

RENABRAVA 5 — Guia para uso e aplicação dos fluidos refrigerantes

Apresentação

Este documento foi elaborado pelo Departamento de Nacional de Meio Ambiente da Associação Brasileira de Refrigeração, Ar-Condicionado, Ventilação e de Aquecimento – ABRAVA e atualizado pelo Grupo de Estudos de fluidos refrigerantes inflamáveis (ABRAVA).

Esta versão substitui a publicação de outubro/2024.

1 Escopo

Orientar os profissionais que atuam nas áreas de projeto, comissionamento, operação e manutenção de sistemas de refrigeração e de ar condicionado quanto à alteração do fluido refrigerante em equipamentos de refrigeração e de condicionamento de ar, nos aspectos de responsabilidade devido a substituição do fluido refrigerante considerando: desempenho, eficiência, toxicidade, inflamabilidade, compatibilidade dos materiais construtivos dos equipamentos e pressões de trabalho (temperatura saturada de evaporação e de condensação).

Os itens a serem analisados caso a substituição do fluido refrigerante seja necessária:

- a) consulta e aprovação da alteração do fluido refrigerante pelo fabricante do equipamento;
- b) reconhecimento como fluido refrigerante quanto a sua designação, composição e as suas propriedades conforme as ABNT NBR 16666 (ASHRAE 34) e ABNT NBR 16667 (AHRI 700);
- c) fabricante do fluido refrigerante reconhecido, com produto certificado e documentação técnica completa;
- d) classificação dos fluidos refrigerantes quanto a sua toxicidade e inflamabilidade;
- e) limitações de aplicação em função do ambiente atendido, limites de toxicidade e de inflamabilidade;
- f) avaliação e classificação do risco ocupacional e ambiental;
- g) capacitação dos profissionais e empresas prestadoras de serviço quanto as exigências legais (NR-1, NR-10, NR-16, NR-20, NR-33, NR-35 e NR-15);
- h) os equipamentos e instalações devem atender às legislações vigentes (NR-10, NR-12 e NR-13);
- i) destinação final dos resíduos e dos fluidos refrigerantes, conforme legislação vigente;
- j) responsabilidade técnica da instalação – assinatura do profissional habilitado.

Importante: Esta RENABRAVA 5 Guia para uso e aplicação dos fluidos refrigerantes não substitui de forma alguma as normas e documentos legais, listados em 2 Referências Normativas e ABRAVA - Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento - RENABRAVA 5 Revisão 2 – outubro/2025 - Fluidos refrigerantes - Segurança.

Documentos Legais, pois destaca os pontos importantes, mas não apresenta todas as informações necessárias, especificações técnicas ou cálculos para o dimensionamento de uma instalação correta e segura.

2 Referências Normativas e Documentos Legais

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação deste documento. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas).

2.1 Documentos Legais

Portaria 3.523 de 28 de agosto de 1998 — Ministério da Saúde — Plano de Manutenção, Operação e Controle — PMOC

Portaria INMETRO Nº 120 de março de 2021 foi revisada pela Portaria INMETRO Nº 531 de 27/08/2025, Regulamento Técnico da Qualidade e os Requisitos de Avaliação da Conformidade para Caldeiras e Vasos de Pressão de Produção Seriada.

NOTA Recomendamos a consulta às perguntas e respostas da NR-13, no site do Ministério do Trabalho:

https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/perguntas-e-respostas-nr13_2023_04_28.pdf

2.2 Normas

ABNT NBR 10085:1987, Medição de temperatura em condicionamento de ar - Procedimento

ABNT NBR 11215, Equipamentos unitários de ar-condicionado e bomba de calor - Determinação da capacidade de resfriamento e aquecimento

ABNT NBR 13598, Vasos de pressão para refrigeração

ABNT NBR 13971, Sistemas de refrigeração, condicionamento de ar, ventilação e aquecimento — Manutenção programada

ABNT NBR 14679, Sistemas de condicionamento de ar e ventilação — Execução de serviços de higienização

ABNT NBR 15833, Manufatura reversa - Aparelhos de refrigeração

ABNT NBR 15848, Sistemas de condicionamento de ar e ventilação — Procedimentos e requisitos relativos às atividades de construção, reformas, operação e manutenção das instalações que afetam a qualidade do ar interno

ABNT NBR 15960, Fluidos refrigerantes - Recolhimento, reciclagem e regeneração (3R) – Procedimento

ABNT NBR 15976, Redução das emissões de fluidos refrigerantes em equipamentos e instalações estacionárias de refrigeração e ar-condicionado — Requisitos gerais e procedimentos

ABNT NBR 16069, Segurança em sistemas frigoríficos

ABNT NBR 16186, Refrigeração comercial, detecção de vazamentos, contenção de fluido frigorífico, manutenção e reparos

ABNT NBR 16401-1, Instalações de ar-condicionado - Sistemas centrais e unitários - Parte 1: Projetos das instalações

ABNT NBR 16401-2, Instalações de ar-condicionado - Sistemas centrais e unitários - Parte 2: Parâmetros de conforto térmico

ABNT NBR 16401-3, Instalações de ar-condicionado - Sistemas centrais e unitários - Parte 3: Qualidade do ar interior

ABNT NBR 16666, Fluidos refrigerantes — Designação e classificação de segurança

ABNT NBR 16667, Especificações para fluidos frigoríficos

ABNT NBR 17037, Qualidade do ar interior em ambientes não residenciais climatizados artificialmente - Padrões referenciais

ABNT NBR 17131, Sistemas de climatização e refrigeração — Qualificação e certificação de pessoas

ABNT NBR ISO 5149-1; Sistemas de refrigeração e bombas de calor — Segurança e requisitos ambientais - Parte 1: Definições, classificação e critérios de seleção

ABNT NBR ISO 5149-2, Sistemas de refrigeração e bombas de calor - Segurança e requisitos ambientais - Parte 2: Projeto, construção, ensaios, identificação e documentação

ABNT NBR ISO 5149-3, Sistemas de refrigeração e bombas de calor — Segurança e requisitos ambientais - Parte 3: Local de instalação

ABNT NBR ISO 5149-4, Sistemas de refrigeração e bombas de calor - Segurança e requisitos ambientais - Parte 4: Operação, manutenção, reparo e regeneração

ABNT NBR ISO 16890-1, Filtros de ar para ventilação em geral - Parte 1: Especificações técnicas, requisitos e sistema de classificação baseado na eficiência do material particulado (ePM)

ABNT NBR ISO 16890-3, Filtros de ar para ventilação em geral — Parte 3: Determinação da arrestância inicial e da resistência ao fluxo de ar versus a massa de pó de ensaio acumulada

ABNT NBR ISO 29463-1, Filtros e meios filtrantes de alta eficiência para remoção de partículas ar - Parte 1: Classificação, ensaio de desempenho e identificação

2.3 Documentos ABRAVA – RENABRAVA

<https://abrava.com.br/normalizacoes/renabravas/>

1- Execução de serviços de limpeza e higienização de sistemas de distribuição de ar

ABRAVA - Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento -
RENABRAVA 5 Revisão 2 – outubro/2025 - Fluidos refrigerantes - Segurança.

- 2- Qualidade do ar interior em sistemas de condicionamento de ar e ventilação para conforto
- 3- Sistemas de condicionamento de ar para conforto térmico
- 4 – Proteção contra congelamento de coletores solares térmicos
- 5 – Guia para uso e aplicação dos fluidos refrigerantes
- 6 – Guia para inspeção de sistemas de ar-condicionado
- 7 – Cartilha de orientação sobre manutenção de sistemas de climatização – PMOC
- 8 – Uso de produtos químicos em sistemas de AVAC-R
- 9 – Renovação de Ar em Sistemas de AVAC-R Para Reduzir o Risco de Contaminação de Pessoas com o Vírus SARS- CoV-2
- 10 – Plano de Tratamento Químico Visando Longas Paradas e Retomadas em Sistemas AVAC-R
- 11 – Manejo de filtros de ar e sistemas de filtração (filtração) em sistemas de climatização (AVAC-R)
- 12 – Introdução” Informações relevantes sobre o eSocial e as Normas Regulamentadoras – NRs.
- 13 – Práticas Recomendadas para Manuseio seguro de fluidos refrigerantes inflamáveis (A2; A2L e A3, B2L, B2 e B3)

3 Termos e Definições

3.1

calor de combustão (HOC- *Heat of combustion*)

calor liberado quando uma substância é queimada, determinada como a diferença de entalpia entre os reagentes (fluido refrigerante e ar) e seus produtos após a combustão, tal como definido na Seção 6.1.3.5. O calor ou entalpia de combustão é expresso frequentemente como energia por unidade de massa (por exemplo, kJ /kg ou Btu/ lb);

3.2

compostos

substâncias formadas pela combinação química de dois ou mais elementos em proporções definidas em massa;

3.3

condicionador de ar (*air conditioner*)

conjunto de equipamentos para o controle da temperatura, umidade, qualidade e movimentação do ar de um ambiente, são divididos em unidades de expansão direta, também chamados de unitários e de expansão indireta também chamados de aplicados;

3.4

condicionador de ar (*fan & coil*)

equipamento feito e montado em fábrica composto de filtro, serpentina(s) e ventilador para tratamento do ar montado em um único gabinete;

3.5**condicionador de ar com condensador remoto**

equipamento montado em fábrica, de expansão direta, composto de uma unidade interna, que inclui um compressor e cujo condensador é instalado do lado externo;

3.6**condicionador de ar compacto (*self contained*)**

condicionador de ar do tipo expansão direta autossuficiente instalado no interior da edificação em salas de máquinas ou diretamente no ambiente condicionado. A circulação de ar para a refrigeração do ambiente condicionado é promovida através de rede de dutos, grelhas, difusores ou caixa pleno. Pode ser configurado quanto a troca de calor com o meio externo da seguinte forma: Ar: acoplado, condensador remoto e dividido e Água: acoplado e dividido.

3.7**condicionador de ar compacto de janela**

equipamento com todo o circuito de refrigeração contido em um corpo único destinado a ser utilizado no interior do ambiente a ser condicionado, individual e único (zona simples de controle térmico). No entanto sua instalação requer que sejam embutidos em janelas ou parede de modo a que sua parte frontal fique no interior do ambiente condicionado e circule o ar destinado ao resfriamento/aquecimento, e sua parte traseira fique externa, permitindo a circulação de ar para rejeição/absorção de calor;

3.8**condicionador de ar de múltiplas unidades internas interligadas a uma ou mais unidades externas (*multi split*)**

equipamento montado em fábrica, de expansão direta, normalmente com fluxo de fluido refrigerante variável (VRF), constituído por duas ou mais unidades internas de pequena capacidade, instaladas dentro do ambiente, geralmente projetada para insuflação do ar por difusor incorporado ao gabinete, sem dutos, interligada a uma ou mais unidades externas;

3.9**condicionador de ar dividido**

equipamento montado em fábrica, de expansão direta, composto de uma unidade interna, interligada a uma unidade externa que inclui um compressor;

3.10**condicionador de ar dividido (*mini split*)**

equipamento dividido, onde o circuito de refrigeração é separado em duas unidades; uma interna do tipo parede, piso teto, cassete ou embutida com pequena rede de dutos, com pressão máxima de 10 mmca, sempre com motores elétricos monofásicos e externa que são interligadas por tubulação de fluido refrigerante e cabeamento elétrico formando um equipamento autossuficiente. Com capacidade máxima de 18 kW (60.000 BTU/h)

3.11**condicionador de ar dividido (*multi split*)**

equipamento dividido, onde o circuito de refrigeração é separado em duas ou mais unidades internas; do tipo parede, piso teto, cassete ou embutida com pequena rede de dutos, com pressão máxima de 10 mmca, sempre com motores elétricos monofásicos e uma única unidade externa com compressor de rotação variável que são interligadas por tubulação de fluido refrigerante e

cabeamento elétrico formando um equipamento autossuficiente. Com capacidade máxima de 18 kW (60.000 BTU/h)

3.12

condicionador de ar portátil

equipamento com todo o circuito de refrigeração contido em um corpo único destinado a ser utilizado no interior do ambiente a ser condicionado, individual e único (zona simples de controle térmico), e realiza a rejeição de calor através de dutos flexíveis conectados a aberturas externas na parede ou janelas. Estes equipamentos não são fixos a parede ou piso e podem ser movimentados para qualquer ponto da residência onde seja prevista um par de aberturas para conexão de sua tomada e descarga de ar quente;

3.13

condicionador de ar residencial

equipamento completo e autossuficiente para resfriar/aquecer um ambiente residencial a ser condicionado para conforto humano. Podendo incluir componentes para a qualidade (filtragem e renovação) e distribuição do ar interior

3.14

condicionador de ar tipo *roof top*

condicionador de ar do tipo expansão direta, com todo o circuito de refrigeração contido em corpo único, instalado ao tempo, sobre laje ou telhado da edificação. A circulação de ar para a refrigeração do ambiente condicionado é promovida através de rede de dutos, grelhas e difusores complementares definidos e executados conforme projeto específico;

3.15

equipamento frigorífico

equipamento que compõe o sistema refrigerante, incluindo, mas não limitado a qualquer ou todos os seguintes componentes: compressor, condensador, tanque de líquido, evaporador e tubulação;

3.16

fluido refrigerante (fluido frigorífico)

fluido usado para transferência de calor em sistema de refrigeração; o fluido refrigerante (fluido refrigerante) absorve o calor e o transfere para uma maior temperatura e pressão, usualmente com mudança de fase. Substâncias acrescentadas para permitir outras funções, tais como: lubrificação, detecção de vazamento, absorção, ou desidratação não são fluidos refrigerantes

3.17

fluido secundário

qualquer fluido intermediário usado para transferência de calor entre o sistema de refrigeração e um outro meio (por exemplo, ar ambiente, fluido de processo) com ou sem mudança de estado físico, tendo apenas um elemento pressurizador (por exemplo, bomba) para promover a circulação entre o circuito de refrigeração, a tubulação pela qual o fluido secundário circula e o elemento final de transferência de calor com o outro meio (por exemplo, água, salmoura, soluções, CO₂, gelo binário.);

3.18

hidrocarboneto

um composto que contém apenas os elementos hidrogênio e carbono;

3.19**halocarbono**

como usados nesta Norma, um derivado de hidrocarbonetos contendo um ou mais dos halógenos bromo, cloro ou flúor; hidrogênio também pode ou não estar presente;

3.20**limite de concentração de fluido refrigerante (RCL- *Refrigerant concentration limit*)**

concentração máxima de fluido refrigerante, no ar, determinado em conformidade com esta norma e com o objetivo de reduzir os riscos de toxicidade aguda, asfixia e os perigos de inflamabilidade em espaços fechados normalmente ocupados;

3.21**limite de concentração inflamável (FCL- *Flammable concentration limit*)**

o limite de concentração de fluido frigorífico no ar, determinado de acordo com esta norma e destinado a reduzir o risco de incêndio ou explosão em espaços fechados, normalmente ocupados

3.22**limite inferior de inflamabilidade (LFL - *Lower flammability limit*)**

a concentração mínima de uma substância, um fluido refrigerante nesta norma, que é capaz de propagar uma chama por meio de uma mistura homogênea desta substância e do ar, sob condições de ensaios especificados

3.23**limite ocupacional de exposição (OEL- *Occupation exposure limit*)**

concentração média ponderada pelo tempo (TWA) para um dia normal de oito horas e semana de trabalho de 40 horas na qual praticamente todos os trabalhadores podem ser expostos de forma repetitiva sem efeitos adversos, baseado na OSH PEL, ACGIH TLV-TWA, AIHA WEEL ou valor consistente

3.24**local de reunião pública**

é a área onde um número elevado de pessoas se reúne e da qual os ocupantes não podem deixar rapidamente o local por este ser de difícil evacuação. Tais como: auditórios, salas de jogos, salas de aulas, salas ou plataformas de embarque, salões de festas, restaurantes, teatros;

3.25**misturas de fluidos refrigerantes (fluidos frigoríficos)**

constituídos por dois ou mais diferentes compostos químicos, muitas vezes utilizado como individualmente como fluidos refrigerantes;

3.26**nível sem efeito observado (NOEL- *No-observed-effect level*)**

a concentração mais elevada de um material, um fluido refrigerante nesta norma, na qual não foram observados quaisquer efeitos em mesmo um animal de ensaio

3.27**ocupação comercial**

é a área onde pessoas realizam negócios, pessoas são atendidas, compram alimentos e outras mercadorias. a ocupação comercial inclui edifícios de escritórios ou comerciais, pequenos

restaurantes, mercados (mas não ocupações mercantis de grande porte) e áreas de trabalho e estocagem que não estão classificadas como ocupações industriais;

3.28

ocupação industrial

é a área que não está aberta ao público, onde o acesso de pessoas é controlado. esta área é utilizada para fabricar, processar ou armazenar produtos, tais como: químicos, alimentícios, gelo, etc;

3.29

ocupação institucional

é a área da qual seus ocupantes não podem ser rapidamente evacuados sem a assistência de outros, em virtude destes ocupantes serem deficientes, debilitados fisicamente ou confinados. A ocupação institucional inclui, entre outros, hospitais, clínicas, asilos e locais com celas de reclusão;

3.30

ocupação mercantil de grande porte

é a área onde mais de 100 pessoas se reúnem em níveis acima ou abaixo do nível da rua;

3.31

ocupação mista

é a área onde dois ou mais tipos de ocupações estão localizadas no mesmo edifício. quando um local está isolado do resto do edifício por paredes estanques, pisos e forros e por portas que se fecham automaticamente, as exigências para cada ocupação devem ser as que se aplicam à sua classificação em particular;

3.32

ocupação residencial

é a área que acomoda os ocupantes com as facilidades de vida independente, incluindo provisões permanentes para viver, dormir, comer, cozinhar e higienização pessoal. a ocupação residencial inclui, entre outros, dormitórios, hotéis, residências particulares;

3.33

pior caso de formulação para inflamabilidade (WCF - *Worst case of formulation for flammability*)

formulação nominal, incluindo as tolerâncias de composição, que resulta na concentração mais inflamável de componentes;

3.34

pior caso de fracionamento para inflamabilidade (WCFF- *Worst case of fractionation for flammability*)

composição produzida durante o fracionamento do pior caso de formulação para inflamabilidade, que resulta na mais elevada concentração dos componentes inflamáveis, conforme identificado nesta norma em fase de vapor ou líquido

3.35

pressão de projeto

pressão definida para determinar as características construtivas dos componentes do sistema refrigerante e que não deve ser menor que a pressão máxima de trabalho admissível;

3.36**pressão de saturação**

pressão na qual o vapor e o líquido coexistem em equilíbrio a uma dada temperatura;

3.37**pressão máxima de trabalho admissível (PMTA)**

maior valor de pressão compatível com o código de projeto, a resistência dos materiais utilizados, as dimensões do equipamento e seus parâmetros operacionais;

3.38**profissional habilitado**

considera-se profissional legalmente habilitado o trabalhador previamente qualificado e com registro no competente conselho de classe;

3.39**quantidade limite com ventilação adicional**

densidade de carga de fluido refrigerante que, quando excedida resulta em uma situação imediatamente perigosa à vida e à saúde, se a carga vazar no espaço ocupado

3.40**quantidade-limite com ventilação mínima**

densidade de carga do fluido refrigerante, que resulta em uma concentração igual ao RCL em um ambiente de construção não hermético com vazamento moderadamente severo

3.41**refrigerador de água (*water chiller*)**

equipamento de refrigeração usado para transferir calor entre fluidos. Sistema de refrigeração indireta constituído por compressor, condensador, evaporador e dispositivo de expansão com todos os controles de operação e de segurança;

3.42**sala de máquinas**

espaço projetado para abrigar toda a instalação frigorífica ou parte desta, de forma segura;

3.43**sistema direto (*system, direct*)**

sistema de aquecimento de condicionamento de ar ou de refrigeração no quais elementos de aquecimento ou produtos de combustão, ou o fluido refrigerante, trocam calor diretamente com o material ou espaço aquecido ou resfriado, ou com o ar em uma passagem que comunica com tal espaço

3.44**sistema indireto (*system, indirect*)**

sistema de aquecimento, condicionamento de ar ou de refrigeração no qual o fluido, tal como ar, água ou salmoura, aquecido ou resfriado por elementos elétricos de aquecimento ou produtos de combustão ou por um fluido refrigerante, e circulado no material ou espaço a ser aquecido ou resfriado, ou é usado para aquecer ou resfriar o ar que assim circula;

3.45**torre de resfriamento (*cooling tower*)**

dispositivo de rejeição de calor, normalmente em forma de torre, no qual o ar atmosférico reduz a temperatura da água de condensação, geralmente por contato direto através da evaporação;

3.46**toxicidade**

capacidade de um fluido refrigerante de ser prejudicial ou letal devido à exposição aguda ou crônica por contato, inalação ou ingestão. Os efeitos preocupantes incluem, mas não estão limitados a efeitos carcinogênicos, envenenamento, toxinas reprodutivas, irritações, corrosões, sensibilizações, hepatotoxinas, nefrotoxinas, neurotoxinas, agentes que atuam sobre os sistemas hematopoiéticos e agentes que danificam pulmão, pele, olhos ou membranas mucosas. Para esta norma, exclui-se desconforto temporário em nível não prejudicial

3.47**toxicidade crônica**

efeitos adversos sobre a saúde resultantes de exposições repetidas a longo prazo. Esta informação é utilizada, em parte, para estabelecer TLV-TWA, PEL ou outros índices consistentes;

3.48**unidade central de tratamento de ar (*central-station air-handling unit*)**

equipamento feito e montado em fábrica, consistindo de ventilador(es) e outros equipamentos necessários, projetados para desempenhar uma ou mais funções de circulação, limpeza, aquecimento, umidificação, refrigeração, desumidificação e mistura do ar externo com o ar de retorno, mas que não inclui a fonte de aquecimento ou de refrigeração.

4 Responsabilidades**4.1 Fabricante do equipamento/Sistema de refrigeração**

Cabe ao fabricante atender os códigos de construção estabelecidos na série ABNT NBR 16035, para o dimensionamento dos vasos de pressão e dos componentes do circuito de refrigeração, bem como toda a orientação de instalação com relação aos riscos de toxicidade e de inflamabilidade.

NOTA Qualquer alteração deve ser aprovada pelo fabricante, para evitar que uma decisão venha a colocar o equipamento ou as pessoas em risco.

4.2 Dimensionamento quanto às condições de operação

Conforme descrito nas ABNT NBR ISO 5149 (série), ABNT NBR 16069 e ABNT NBR 13598 os sistemas de refrigeração e de condicionamento de ar devem ser projetados considerando a pressão máxima de trabalho admissível (PMTA), quanto ao dimensionamento dos vasos de pressão, compressores e demais componentes do equipamento, em função do fluido refrigerante escolhido, pontos operacionais, condição de transporte e de instalação (ao tempo ou abrigado).

Conforme a ABNT NBR 13598 as pressões de projeto devem ser de no mínimo:

A pressão de projeto dos vasos de pressão não pode ser inferior a 100 kPa manométrica e, conforme ABNT NBR 13598, não podendo ser inferior à pressão manométrica de saturação correspondente às seguintes temperaturas:

- a) lado de baixa pressão;
 - 1) equipamento ou componente instalado em local coberto: temperatura de saturação de 35 °C.
 - 2) equipamento ou componente exposto ao sol: temperatura de saturação de 45 °C.
- b) lado de alta pressão;
 - 1) para todos os sistemas resfriados a água ou condensadores evaporativos: temperatura de saturação de 47 °C.
 - 2) para os sistemas resfriados a ar com temperatura máxima de bulbo seco no local até 38 °C: temperatura de saturação de 59 °C.
 - 3) para os sistemas resfriados a ar com temperatura máxima de bulbo seco no local até 43 °C: temperatura de saturação de 63 °C.
 - 4) para os sistemas resfriados a ar com temperatura máxima de bulbo seco no local até 55 °C: temperatura de saturação de 67 °C.

Tabela 1 — Pressão equivalente no ponto de ebulição

Fluido refrigerante — Pressão equivalente (kPa - abs) no ponto de ebulição (*Bubble Point*)
(continua)

fluido refrigerante	Lado de baixa pressão		Lado de alta pressão			
	Instalação	Coberto	Ao sol	Condensação a água	Condensação a ar	
TBS máx. do ar					38 °C	43 °C
Temperatura de saturação		35 °C	43 °C	47 °C	59 °C	63 °C
R-717 (amônia)		1 350	1 689	1 879	2 551	2 811
R-290 (propano)		1 214	1 464	1 602	2 074	2 253
R-600 (n-butano)		327	407	453	616	679
R-1270 (propileno)		1 473	1 764	1 929	2 478	2 685
R-134a		887	1 094	1 221	1 642	1 804
R-152a		796	988	1 096	1 474	1 619

Tabela 1 (continuação)

fluido refrigerante	Lado de baixa pressão		Lado de alta pressão			
Instalação	Coberto	Ao sol	Condensação a água	Condensação a ar		
R-404A	1 621	1 965	2 156	2 816	3 066	3 333
R-407C	1 524	1 855	2 039	2 670	2 908	3 162
R-408A	1 502	1 825	2 005	2 625	2 860	3 111
R-410A	2 131	2 588	2 842	3 721	4 056	4 413
R-417A	1 120	1 504	1 529	2 179	2 378	2 591
R-507	1 665	2 020	2 217	2 923	3 194	3 486
R-22	1 355	1 649	1 812	2 374	2 588	2 816
R-123	131	171	194	279	313	350
R-12	848	1 034	1 137	1 493	1 628	1 772
R-502	1 490	1 797	1 967	2 548	2 769	3 004
R-32	2 190	2 665	2 930	3 848	4199	4576

A Tabela 2 fornece as pressões absolutas mínimas requeridas para alguns fluidos refrigerantes com ponto crítico

Tabela 2 — Pressão absoluta de projeto — fluidos refrigerantes com ponto crítico baixo

fluido refrigerante	Temperatura crítica °C	Pressão crítica kPa abs	Pressão de Projeto kPa abs		
			Baixa pressão	Alta pressão	
R-744 (CO ₂) Ciclo subcrítico	31,1	7 383	2 500	4 000 (cascata)	5 200 (gás quente)
R-744 (CO ₂) Ciclo transcrito	31,1	7 383	6 000	12 000 (resfriador de gás e água)	13 000 (resfriador de gás e de ar)
R-170 (etano)	32,7	5 010	2 500	4 000 (cascata)	-
R-23	25,9	4 830	2 500	4 000 (cascata)	-

NOTA Em sistema utilizando R-744 no ciclo subcrítico e que não possua sistema auxiliar para evitar que a pressão ultrapasse o valor da pressão de projeto quando o sistema estiver parado, deve ser considerado um fator de segurança de 1,25 a ser multiplicado sobre os valores da Tabela 2 para a definição da pressão mínima de projeto.

4.3 Orientação da Instalação

O fabricante do equipamento deve apresentar em seus manuais de instalação as recomendações quanto a sala de máquinas, se existir, quanto a circulação do fluido refrigerante em caso de vazamento, se pode ou não atingir a área ocupada e em que concentração.

4.3.1 Sistema direto e indireto

Os sistemas refrigerantes são definidos de acordo com o método empregado na rejeição ou na absorção de calor:

a) Sistema direto é aquele em que o evaporador ou condensador do sistema de refrigeração está em contato com o ar ou outra substância a ser resfriada ou aquecida, neste caso um vazamento pode atingir o ambiente ocupado, também chamado de sistema com alta probabilidade de vazamento na área do ar-condicionado;

b) Sistema indireto é aquele em que um fluido secundário é resfriado ou aquecido pelo sistema de refrigeração e utilizado no resfriamento ou aquecimento de ar ou outras substâncias. Sistemas indiretos se distinguem pelo fato de qualquer vazamento não atingir o ambiente condicionado.

NOTA Consultar a ABNT NBR 16069 e a série ABNT NBR ISO 5149.

4.3.2 Sala de máquinas de refrigeração

Os pontos principais para o projeto de uma sala de máquinas de refrigeração devem estar em conformidade com a ABNT NBR 16069 e a série ABNT NBR ISO 5149:

a) Toda sala de máquinas deve ter portas estanques ou portas que abram para fora com fechamento automático (caso elas se abram da sala de máquinas para o interior do edifício) e em quantidade adequada para assegurar o acesso livre à saída de pessoas em caso de emergência;

b) Toda sala de máquinas de refrigeração deve ter um ou mais detectores, localizados nas áreas onde o fluido refrigerante proveniente de um vazamento possa se concentrar, de forma a acionar um alarme e a ventilação mecânica de emergência, no caso de se atingir um nível de concentração maior que o valor correspondente ao TLV-TWA Toxicidade Crônica ou outra medida de toxicidade compatível. O alarme deve acionar sinais visuais e sonoros dentro da sala de máquinas de refrigeração, e do lado de fora de cada entrada da sala de máquina de refrigeração e na sala de controle (BMS). O alarme deve ser do tipo rearme manual com rearme localizado dentro da sala de máquinas de refrigeração;

c) As salas de máquinas devem ser ventiladas para o exterior, utilizando ventilação mecânica de emergência. Em condições normais, o sistema de ventilação da sala de máquinas de refrigeração deve ainda:

1) ser acionado, quando a sala estiver ocupada, de forma a fornecer pelo menos 2,6 L/s m² (litros por segundo por metro quadrado) de área da sala de máquinas ou 9,5 L/s por pessoa; e

2) ser acionado a uma taxa de recirculação exigida para não exceder aumento de temperatura de 10 °C acima da temperatura de entrada de ar ou a máxima temperatura de 50 °C.

d) Nenhuma chama ou queima que utilize ar de combustão proveniente da sala de máquinas deve ser permitida onde é utilizado qualquer fluido refrigerante. Os equipamentos de combustão não podem ser instalados na mesma sala de máquinas com equipamentos contendo fluido refrigerante;

e) Risco de explosão com fluidos refrigerantes inflamáveis: quando são utilizados fluidos refrigerantes dos grupos A2, A2L, A3, B2, B2L e B3, a sala de máquinas deve estar de acordo com a classificação de área conforme Zona 2, Grupo IIA, da ABNT NBR IEC 60079-10. Quando são utilizados fluidos refrigerantes dos grupos A1 e B1, não é exigida tal classificação de área.

ABRAVA - Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento -
RENABRAVA 5 Revisão 2 – outubro/2025 - Fluidos refrigerantes - Segurança.

5 Fluido refrigerante

5.1 Para a sua comercialização o fluido refrigerante deve ser reconhecido como tal pelos organismos de normalização e de certificação. A ABRAVA recomenda que no mínimo o fluido refrigerante deve estar listado na ABNT NBR 16666 e na ABNT NBR 16667 classificado quanto a toxicidade e inflamabilidade e possuir uma FDS- Ficha de dados de segurança completa.

5.2 A ABNT NBR 16666 apresenta a seguinte forma de designar um fluido refrigerante:

a) Prefixos técnicos

O número de identificação, deve ser precedido pela letra R ou pela palavra Fluido refrigerante (Fluidos refrigerantes se houver mais de um) ou pela marca registrada ou pelo nome comercial do fabricante. Exemplos incluem:

R 12, R-12, Fluido refrigerante 12, <Nome Comercial> 12, <Nome Comercial> R 12, R-500, R-22/152a/114 (36 0/24 0/40 0) e R-717

NOTA Marcas e nomes comerciais não podem ser utilizados para identificar fluidos refrigerantes em placas de identificação de equipamentos ou em especificações.

b) Prefixos de designação de composições

O número de identificação, deve ser precedido pela letra C para o carbono e precedido por B, C ou F ou uma combinação dessas letras nessa sequência para indicar a presença de bromo, cloro ou flúor, respectivamente. Os compostos que também contêm hidrogênio devem ser precedidos, ainda pela letra H para indicar o aumento do potencial de deterioração antes de chegar à estratosfera. Os prefixos que designam composições para éteres devem conter um E no lugar do C, de modo que HFE, HCFE e CFE referem-se a hidrofluoroéteres, hidroclorofluoroéteres e clorofluoroéteres, respectivamente.

Por exemplo:

CFC — 11, CFC — 12, Cloro — Fluor — Carbono

HCFC — 22, HCFC — 123, Hidrogênio — Cloro — Fluor — Carbono

HFC — 32, HFC 134a, Hidrogênio, Fluor Carbono

HFO — 1234yf, Hidrogênio — Fluor — Oxigênio — (Carbono)

HC — 290, HC — 600, Hidrogênio, Carbono

5.2.1 Classificação dos fluidos refrigerantes quanto a sua toxicidade e inflamabilidade

A ABNT NBR 16666 utiliza dois caracteres alfanuméricos para a classificação quanto a toxicidade ou a inflamabilidade.

5.2.1.1 Classificação de toxicidade

Deve-se atribuir aos fluidos refrigerantes uma de duas classes – A ou B – com base em exposição permissível:

a) Classe A:

Os fluidos refrigerantes têm menor grau de toxicidade, indicado por um **PEL atribuído de 400 ppm ou maior**, caso contrário, recomenda-se um **OEL de 400 ppm ou superior**;

b) Classe B

Os fluidos refrigerantes têm maior grau de toxicidade, indicado por um **PEL atribuído, inferior a 400 ppm**, caso contrário, é recomendado um **OEL inferior a 400 ppm**

5.2.1.2 Classificação de inflamabilidade

Deve-se atribuir aos fluidos refrigerantes uma de três classes (1, 2 ou 3) e uma subclasse opcional (2L) com base em ensaios de limite inferior de inflamabilidade, calor da combustão e na medida opcional da velocidade de queima

a) Classe 1

- 1) um fluido refrigerante **de único composto**, deve ser classificado como de Classe 1 se o fluido refrigerante **não demonstrar propagação de chama** quando ensaiado em ar a 60 °C e a 101,3 kPa;
- 2) o **WCF** de uma **mistura fluido refrigerante**, deve ser classificado como de Classe 1 se o WCF da mistura **não demonstrar propagação de chama** quando ensaiado em ar a 60°C e a 101,3 kPa;
- 3) o **WCFF** de uma **mistura fluido refrigerante**, deve ser classificado como de Classe 1 se o WCFF da mistura, determinada a partir de uma análise de fracionamento, **não demonstrar propagação de chama** quando ensaiado a 60,0 °C e 101,3 kPa;

b) Classe 2

- 1) Um fluido refrigerante **de único composto** deve ser classificado como de **Classe 2 se o fluido refrigerante atender às três seguintes condições**:
- 2) O **WCF** de uma **mistura** de fluido refrigerante deve ser classificado como de **Classe 2 se atender às três seguintes condições**:
- 3) O **WCFF** de uma **mistura** de fluido refrigerante deve ser classificado como de **Classe 2 se atender às três seguintes condições**:

Exibir **propagação de chama** quando ensaiado a 60 °C e 101,3 kPa;

Ter **LFL > 0,10 kg/m³**

Ter **calor de combustão <19 000 kJ/kg**

c) Classe 3

- 1) Um fluido refrigerante **de único composto** deve ser classificado como de **Classe 3 se o fluido refrigerante atender às seguintes condições**:
- 2) O **WCF** de uma **mistura** de fluido refrigerante deve ser classificado como de **Classe 3 se atender às seguintes condições**
- 3) O **WCFF** de uma **mistura** de fluido refrigerante deve ser classificado como de **Classe 3 se atender às seguintes condições**:

Exibir propagação de chama quando ensaiado a 60 °C e 101,3 kPa;
Ter LFL $\leq 0,10 \text{ kg/m}^3$ ou ter calor de combustão $\geq 19\,000 \text{ kJ/kg}$

A classificação de segurança dos fluidos refrigerantes deve atender aos requisitos das ABNT NBR 16069, série da ABNT NBR ISO 5149 e ABNT NBR 16666, conforme Tabela 3.

Tabela 3 — Classificação dos grupos de segurança dos fluidos refrigerantes

Maior inflamabilidade	A3	B3
Menor inflamabilidade	A2	B2
	A2L	B2L
Sem propagação de chama	A1	B1
	Menor toxicidade	Maior toxicidade
Nota A2L e B2L são fluidos refrigerantes de menor inflamabilidade com velocidade de queima $\leq 10 \text{ cm/s}$		

A informação do grupo de segurança do fluido refrigerante deve ser informada na embalagem do produto (cilindro) de forma indelével.

Na ABNT NBR 16666 são apresentados os dados e a classificação dos fluidos refrigerantes reconhecidos.

A ABNT NBR 16667 apresenta a análise de um fluido refrigerante:

- a) caracterização dos fluidos refrigerantes, sua composição e contaminantes;
- b) coleta e cuidados com a amostra;
- c) identificação da amostra;
- d) métodos de ensaio e elaboração dos relatórios.

6 Limitações de aplicação em função do ambiente atendido, limites de toxicidade e de inflamabilidade

As limitações de aplicação devem atender aos seguintes requisitos:

- a) toxicidade definida pelas letras A (não tóxico PEL inferior ou igual a 400 ppm) e B (tóxico PEL superior a 400 PPM);
- b) inflamabilidade: 1 (não propagador de chama), 2 (propagador de chama) e 3 (propagador de chama).

6.1 Toxicidade

A ABNT NBR 16666 apresenta o valor do “Limite Ocupacional de Exposição” OEL em ppm v/v usado para a classificação A ou B, basta consultar a tabela onde são apresentados os dois valores OEL e a classificação A ou B.

6.2 Inflamabilidade

A ABNT NBR 16666 estabelece os riscos de toxicidade aguda, asfixia e os perigos de inflamabilidade de um fluido refrigerante nos espaços fechados normalmente ocupados.

O valor a ser considerado é o RCL Limite de concentração do fluido refrigerante expresso em ppm v/v ou em g/m³.

6.3 Propriedade ambiental do fluido refrigerante

As características dos fluidos refrigerantes em relação ao meio ambiente global são feitas por dois valores:

- O potencial de aquecimento global (efeito estufa referência CO₂ = 1);
- Ataque a camada de ozônio: moléculas que possuem flúor em sua composição (referência CFC-11 com ODP = 1).

Tabela 4 — Efeito no meio ambiente

Fluido Refrigerante	Tempo de vida na atmosfera em anos	ODP Ataque a camada de ozônio	GWP ₁₀₀ Efeito Estufa na atmosfera
CFC 11	45	1	4 750
CFC 12	100	1	10 900
CFC 114	300	1	10 000
HCFC 22	112	0,055	1 810
HCFC 123	1,3	0,02	77
HCFC 142b	17,9	0,065	2310
HFC 23	270	0	14 800
HFC 32	4,9	0	675
HFC 125	29	0	3 500
HFC 134a	14	0	1 430
HFC 143a	52	0	4 470
HFC 227ea	34,2	0	3 220
R-744	-	0	1

Nota: fonte IPCC (2007) UNEP 2009

Tabela 5 — Efeito no meio ambiente

Fluido Refrigerante	Tempo de vida na atmosfera em anos	ODP Ataque a camada de ozônio	GWP ₁₀₀ Efeito Estufa na atmosfera
CFC 11	45	1	4 660
CFC 12	100	0,73	10 800
CFC 114	190	0,50	8 590
HCFC 22	11,9	0,034	1 760
HCFC 123	1,3	0,01	79
HCFO 1233zd(E)	0,071	0,00034	1
HFC 23	222	0,00	12 400
HFC 32	5,2	0,00	677
HFC 125	28,2	0,0	3 170
HFO 1234ze(E)	0,045	0,00	<1
R-744	-	0,00	1
R-717	-	0,00	-

Nota: fonte IPCC (2013)

6.4 Limite de concentração do fluido refrigerante

O cálculo deve ser feito considerando o vazamento instantâneo de toda a carga do fluido refrigerante no volume do espaço confinado, o valor obtido deve ser menor que o RCL.

6.5 Aplicações para conforto humano

Os fluidos refrigerantes dos Grupos A2, A2L A3, B1, B2, B2L e B3 não podem ser utilizados em sistemas de alta probabilidade de vazamento para conforto humano.

Exceções:

- a) as concentrações indicadas ABNT NBR 16666 devem ser reduzidas em 50 %;
- b) esta restrição não se aplica a sistemas de absorção selados (herméticos) e unidades de refrigeração compactas contendo quantidade de fluido refrigerante menor ou igual aos indicados na ABNT NBR 16666;
- c) esta restrição não se aplica às ocupações industriais;
- d) o equipamento cuja especificação do fabricante indique uma carga igual ou inferior que 3 kg de fluido refrigerante, independentemente da classificação quanto à segurança do fluido refrigerante, estar isento de atender o valor de RLC, contanto que o equipamento seja instalado de acordo com a especificação e as instruções de instalação do fabricante.

6.6 Ocupação

6.6.1 A série ABNT NBR ISO 5149 apresenta as classes de ocupação, conforme a seguir:

a) Ocupação geral — Classe A

Um local onde as pessoas podem dormir ou quando o número de pessoas presentes não é controlado ou ao qual qualquer pessoa tem acesso sem conhecer pessoalmente as precauções de segurança pessoal

Exemplos Hospitais, prisões, casas de saúde, teatros, supermercados, terminais de transporte, hotéis, anfiteatros, residências, restaurantes, pistas de gelo

b) Ocupação supervisionada — Classe B

Quartos, partes de edifícios ou edifícios, onde apenas um número limitado de pessoas pode ser reunido, estando algumas delas necessariamente familiarizadas com as precauções gerais de segurança

Exemplos Laboratórios, locais para produção em geral, edifícios de escritórios

c) Ocupação com acesso autorizado somente — Classe C

Uma ocupação que não está aberto ao público e onde apenas pessoas autorizadas têm acesso concedido. As pessoas autorizadas devem estar familiarizadas com as precauções gerais de segurança do estabelecimento (por exemplo instalações de produção industrial)

Exemplos: Entrepósitos frigoríficos, refinarias, matadouros, zonas não acessíveis ao público nos supermercados, instalações de produção por exemplo, de produtos químicos, alimentos, gelo e sorvetes

7 Sistemas diretos e indiretos

Os ambientes podem ser classificados em:

7.1 Sistemas diretos e indiretos

7.1.1 Sistema de direto

O evaporador ou o condensador do sistema de refrigeração está em contato direto com o ar ou a substância a ser refrigerada ou aquecida. Sistemas em que o fluido refrigerante secundário está em contato direto com o ar ou com o produto a ser resfriado ou aquecido (sistema por spray ou por dutos) deve ser tratado como sistema direto

7.1.2 Sistema indireto

O evaporador (refrigeração) ou o condensador (aquecimento) trocam calor com um meio intermediário, que passa através de um circuito fechado contendo trocadores de calor, estes trocadores de calor é que estão em contato com a substância a ser tratada.

8 Tipos de localização de sistemas

Existem três tipos de localização dos sistemas de refrigeração, considerando os possíveis riscos, conforme a seguir:

- a) um sistema de refrigeração, localizada em um espaço ocupado;
- b) um sistema de refrigeração com os compressores, receptores líquidos e condensadores situados em uma sala de máquinas desocupado ou ao ar livre;
- c) um sistema de refrigeração com fluido refrigerante contendo todas as partes situadas em uma sala de máquinas de refrigeração desocupada ou ao ar livre.

9 Limitações de carga de fluido refrigerante

As limitações de carga de fluido refrigerante de um dado sistema, deve ser estabelecida de acordo com:

- a) Grupo de segurança do fluido refrigerante conforme a ABNT NBR 16666;
- b) Ocupação, ver 6.6;
- c) Categoria do sistema (direto ou indireto), ver 7.1;
- d) Localização do sistema de refrigeração, ver Seção 8.

Tabela 6 - Grupos de segurança dos fluidos refrigerantes (continua)

Grupo de segurança do fluido refrigerante		
A1		
Localização do sistema de refrigeração	Ocupação Geral	
	Classe A	
	Sistema direto	Sistema indireto
Espaço ocupado por pessoas e que não é uma sala de máquinas	1 - Máxima carga kg = limite prático $\text{kg/m}^3 \times \text{volume do ambiente m}^3$	2 - considerar como sistema direto ver célula 1
Compressor e tanque de líquido em uma sala de máquinas não ocupada ou ao ar livre	3 - Máxima carga kg = limite prático $\text{kg/m}^3 \times \text{volume do ambiente m}^3$	4 - Não há restrição
Todas as partes que contém o fluido frigorífico estão em salas de máquinas não ocupadas ou ao ar livre	5 - Não há restrição	6 - Não há restrição
Ocupação com supervisão		
Classe B		
	Sistema direto	Sistema indireto
Espaço ocupado por pessoas e que não é uma sala de máquinas	7 - Restrição para instalações no térreo ou no piso mais alto sem saídas de emergência adequadas Outros casos não há restrição	8 - Considerar sistema direto, ver célula 7
Compressor e tanque de líquido em uma sala de máquinas não ocupada ou ao ar livre	9 - Não há restrição	10 - Não há restrição
Todas as partes que contém o fluido refrigerante estão em salas de máquinas não ocupadas ou ao ar livre	11 - Não há restrição	12 - Não há restrição
Ocupação somente com pessoal treinado e autorizado		
Classe C		
	Sistema direto	Sistema indireto
Espaço ocupado por pessoas e que não é uma sala de máquinas	13 - Restrição para instalações no térreo ou no piso mais alto sem saídas de emergência adequadas Outros casos não há restrição	14 - Considerar sistema direto, ver célula 13
Compressor e tanque de líquido em uma sala de máquinas não ocupada ou ao ar livre	15 - Não há restrição	16 - Não há restrição
Todas as partes que contém o fluido refrigerante estão em salas de máquinas não ocupadas ou ao ar livre	17 - Não há restrição	18 - Não há restrição

Tabela 6 (continuação)

Grupo de segurança do fluido refrigerante		
A2		
Localização do sistema de refrigeração	Ocupação Geral	
	Classe A	
	Sistema direto	Sistema indireto
Espaço ocupado por pessoas e que não é uma sala de máquinas	1 - Sistemas de ar-condicionado para conforto humano. Todos os demais sistemas de refrigeração máxima carga kg = limite prático kg/m ³ * volume do ambiente m ³ , não excedendo em kg 38 * LFL	2 - Considerar como sistema direto ver célula 1
Compressor e tanque de líquido em uma sala de máquinas não ocupada ou ao ar livre	3 - Sistemas de ar-condicionado para conforto humano. Todos os demais sistemas de refrigeração máxima carga kg = limite prático kg/m ³ * volume do ambiente m ³ , não excedendo em kg 38 * LFL	4 - Sistemas de ar-condicionado para conforto humano. Carga máxima em kg = limite prático kg/m ³ * volume do ambiente m ³
Todas as partes que contém o fluido refrigerante estão em salas de máquinas não ocupadas ou ao ar livre	5 - Sistemas de ar-condicionado para conforto. Todos os demais sistemas de refrigeração máxima carga kg = limite prático kg/m ³ * volume do ambiente m ³ , não excedendo em kg 132 * LFL	6 - Não há restrição se a saída for para o ambiente externo e que não tenha comunicação com ambientes de categorias a e B
	Ocupação com supervisão	
	Classe B	
	Sistema direto	Sistema indireto
Espaço ocupado por pessoas e que não é uma sala de máquinas	7 - Sistemas de ar-condicionado para conforto. Os demais sistemas de refrigeração carga máxima de 10 kg	8 - Considerar sistema direto, ver célula 7
Compressor e tanque de líquido em uma sala de máquinas não ocupada ou ao ar livre	9 - Sistemas de ar-condicionado para conforto. Os demais sistemas de refrigeração carga máxima de 25 kg	10 - Não há restrição se a sala de máquinas não tem comunicação com o espaço ocupado
Todas as partes que contém o fluido refrigerante estão em salas de máquinas não ocupadas ou ao ar livre	11 - Sistemas de ar-condicionado para conforto. Não há restrição para os demais sistemas de refrigeração se a casa de máquinas não tem comunicação com o ambiente ocupado	12 - Não há restrição se a sala de máquinas não tem comunicação com o espaço ocupado
	Ocupação somente com pessoal treinado e autorizado	
	Classe C	
	Sistema direto	Sistema indireto
Espaço ocupado por pessoas e que não é uma sala de máquinas	13 - Sistemas de ar-condicionado para conforto. Todos os outros sistemas de refrigeração: máxima carga de 10 kg ou de 50 kg, se a densidade do pessoal for inferior a 1/10 m ² e existirem saídas de emergência	14 - Considerar sistema direto, ver célula 13

Tabela 6 (continuação)

Compressor e tanque de líquido em uma sala de máquinas não ocupada ou ao ar livre	15 - Sistemas de ar-condicionado para conforto. Todos os outros sistemas de refrigeração: máxima carga de 25 kg, ou não há restrição se a densidade do pessoal for inferior a 1/10 m ²	16 - Não há restrição
Todas as partes que contém o fluido refrigerante estão em salas de máquinas não ocupadas ou ao ar livre	17 - Sistemas de ar-condicionado para conforto. Outros sistemas não há restrição	18 - Não há restrição

Grupo de segurança do fluido refrigerante		
B1		
Localização do sistema de refrigeração	Ocupação Geral	
	Classe A	
	Sistema direto	Sistema indireto
Espaço ocupado por pessoas e que não é uma sala de máquinas	1 - Máxima carga kg = limite prático kg/m ³ * volume do ambiente m ³ ,	2 - Considerar como sistema direto ver célula 1
Compressor e tanque de líquido em uma sala de máquinas não ocupada ou ao ar livre	3 - Máxima carga kg = limite prático kg/m ³ * volume do ambiente m ³	4 - Máxima carga de 2,5 kg para sistema de absorção selado Todos os outros sistemas carga em kg = limite prático kg/m ³ * volume do ambiente m ³
Todas as partes que contém o fluido refrigerante estão em salas de máquinas não ocupadas ou ao ar livre	5 - Máxima carga de 2,5 kg	6 - Não há restrição se a saída for para o ambiente externo e que não tenha comunicação com ambientes de categorias a e B
Ocupação com supervisão		
Classe B		
	Sistema direto	Sistema indireto
Espaço ocupado por pessoas e que não é uma sala de máquinas	7 - carga máxima de 10 kg	8 - Considerar sistema direto, ver célula 7
Compressor e tanque de líquido em uma sala de máquinas não ocupada ou ao ar livre	9 - Carga máxima de 25 kg	10 - Não há restrição se a sala de máquinas não tem comunicação com o espaço ocupado
Todas as partes que contém o fluido refrigerante estão em salas de máquinas não ocupadas ou ao ar livre	11 - Não há restrição para os demais sistemas de refrigeração se a casa de máquinas não tem comunicação com o ambiente ocupado	12 - Não há restrição se a sala de máquinas não tem comunicação com o espaço ocupado

Tabela 6 (continuação)

Ocupação somente com pessoal treinado e autorizado		
Classe C		
	Sistema direto	Sistema indireto
Espaço ocupado por pessoas e que não é uma sala de máquinas	13 - Máxima carga de 10 kg ou de 50 kg, se a densidade do pessoal for inferior a 1/10 m ² e existirem saídas de emergência	14 - Considerar sistema direto, ver célula 13
Compressor e tanque de líquido em uma sala de máquinas não ocupada ou ao ar livre	15 - Máxima carga de 25 kg, ou não há restrição se a densidade do pessoal for inferior a 1/10 m ²	16 - Não há restrição
Todas as partes que contém o fluido refrigerante estão em salas de máquinas não ocupadas ou ao ar livre	17 - Não há restrição	18 - Não há restrição
Grupo de segurança do fluido refrigerante		
B2		
Localização do sistema de refrigeração	Ocupação Geral	
	Classe A	
	Sistema direto	Sistema indireto
Espaço ocupado por pessoas e que não é uma sala de máquinas	1 - Máxima carga = 2,5 kg para sistemas selados de absorção Outros sistemas máxima carga kg = limite prático kg/m ³ * volume do ambiente m ³ ,	2 - Considerar como sistema direto ver célula 1
Compressor e tanque de líquido em uma sala de máquinas não ocupada ou ao ar livre	3 - Máxima carga = 2,5 kg para sistemas selados de absorção Outros sistemas máxima carga kg = limite prático kg/m ³ * volume do ambiente m ³ ,	4 - Máxima carga de 2,5 kg para sistema de absorção selado Todos os outros sistemas carga em kg = limite prático kg/m ³ * volume do ambiente m ³
Todas as partes que contém o fluido refrigerante estão em salas de máquinas não ocupadas ou ao ar livre	5 - Máxima carga de 2,5 kg	6 - Não há restrição se a saída for para o ambiente externo e que não tenha comunicação com ambientes de categorias a e B
Ocupação com supervisão		
Classe B		
	Sistema direto	Sistema indireto
Espaço ocupado por pessoas e que não é uma sala de máquinas	7 - Carga máxima de 10 kg	8 - Considerar sistema direto, ver célula 7
Compressor e tanque de líquido em uma sala de máquinas não ocupada ou ao ar livre	9 - Carga máxima de 25 kg	10 - Não há restrição se a sala de máquinas não tem comunicação com o espaço ocupado
Todas as partes que contém o fluido refrigerante estão em salas de máquinas não ocupadas ou ao ar livre	11 - Não há restrição para os demais sistemas de refrigeração se a casa de máquinas não tem comunicação com o ambiente ocupado	12 - Não há restrição se a sala de máquinas não tem comunicação com o espaço ocupado

Tabela 6 (continuação)

	Ocupação somente com pessoal treinado e autorizado Classe C	
	Sistema direto	Sistema indireto
Espaço ocupado por pessoas e que não é uma sala de máquinas	13 - Máxima carga de 10 kg ou de 50 kg, se a densidade do pessoal for inferior a 1/10 m ² e existirem saídas de emergência	14 - Considerar sistema direto, ver célula 13
Compressor e tanque de líquido em uma sala de máquinas não ocupada ou ao ar livre	15 - Máxima carga de 25 kg, ou não há restrição se a densidade do pessoal for inferior a 1/10 m ²	16 - Não há restrição
Todas as partes que contém o fluido refrigerante estão em salas de máquinas não ocupadas ou ao ar livre	17 - Não há restrição	18 - Não há restrição
Grupo de segurança do fluido refrigerante A3		
Localização do sistema de refrigeração	Ocupação Geral Classe A	
	Sistema direto	Sistema indireto
Espaço ocupado por pessoas e que não é uma sala de máquinas	1 - Sistemas de ar-condicionado para conforto humano. Outros sistemas somente selados com máxima carga = limite prático kg/m ³ * volume do ambiente m ³ , não excedendo 1,5 kg	2 - Considerar como sistema direto ver célula 1
Compressor e tanque de líquido em uma sala de máquinas não ocupada ou ao ar livre	3 - Sistemas de ar-condicionado para conforto humano. Outros sistemas somente selados com máxima carga = limite prático kg/m ³ * volume do ambiente m ³ , não excedendo 1,5 kg	4 - Sistemas de ar-condicionado para conforto humano. Todos os outros sistemas carga em kg = limite prático kg/m ³ * volume do ambiente m ³ não excedendo 1,5 kg
Todas as partes que contém o fluido refrigerante estão em salas de máquinas não ocupadas ou ao ar livre	5 - Sistemas de ar-condicionado para conforto humano. Outros sistemas somente selados com máxima carga = limite prático kg/m ³ * volume do ambiente m ³ , não excedendo 1,0 kg no nível abaixo ou 5 kg no nível acima do solo	6 - Sistemas de ar-condicionado para conforto humano. Outros sistemas somente selados com máxima carga = limite prático kg/m ³ * volume do ambiente m ³ , não excedendo 1,0 kg abaixo ou 5 kg no nível acima do solo
	Ocupação com supervisão Classe B	
	Sistema direto	Sistema indireto
Espaço ocupado por pessoas e que não é uma sala de máquinas	7 - Sistemas de ar-condicionado para conforto humano. Outros sistemas com máxima carga = limite prático kg/m ³ * volume do ambiente m ³ , não excedendo 1,0 kg abaixo ou 2,5 kg no nível acima do solo	8 - Considerar sistema direto, ver célula 7

Tabela 6 (continuação)

Compressor e tanque de líquido em uma sala de máquinas não ocupada ou ao ar livre	9 - Sistemas de ar-condicionado para conforto humano. Outros sistemas com máxima carga = limite prático $\text{kg/m}^3 \times \text{volume do ambiente m}^3$, não excedendo 1,0 kg abaixo ou 2,5 kg no nível acima do solo	10 - Sistemas de ar-condicionado para conforto humano. Outros sistemas com máxima carga = limite prático $\text{kg/m}^3 \times \text{volume do ambiente m}^3$, não excedendo 1,0 kg abaixo ou 2,5 kg no nível acima do solo
Todas as partes que contém o fluido refrigerante estão em salas de máquinas não ocupadas ou ao ar livre	11 - Sistemas de ar-condicionado para conforto humano. Outros sistemas com máxima carga = limite prático $\text{kg/m}^3 \times \text{volume do ambiente m}^3$, não excedendo 1,0 kg abaixo ou 10,0 kg no nível acima do solo	12 - Sistemas de ar-condicionado para conforto humano. Outros sistemas com máxima carga = limite prático $\text{kg/m}^3 \times \text{volume do ambiente m}^3$, não excedendo 1,0 kg abaixo ou 10,0 kg no nível acima do solo
Grupo de segurança do fluido refrigerante A3		
Localização do sistema de refrigeração	Ocupação somente com pessoal treinado e autorizado Classe C	
	Sistema direto	Sistema indireto
Espaço ocupado por pessoas e que não é uma sala de máquinas	13 - Sistemas de ar-condicionado para conforto humano. Outros sistemas com máxima carga, não excedendo 1,0 kg abaixo ou 10,0 kg no nível acima do solo	14 - Considerar sistema direto, ver célula 13
Compressor e tanque de líquido em uma sala de máquinas não ocupada ou ao ar livre	15 - Sistemas de ar-condicionado para conforto humano. Outros sistemas com máxima carga, não excedendo 1,0 kg abaixo ou 25,0 kg no nível acima do solo	16 - Sistemas de ar-condicionado para conforto humano. Máxima carga, não excedendo 1,0 kg abaixo ou 25,0 kg no nível acima do solo
Todas as partes que contém o fluido refrigerante estão em salas de máquinas não ocupadas ou ao ar livre	17 - Sistemas de ar-condicionado para conforto humano. Máxima carga excedendo 1,0 kg no nível abaixo do solo, não há restrição acima do solo	18 - Sistemas de ar-condicionado para conforto humano. Máxima carga excedendo 1,0 kg no nível abaixo do solo, não há restrição acima do solo
NOTA 1 A numeração nas células é somente por conveniência, para facilitar a consulta. NOTA 2 O volume total de todos os ambientes refrigerados ou aquecidos pelo ar de um sistema é usado para o cálculo, somente se o ar insuflado em cada ambiente não puder ser reduzido abaixo de 25 % da vazão total. NOTA 3 Nos casos em que o espaço possua ventilação mecânica, durante a ocupação humana o efeito das trocas de ar pode ser considerado no cálculo do volume. NOTA 4 Outros métodos são permitidos para garantir a segurança no caso de um vazamento súbito. Estes métodos devem assegurar que a concentração não supere o limite prático fornecido ou seja capaz de emitir um sinal de alerta aos ocupantes do ambiente quando houver aumento da concentração. O método alternativo deve demonstrar o nível de segurança no mínimo equivalente ao método descrito na célula 1. NOTA 5 As unidades usadas são: Carga de fluido refrigerante em kg; Limite prático em kg/m^3; Volume em m^3; Ou outra unidade se informado.		

9.1 Limitação de carga do fluido refrigerante devido a inflamabilidade para sistemas de ar-condicionado e bomba de calor para conforto humano

Um sistema de refrigeração selado montado em fábrica, com uma carga de fluido refrigerante A2 ou A3 inferior a 150 gramas pode ser instalado em um ambiente ocupado sem restrição, mesmo que não seja uma sala de máquinas especial.

Tabela 7 — Quantidades limite para sistemas de absorção amônia/água e sistemas do tipo compacto “self-contained”

Tipo de sistema de refrigeração	Quantidade máxima em quilograma para as diversas ocupações			
	Institucional	Local público/ Mercantil grande porte	Residencial	Comercial
Sistemas de absorção amônia / água selados				
— Em saguões ou antessalas públicos	0	0	1.5	1.5
— Em localizações exteriores adjacentes	0	0	10	10
— Em outras localizações que não saguões ou antessalas públicas	0	3	3	10
Sistemas compactos				
— Em outras localizações que não saguões ou antessalas públicos	0,15	0,15	3	10

A série ABNT NBR ISO 5149 apresenta um procedimento de cálculo para fluidos refrigerantes inflamáveis:

10 Análise de desempenho do circuito de refrigeração

A análise do desempenho deve ser feita de forma completa avaliando a capacidade de refrigeração, o consumo elétrico, as pressões de trabalho. Consumo elétrico reduzido não significa melhor coeficiente de desempenho, mas sim pode significar menor capacidade de refrigeração e mesmo coeficiente de desempenho.

10.1 Comparativo de desempenho entre os fluidos refrigerantes

O manual da ASHRAE Fundamentals 2013 apresenta um comparativo de desempenho entre os fluidos refrigerantes por kW de capacidade de refrigeração, dividida em três diferentes condições de operação:

- Baixa temperatura (congelados): Evaporador $-31,7^{\circ}\text{C}$ /Condensador 30°C ;
- Média temperatura (resfriados): Evaporador $-6,7^{\circ}\text{C}$ /Condensador 30°C ;
- Alta temperatura (ar-condicionado): Evaporador $7,2^{\circ}\text{C}$ /Condensador 30°C
- Os valores apresentados de vazão em massa em g/s e de deslocamento do compressor em L/s são para capacidade de refrigeração de 1 kW

Tabela 8 – Desempenho comparativo de fluido refrigerante por kW refrigeração – Baixa temperatura

Refrigerante	Pressão	Pressão	Efeito de	Vazão	Volume	Deslocam	Potência	Coeficiente
Nome químico ou	baixa	alta	Refriger	massa	específ	Compressor	Elétrica	desempenho
Composição % em massa	MPa	MPa	kJ/kg	g/s	m3/kg	L/s	kW	adimension
Evaporator –31 7°C/Condenser 30°C								
744 Dióxido de Carbono	1,349	7,213	132,1	7,57	0,0285	0,2157	0,5892	1,697
170 Etano	1,012	4,655	153,6	6,51	0,0548	0,3567	0,5947	1,682
1270 Propileno	0,199	1,305	269,1	3,72	0,2266	0,8430	0,3471	2,881
507A R-125/143a (50/50)	0,199	1,460	101,1	9,89	0,0949	0,9386	0,3887	2,573
404A (R-125/143a/134a (44/52/4)	0,190	1,421	104,9	9,54	0,1005	0,9588	0,3853	2,595
502 R-22/115 (48 8/51 2)	0,183	1,304	97,8	10,22	0,0924	0,9443	0,3651	2,739
22 Clorodifluorometano	0,152	1,192	155,3	6,44	0,1448	0,9325	0,3369	2,968
717 Amônia	0,110	1,167	1079,1	0,93	1,0425	0,9695	0,3327	3,006
* É necessário o superaquecimento								

Tabela 9 – Desempenho comparativo de fluido refrigerante por kW refrigeração – Média temperatura

Refrigerante	Pressão	Pressão	Efeito de	Vazão	Volume	Deslocam	Potência	Coeficiente
Nome químico ou	baixa	alta	Refriger	massa	específ	Compresso	Elétrica	desempenho
Composição % em massa	MPa	MPa	kJ/kg	g/s	m3/kg	L/s	kW	adimension
Evaporator –6 7°C/Condenser 30°C								
744 Dióxido de carbono	2,909	7,213	129,5	7,72	0,0127	0,0980	0,2845	3,515
170 Etano	1,024	4,655	163,1	6,13	0,0263	0,1612	0,2786	3,589
32 Difluorometano	0,653	1,928	258,6	3,87	0,0563	0,2179	0,1690	5,917
410A R-32/125 (50/50)	0,643	1,886	170,9	5,85	0,0406	0,2375	0,1728	5,787
507A R-125/143a (50/50)	0,503	1,460	114,9	8,70	0,0385	0,3350	0,1796	5,568
404A R-125/143a/134a (44/52/4)	0,486	1,421	118,8	8,42	0,0405	0,3410	0,1785	5,602
1270 Propileno	0,476	1,305	294,4	3,40	0,0986	0,3352	0,1675	5,970
502 R-22/115 (48 8/51 2)	0,457	1,304	109,5	9,13	0,0386	0,3524	0,1724	5,800
22 Clorodifluorometano	0,399	1,192	165,9	6,03	0,0584	0,3522	0,1637	6,109
407C R-32/125/134a (23/25/52)	0,396	1,267	167,1	5,98	0,0588	0,3516	0,1686	5,931
290 Propano	0,385	1,079	288,6	3,47	0,1180	0,4095	0,1669	5,992
717 Amônia	0,332	1,167	1113,0	0,90	0,3689	0,3320	0,1599	6,254
1234yf 2,3,3,3-Tetrafluoropropeno*	0,250	0,783	120,5	8,30	0,0718	0,5959	0,1715	5,831
134a Tetrafluoroetano	0,228	0,770	153,0	6,54	0,0880	0,5755	0,1650	6,061
1234ze(E) trans-1,3,3,3-Tetrafluoropropeno*	0,168	0,578	139,6	7,16	0,1086	0,7776	0,1658	6,031
600a Isobutano*	0,123	0,405	278,0	3,60	0,2984	1,0742	0,1620	6,173
** É necessário o superaquecimento								

Tabela 10 – Desempenho comparativo de fluido refrigerante por kW refrigeração – Alta temperatura

Refrigerante	Pressão	Pressão	Efeito de	Vazão	Volume	Deslocamen	Potência	Coefficiente
Nome químico ou	baixa	alta	Refriger	massa	especif	Compressor	Elétrica	desempenho
Composição % em massa	MPa	MPa	kJ/kg	g/s	m3/kg	L/s	kW	adimension
Evaporator 7 2°C/Condenser 30°C								
32 Difluorometano	1,018	1,928	261,1	3,83	0,0360	0,1379	0,0944	10,593
410A R-32/125 (50/50)	1,000	1,886	175,0	5,71	0,0260	0,1485	0,0965	10,363
502 R-22/115 (48 8/51 2)	0,703	1,304	115,3	8,67	0,0252	0,2185	0,0956	10,460
407C R-32/125/134a (23/25/52)	0,640	1,267	173,7	5,76	0,0367	0,2114	0,0939	10,650
22 Clorodifluorometano	0,626	1,192	171,0	5,85	0,0377	0,2205	0,0918	10,893
290 Propano	0,588	1,079	303,9	3,29	0,0787	0,2589	0,0931	10,741
717 Amônia	0,558	1,167	1127,8	0,89	0,2254	0,2006	0,0893	11,198
500 R-12/152a (73 8/26 2)	0,458	0,880	150,4	6,65	0,0453	0,3012	0,0916	10,917
1234yf 2,3,3,3-Tetrafluoropropeno*	0,401	0,783	129,0	7,75	0,0453	0,3511	0,0941	10,627
12 Diclorodifluorometano	0,388	0,744	126,9	7,88	1,0449	8,2338	0,0910	10,989
134a Tetrafluoroetano	0,377	0,770	161,0	6,21	0,0542	0,3366	0,0918	10,893
1234ze(E) trans-1,3,3,3-Tetrafluoropropano*	0,280	0,578	149,1	6,71	0,0668	0,4482	0,0918	10,893
600a Isobutano*	0,201	0,405	296,3	3,37	0,1879	0,6332	0,0901	11,099
600 Butano*	0,134	0,283	326,9	3,06	0,2853	0,8730	0,0891	11,223
123 Diclorotrifluoroetano	0,045	0,110	155,5	6,43	0,3309	2,1277	0,0878	11,390
113 Triclorotrifluoroetano*	0,021	0,054	137,6	7,27	0,5874	4,2704	0,0876	11,416
* É necessário o superaquecimento								

10.2 Desempenho com substituição de fluido refrigerante (*Drop in*)

Durante a substituição do fluido refrigerante (*drop in*) em um sistema existente, a nova capacidade dependerá da vazão em volume do compressor, ou seja do produto da vazão em massa pelo volume específico na sucção do compressor.

As Tabelas 8, 9 e 10 apresentam capacidades de refrigeração de 1 kW. O valor da capacidade de refrigeração é o resultado do:

- Volume deslocado do novo fluido refrigerante subtraído pelo volume deslocado fluido refrigerante atual, e o resultado dividido pelo volume deslocado fluido refrigerante atual
- Propano = $0,258/0,2205 = 117 \%$
- Isobutano = $0,6332/0,2205 = 187 \%$ (é necessário aumentar o volume deslocado 2,87 vezes)

10.2.1 Conclusão

Se for 100 % propano a capacidade de refrigeração é de 17 % inferior à do R-22, como consequência a corrente elétrica também.

Se for 100 % isobutano a capacidade de refrigeração será de 65 % (2/3) inferior à do R-22, como consequência a corrente elétrica também.

Para manter a capacidade o compressor deve ser substituído por um maior.

Tomar cuidado com análises de desempenho incompletas onde somente as pressões de alta e de baixa e as leituras de consumo elétrico são usadas para comparar desempenho.

Caso tenha alguma dúvida consultar a ABRAVA, Associação Brasileira de Refrigeração, Ar-Condicionado, Ventilação e Aquecimento
Avenida Rio Branco, 1492, Campos Elíseos, São Paulo, SP
CEP - 01206-001
Telefone: 11 - 3361 7266
Fax: 11 - 3361 7160
e-mail: abrava@abrava.com.br