	
Transport Emergency Card: TEC (R)-20G2A		Separated from incompatible materials. See Chemical Dangers. Cool. Ventilation along the floor.	
   			
<small>Prepared in the context of cooperation between the International Programme on Chemical Safety and the European Commission © IPCS 2002 SEE IMPORTANT INFORMATION ON THE BACK.</small>			

0048		DICHLORODIFLUOROMETHANE	
<b>IMPORTANT DATA</b>			
<p><b>Physical State; Appearance</b> COLOURLESS COMPRESSED LIQUEFIED GAS, WITH CHARACTERISTIC ODOUR.</p> <p><b>Physical dangers</b> The gas is heavier than air and may accumulate in low ceiling spaces causing deficiency of oxygen.</p> <p><b>Chemical dangers</b> On contact with hot surfaces or flames this substance decomposes forming toxic and corrosive gases (hydrogen chloride ICSC 0163, phosgene ICSC 0007, hydrogen fluoride ICSC 0283, carbonyl fluoride ICSC 0633). Reacts violently with metals such as zinc and powdered aluminium. Attacks magnesium and its alloys.</p> <p><b>Occupational exposure limits</b> TLV: 1000 ppm as TWA A4 (ACGIH 2001). MAK: 1000 ppm; 5000 mg/m<sup>3</sup>; IV, C (DFG 2001).</p>		<p><b>Routes of exposure</b> The substance can be absorbed into the body by inhalation.</p> <p><b>Inhalation risk</b> On loss of containment this liquid evaporates very quickly displacing the air and causing a serious risk of suffocation when in confined areas.</p> <p><b>Effects of short-term exposure</b> Rapid evaporation of the liquid may cause frostbite. The substance may cause effects on the cardiovascular system and central nervous system, resulting in cardiac disorders and central nervous system depression. Exposure could cause lowering of consciousness. See Notes.</p>	
<b>PHYSICAL PROPERTIES</b>			
<p>Boiling point: -30°C Melting point: -158°C Relative density (water = 1): 1.5 Solubility in water, g/100 ml at 20°C: 0.03</p>		<p>Vapour pressure, kPa at 20°C: 568 Relative vapour density (air = 1): 4.2 Octanol/water partition coefficient as log Pow: 2.16</p>	
<b>ENVIRONMENTAL DATA</b>			
This substance may be hazardous to the environment; special attention should be given to its impact on the ozone layer.			
<b>NOTES</b>			
<p>High concentrations in the air cause a deficiency of oxygen with the risk of unconsciousness or death. Check oxygen content before entering area. The odour warning when the exposure limit value is exceeded is insufficient. Do NOT use in the vicinity of a fire or a hot surface, or during welding. Turn leaking cylinder with the leak up to prevent escape of gas in liquid state. Freon 12, Frigen 12, Halon 122 are trade names.</p>			
<b>ADDITIONAL INFORMATION</b>			
<b>LEGAL NOTICE</b>		Neither the EC nor the IPCS nor any person acting on behalf of the EC or the IPCS is responsible for the use which might be made of this information	
©IPCS 2002			

1,1,1,2-TETRAFLUOROETHANE			1281 March 1998
CAS No: 811-97-2 RTECS No: KI8842500 UN No: 3159		HFC 134a (cylinder) C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> F <sub>4</sub> Molecular mass: 102.03	
TYPES OF HAZARD/ EXPOSURE	ACUTE HAZARDS/SYMPTOMS	PREVENTION	FIRST AID/FIRE FIGHTING
FIRE	Not combustible. Gives off irritating or toxic fumes (or gases) in a fire.	NO open flames. NO contact with hot surfaces.	In case of fire in the surroundings: use appropriate extinguishing media.
EXPLOSION			In case of fire: keep cylinder cool by spraying with water.
EXPOSURE			
Inhalation	Dizziness. Drowsiness. Dullness.	Local exhaust or breathing protection.	Fresh air, rest. Refer for medical attention.
Skin	ON CONTACT WITH LIQUID: FROSTBITE.	Cold-insulating gloves.	ON FROSTBITE: rinse with plenty of water, do NOT remove clothes.
Eyes		Safety goggles.	
Ingestion			
SPILLAGE DISPOSAL		PACKAGING & LABELLING	
NEVER direct water jet on liquid. Do NOT let this chemical enter the environment. Chemical protection suit including self-contained breathing apparatus.		UN Hazard Class: 2.2	
EMERGENCY RESPONSE		SAFE STORAGE	
Transport Emergency Card: TEC (R)-20G2A		Fireproof. Keep in a well-ventilated room.	
		   	
Prepared in the context of cooperation between the International Programme on Chemical Safety and the European Commission © IPCS 2005 SEE IMPORTANT INFORMATION ON THE BACK.			

1281

1,1,1,2-TETRAFLUOROETHANE

## IMPORTANT DATA

**Physical State; Appearance**  
COMPRESSED LIQUEFIED GAS, WITH CHARACTERISTIC ODOUR.

**Chemical dangers**

On contact with hot surfaces or flames this substance decomposes forming toxic and corrosive fumes.

**Occupational exposure limits**

TLV not established.

MAK: 1000 ppm, 4200 mg/m<sup>3</sup>; Peak limitation category: II(8);

Pregnancy risk group: C; (DFG 2004).

**Routes of exposure**

The substance can be absorbed into the body by inhalation.

**Inhalation risk**

A harmful concentration of this gas in the air will be reached very quickly on loss of containment.

**Effects of short-term exposure**

Rapid evaporation of the liquid may cause frostbite. The substance may cause effects on the central nervous system and cardiovascular system, resulting in cardiac disorders.

## PHYSICAL PROPERTIES

Boiling point: -26-C

Melting point: -101-C

Solubility in water: none

Vapour pressure, kPa at 25-C: 630

Relative vapour density (air = 1): 3.5

Octanol/water partition coefficient as log Pow: 1.06

## ENVIRONMENTAL DATA

This substance does enter the environment under normal use. Great care, however, should be given to avoid any additional release, e.g. through inappropriate disposal.

## NOTES

Do NOT use in the vicinity of a fire or a hot surface, or during welding.

Turn leaking cylinder with the leak up to prevent escape of gas in liquid state.

Card has been partly updated in April 2005. See sections Occupational Exposure Limits, Emergency Response.

## ADDITIONAL INFORMATION

## LEGAL NOTICE

Neither the EC nor the IPCS nor any person acting on behalf of the EC or the IPCS is responsible

©IPCS 2005

**ISOBUTANE**
**0901**

November 1998

CAS No: 75-28-5  
 RTECS No: T24300000  
 UN No: 1969  
 EC No: 601-004-00-0

2-Methylpropane  
 1,1-Dimethylethane  
 Trimethylmethane  
 $C_4H_{10} / (CH_3)_2CHCH_3$   
 Molecular mass: 58.1

TYPES OF HAZARD/ EXPOSURE	ACUTE HAZARDS/SYMPTOMS	PREVENTION	FIRST AID/FIRE FIGHTING
<b>FIRE</b>	Extremely flammable.	NO open flames, NO sparks, and NO smoking.	Shut off supply, if not possible and no risk to surroundings, let the fire burn itself out; in other cases extinguish with water spray.
<b>EXPLOSION</b>	Gas/air mixtures are explosive.	Closed system, ventilation, explosion-proof electrical equipment and lighting. Prevent build-up of electrostatic charges (e.g., by grounding) if in liquid state.	In case of fire: keep cylinder cool by spraying with water. Combat fire from a sheltered position.

EXPOSURE			
<b>Inhalation</b>	Shortness of breath. Suffocation.	Ventilation, local exhaust, or breathing protection.	Fresh air, rest. Refer for medical attention.
<b>Skin</b>	ON CONTACT WITH LIQUID: FROSTBITE.	Cold-insulating gloves. Protective clothing.	ON FROSTBITE: rinse with plenty of water, do NOT remove clothes. Refer for medical attention.
<b>Eyes</b>		Safety goggles, face shield.	First rinse with plenty of water for several minutes (remove contact lenses if easily possible), then take to a doctor.
<b>Ingestion</b>		Do not eat, drink, or smoke during work.	

SPILLAGE DISPOSAL	PACKAGING & LABELLING
Evacuate danger area! Consult an expert! Ventilation. Remove all ignition sources. NEVER direct water jet on liquid. (Extra personal protection: filter respirator for organic vapours of low boiling compounds).	F+ Symbol R: 12 S: (2)-9-16 Note: C UN Hazard Class: 2.1

EMERGENCY RESPONSE	STORAGE
Transport Emergency Card: TEC (R)-501 NFPA Code: H1; F4; R0	Fireproof. Cool.

**IPCS**  
 International  
 Programme on  
 Chemical Safety



Prepared in the context of cooperation between the International Programme on Chemical Safety and the European Commission  
 ©IPCS 2000

SEE IMPORTANT INFORMATION ON THE BACK.

0901

ISOBUTANE

## IMPORTANT DATA

**Physical State; Appearance**  
COLOURLESS COMPRESSED LIQUEFIED GAS, WITH CHARACTERISTIC ODOUR.

**Physical dangers**

The gas is heavier than air and may travel along the ground; distant ignition possible. As a result of flow, agitation, etc., electrostatic charges can be generated.

**Chemical dangers**

Reacts with strong oxidants, acetylene, halogens and nitrogen oxides causing fire and explosion hazard.

**Occupational exposure limits**

TLV not established.  
MAK: 1000 ppm; 2350 mg/m<sup>3</sup>; IV (1998)

**Routes of exposure**

The substance can be absorbed into the body by inhalation.

**Inhalation risk**

A harmful concentration of this gas in the air will be reached very quickly on loss of containment.

**Effects of short-term exposure**

Rapid evaporation of the liquid may cause frostbite. The substance may cause effects on the cardiovascular system, resulting in impaired functions and respiratory failure. Exposure at high level may result in death.

## PHYSICAL PROPERTIES

Boiling point: -12°C

Melting point: -160°C

Relative density (water = 1): 0.6 (when liquid)

Solubility in water, g/100 ml at 20°C: none

Vapour pressure, kPa at 20°C: 304

Relative vapour density (air = 1): 2

Flash point: Flammable Gas

Auto-ignition temperature: 460°C

Explosive limits, vol% in air: 1.8-8.4

Octanol/water partition coefficient as log Pow: 2.8

## ENVIRONMENTAL DATA

## NOTES

Turn leaking cylinder with the leak up to prevent escape of gas in liquid state. The measures mentioned in section PREVENTION are applicable to production, filling of cylinders, and storage of the gas.

## ADDITIONAL INFORMATION

## LEGAL NOTICE

Neither the EC nor the IPCS nor any person acting on behalf of the EC or the IPCS is responsible for the use which might be made of this information

©IPCS 2000