



DIA INTERNACIONAL DA PRESERVAÇÃO DA CAMADA DO OZÔNIO

WEBINAR DE FLUÍDOS REFRIGERANTE – SOLUÇÕES E SEGURANÇAS



Fluídos Frigoríficos Soluções e Segurança

Oswaldo de Siqueira Bueno
ABRAVA

Fluido Frigorífico

- O Refrigerante é o fluido operacional vital de um sistema de condicionamento de ar e de bombeamento de calor
- A escolha de um fluido frigorífico requer um conhecimento maior
- Cuidados com a escolha devido a:
 - Par pressão-temperatura de saturação na condição de condensação e de evaporação
 - Flamabilidade e toxicidade
 - Compatibilidade com materiais do equipamento e das vedações
 - Reações com outros materiais do meio ambiente
 - ODP (ozone depleting potential) – Potencial de ataque a camada de ozona.
 - GWP (global warming potential) – Potencial de efeito estufa
 - Coeficiente de desempenho COP
 - LCCP (life cycle climate performance) – desempenho climático durante o tempo de vida do equipamento
 - Casa de máquinas
 - Treinamento dos técnicos de refrigeração no manuseio dos fluidos frigoríficos
- As normas de segurança são atualizadas para refletir estes aspectos



Tópicos

- Histórico
- Normas
- Refrigerantes
- Propriedades
- Segurança
- Produto



Histórico - Início da Refrigeração

- Antiguidade (saber como fazer)
 - Fogo - como proteção, iluminação e preparação de alimentos
 - Romanos:
 - Ventilação e aquecimento por painéis aquecidos nas termas
 - Residências com coleta e armazenamento da água de chuva, iluminação natural, renovação de ar por ventilação natural e redução da temperatura de bulbo seco por resfriamento evaporativo
 - Egípcios, Persas – Ventilação Natural
 - construções direcionadas em função do vento



Casas Sutentáveis na Antiguidade

- Água de chuva, resfriamento evaporativo, iluminação e ventilação natural,
- Água de chuva: era coletada no telhado, conduzida por tubulações embutidas na parede e no piso, para um tanque retangular (impluvium) com 30 cm abaixo do nível do piso, onde o excesso de água coletada segue por tubulação a cisternas abaixo do piso da casa
- Água para beber, higiene, limpeza usada a partir da cisterna coletada através de baldes
- Água para resfriamento evaporativo a partir do tanque no piso (impluvium)
- Iluminação e ventilação natural através de aberturas no teto
- Residências Cartaginesas, Romanas (domus), Etruscas, Gregas, Fenícias etc.





Uso do Gelo

- Aproveitamento do gelo natural formado em lagos durante o inverno e colhido para armazenagem e uso ao longo do ano
- As geladeiras eram móveis em madeira para manutenção de uma temperatura mais reduzida



Ice cakes, which could weigh 400 pounds, await distribution in this ice storeroom, circa 1910.





Uso do Gelo - Armazenagem

- Londres, Inglaterra - 1820
- Tanque de armazenagem de gelo próximo ao Regent's Park
- Gelo de boa qualidade importado da Noruega usado por 50 anos
- Em 1822 um navio transportou 300 toneladas de gelo





Histórico - Início da Termodinâmica

- Idade Moderna (saber o por que – Ciência)
 - Século XV - Leonardo da Vinci inventou o ventilador
 - **1659 - Robert Boyle - Lei dos gases perfeitos**
 - Século XVIII - As soluções aquosas já eram conhecidas
 - 1748 - William Cullen e Joseph Black descobriram o calor latente
 - 1770 - James Watt - Primeiro sistema de aquecimento a vapor
 - **1775 - William Cullen - Fabricou gelo de forma artificial por vácuo**
 - 1785 - Benjamim Franklin - norma de construção, instalação e operação de locais para queima de combustível sólido
 - **1800 - Johns Dalton - A pressão total é o resultado da soma das pressões parciais**



Histórico - Fabricação de Gelo

- Início da refrigeração mecânica
 - 1851 - John Gorrie - máquina de refrigeração para produção de gelo a partir de um ciclo aberto de ar
 - **1851 - Ferdinand Carré - primeira unidade de absorção com amônia para a fabricação de gelo**
 - 1853 - Alexander Twinning produziu 800 kg de gelo por dia em uma bomba de duplo efeito com Éter Sulfúrico como fluído frigorífico
 - $\text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5$
 - 1880 – A refrigeração era usada na conservação de alimentos e controlar a fermentação da cerveja e do vinho



Histórico – Conservação de Alimentos

- Início da refrigeração de alimentos
 - 1872 - David Boyle - desenvolveu uma máquina por ciclo de compressão de vapor e amônia como refrigerante
 - **1876 – Charles Tellier – navio frigorifico transportando carne da Argentina para a Europa.**
 - 1880 - O resfriamento do ar era feito por cestas cheias de gelo moído em grandes pedaços
 - 1891 - Uso da amônia na conservação de carne enviada da Nova Zelandia para a Inglaterra.
 - 1891 - Primeiras fábricas de cerveja nos EUA com refrigeração por amônia
 - 1917 - Uso de amônia na conservação de vegetais nos Estados Unidos



Argentina - 1876



Seis anos mais tarde foi o ano da Grande Viagem, onde se consolidaria o invento. A Argentina há alguns anos, já havia oferecido 40 mil francos para o inventor que apresentasse o melhor sistema para conservação de carnes resfriadas. Pois assim foi feito. Em 20 de setembro de 1876, *Le Frigorifique* partiria da França transportando uma carga de carnes resfriadas, que se completaria em Lisboa. Chegando a Portugal, o inventor francês retornou a Paris devido a alguns problemas. Era a segunda dificuldade. A primeira aconteceu no Golfo de Gasconha, local em que se desencadeou uma grande tormenta. Mas, novamente, Tellier persistiu. E partiu rumo à Argentina, onde a chegada do barco era aguardada com muita expectativa. Sua entrada foi saudada com alvoroço.

Faltava a grande prova, a grande demonstração de que o sistema de refrigeração era eficaz. Essa aconteceu no mesmo dia de sua chegada. Como comemoração, registra-se que em 28 de dezembro de 1876, a bordo do *Le Frigorifique*, foi oferecido um almoço a diversas personalidades. A reportagem de um jornal portenho da ocasião dizia: "...O banquete da prova começou. Depois de algumas hors d'oeuvre, um filé de suco resfriado. Após 105 dias de viagem, chegou fresco a Buenos Aires. Os convidados saborearam excelente Filé de Chateaubriand com trufas à la Perigord, embarcado em Lisboa há 55 dias, Ovos à la Broche. Igualmente com 105 dias de armazenagem. Todos esses pratos foram encontrados magníficos: a carne não fresca, não suculenta, como a que se vendia todos os dias no Mercado".

Pouco depois, em um porto argentino *Le Frigorifique* se faria o primeiro carregamento de carnes que navegariam rumo à França. E Charles Tellier entrou para a História como o Pai do Frio.

*Reprodução de
La Nación
com a chegada
da pioneira
embarcação
frigorífica*



Histórico - Psicrometria

- Início do ar condicionado
 - 1902 - Willis Carrier - Desenvolveu as fórmulas para seleção e aplicação de ventiladores usados em caldeiras
 - 1902 - Willis Carrier - O primeiro projeto de aquecimento, refrigeração, desumidificação e umidificação de uma gráfica, a Sackett-Wilhelms Lithographing Company para operar o ano todo
 - **1904 - Willis Carrier - A construção de lavadores de ar para a partir do controle ponto de orvalho refrigerar e umidificar. O sistema funcionou tão bem que em um ano instalou 200 sistemas**
 - 1911 - Willis Carrier - “Rational Psychrometric Formulae” onde apresentava as relações básicas entre a temperatura de bulbo seco, ponto de orvalho, saturação adiabática ou temperatura de bulbo úmido, calor latente e calor sensível

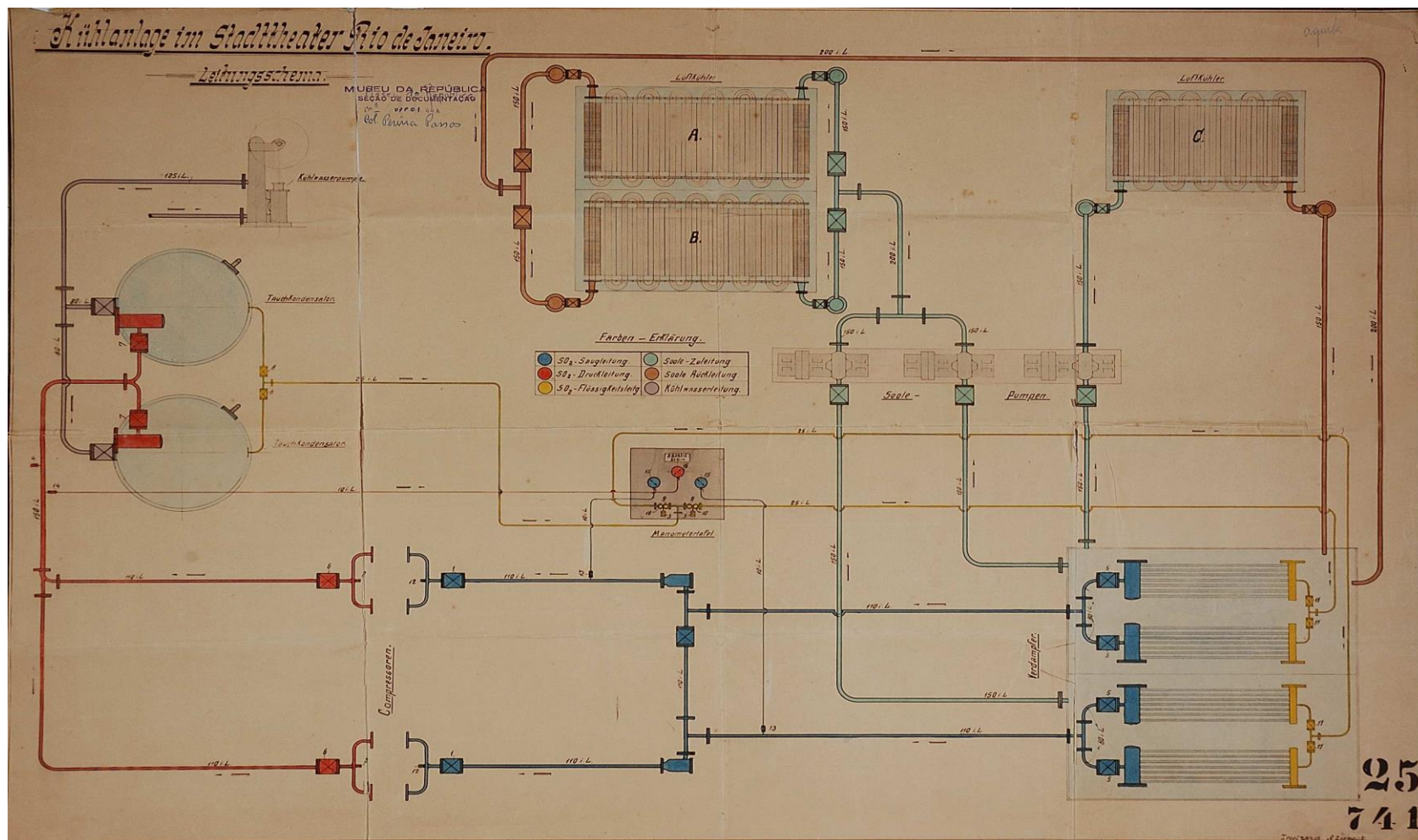


Memória da Refrigeração e do ar
condicionado no Brasil – Cristiane Di
Rienzo



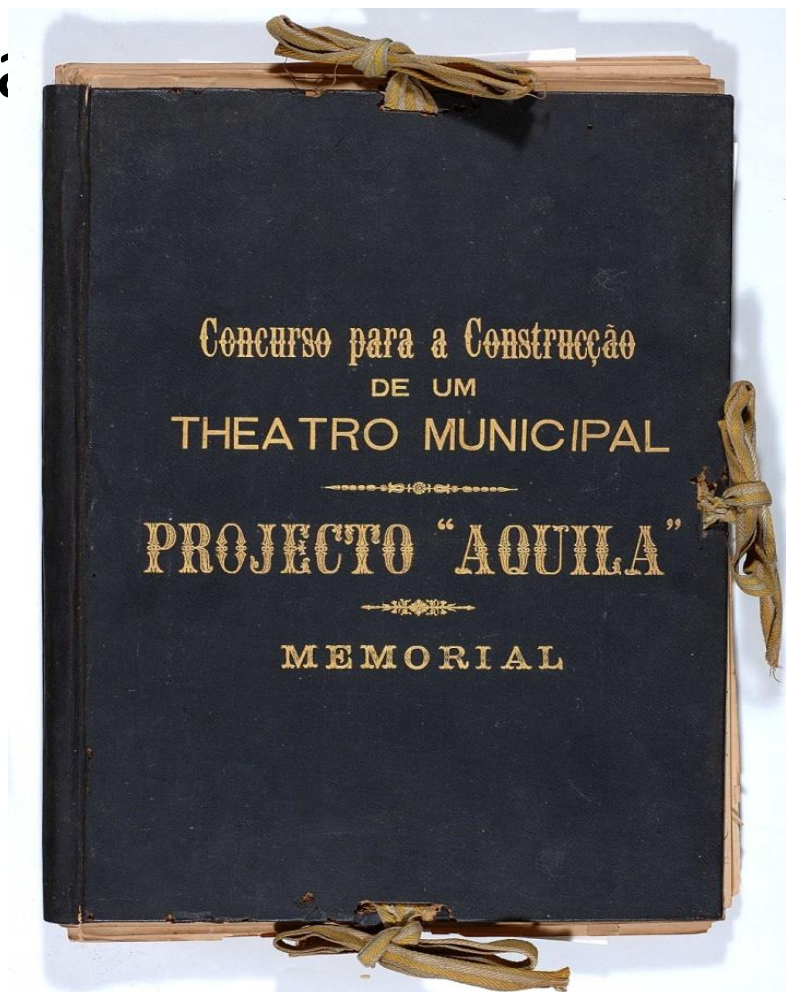
Histórico - Brasil

- Theatro Municipal do Rio de Janeiro
 - Partida inicial 1904 – Inauguração 1909
 - Primeira instalação de refrigeração mecânica nas Américas
 - Instalação feita pela Siemens
 - Condicionadores de ar pela empresa Borsig Berlim Tegal
 - Capacidade de refrigeração de 66 tr com um motor de 82 cv com 0,91 kW/tr condensação a água
 - Fluido Frigorífico – **dióxido de enxofre SO₂**
 - Não é inflamável
 - Tóxico (chuva ácida)
 - 100% de vazão de ar externo: 100.000 m³/h para 1739 pessoas com 57,5 m³/h* pessoa
 - Tanque volante térmico de 70 m³/h com salmoura
 - Objetivo manter internamente um temperatura de 10°C abaixo da temperatura externa. Operação Manual
 - Fonte – Livro – Memória da Refrigeração e do Ar Condicionado no Brasil – autora Cristiane Di Rienzo





Thea



Memorial Técnico

Memória da Refrigeração e do Ar
Condicionado no Brasil – Cristiane
Di Rienzo.

Material do Museu da República do
Rio de Janeiro.



Primeira Instalação de Refrigeração

- Frigorífico Renner fundado em 1912 no município gaúcho de Montenegro por Jacob Renner
- Atender ao mercado da carne
- Produção de gelo para pescado em Marcelino Ramos (RS). Primeira máquina de produzir gelo no Brasil. Ewaldo Wosiack em 1937
- Grande desenvolvimento após a segunda guerra mundial
- Importação da tecnologia: Frick, Vilter, York, Grasso, Sulzer, Sabroe, Westinghouse dentre outros



Primeira Instaladora de Ar Condicionado no Brasil.

- CEIBRASIL representações Ltda.
- Fundada no Rio de Janeiro, RJ, em 1934
- Fundadores:
 - Nanto Junqueira Botelho e
 - Erik Dunlop Coachman
 - Estágios nas empresas Carrier, General Elétric e Buffalo Co.
- Jockey Club do Rio de Janeiro em 1934 operou até 1975
 - Potência consumida do compressor 5 hp
 - **Fluído Refrigerante – Cloreto de Metila CH_3Cl**
 - Extremamente Inflamável,
 - Na presença de água forma ácido clorídico + metanol
 - Agride o meio ambiente
 - Caráter experimental em uma sala para 25 pessoas
 - Grande receio do ar condicionado ser prejudicial a saúde



Histórico - Equipamentos

- Desenvolvimentos dos equipamentos
 - 1920 - General Electric - O primeiro refrigerador doméstico fabricado com sucesso. Usava como refrigerante o dióxido de enxofre SO_2
 - 1922 - Willis Carrier - desenvolve o resfriador de água com compressor centrífugo
 - 1926 - Sistema de aquecimento por circulação natural da água
 - 1927 - Sistema de aquecimento por circulação forçada da água
 - 1929 - A Frigidaire desenvolveu o primeiro equipamento de ar condicionado compacto



Histórico – Equipamentos II

- Desenvolvimentos dos equipamentos
 - 1930 - Thomas Midgley - desenvolveu os refrigerantes halogenados CFC estáveis e seguros não era inflamável e não era tóxico, com excelente COP.
 - 1931 - Servel - Desenvolvimento das unidades de absorção com brometo de lítio
 - 1931 - Willis Carrier - Desenvolveu o sistema de ar condicionado para vagões ferroviários por ejetor de vapor
 - 1935 - Walter Jones - Introduziu os tubos aletados em trocadores de casco e tubos



Histórico - Refrigerantes

- Os refrigerantes são substituídos ao longo do tempo em função de toxicidade, inflamabilidade, estabilidade, compatibilidade com outros materiais, meio ambiente, relação kW/Tr
- Século XIX até 1930 - Uso de refrigerantes inorgânicos:
- De 1930 a 1991 - uso dos refrigerantes halogenados Cloro Fluor Carbono CFC 11, CFC12, HCFC 22 e mistura R - 502
- De 1996 em 2.040 - transição dos HCFC e uso dos HFC – Protocolo de Montreal
- De 2016 em diante – redução do HFC com elevado efeito estufa para o uso de? Emenda de Kigale
 - Refrigerantes naturais: Água, Amônia, Dióxido de Carbono, Propano
 - Refrigerantes artificiais: R-32, família 400 e 500 misturas com baixo GWP, HFO Hidrofluorolefinas



Histórico - Refrigerantes

- Século XIX até 1930 - Uso de refrigerantes inorgânicos:
 - R-717 - amônia - NH_3 em uso até hoje em dia
 - 744 – dióxido de carbono CO_2
 - R-764 - dióxido de enxofre - SO_2
 - R-30 - cloreto de metila –
- Problema – estabilidade e toxicidade



Histórico - Refrigerantes

- De 1930 a 1991 - uso dos refrigerantes halogenados CFC Cloro Fluor Carbono e HCFC Hidro Cloro Fluor Carbono
 - R-11 - CFC - Triclorofluormetano - CCl_3F
 - R-12 - CFC - Diclorodifluormetano - CCl_2F_2
 - R-22 - HCFC - Monoclorodifluormetano - CHClF_2
 - R-115 - CFC - Monocloropentafluoretano - CClF_2CF_3
 - R-502 - CFC - mistura azeotrópica - 48,8% R-22 + 51,2% R-115
- Problema ataque a camada de ozônio e efeito estufa



Histórico - Refrigerantes

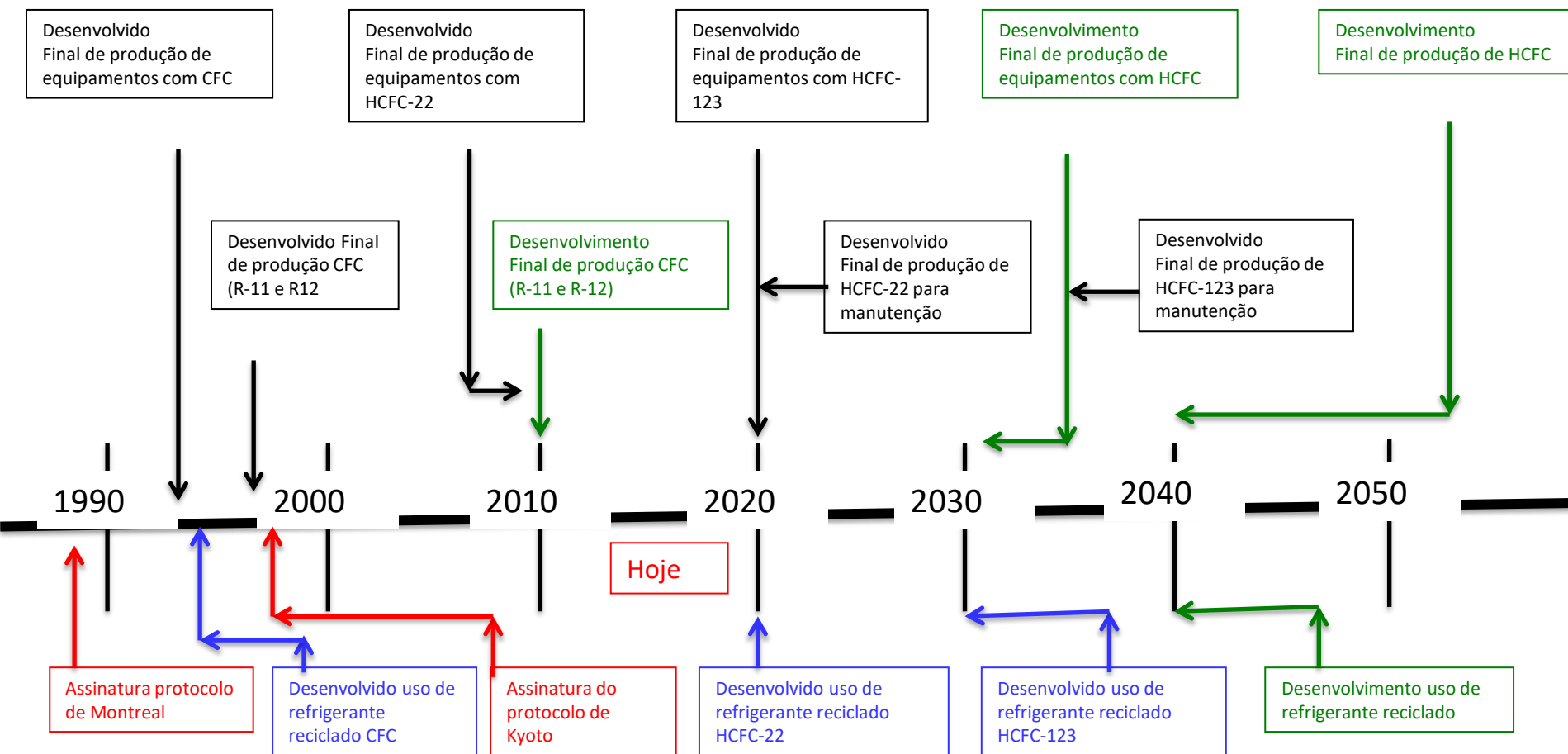
- De 1996 a 2020- transição dos HCFC e uso dos HFC
- HCFC - Hidro-cloro-fluor-carbono
 - R-22 - Monoclorodifluormetano - CHClF_2 - uso até 2030
 - R-123 - Diclorotrifluoretano - CHCl_2CF_3 - uso até 2040
- HFC - Hidro-fluor-carbono
 - R-32 - Difluormetano - CH_2F_2
 - R-125 - Pentafluoretano - CHF_2CF_3
 - R-134a - Tetrafluoretano - CH_2FCF_3
- Compostos orgânicos não saturados hidrofluorolefina
 - 1234yf – 2, 3, 3, 3 tetrafluor-1-propeno
- Problema embora bastante reduzido ainda tem fluídos com Cloro (ataque a camada de ozônio) e efeito estufa elevado GWP acima de 700

Histórico - Refrigerantes

- De 1996 a 2030 - transição dos HCFC e uso dos HFC
- HFC Misturas Zeotrópicas série 400
 - R-404 A – 44% R-125 + 52% R-143a + 4% R-134a
 - R-407c - 23% R-32 + 25% R-125 + 53% R-134a
 - R-410A – 50% R-32 + 50% R-125
- HFC Misturas Azeotrópicas série 500
 - R-507A – 50% R-125 + 50% R-143A
 - R-508A – 39% R-23 + 61% R-116
- Não foi considerado as misturas intermediárias com HCFC-22

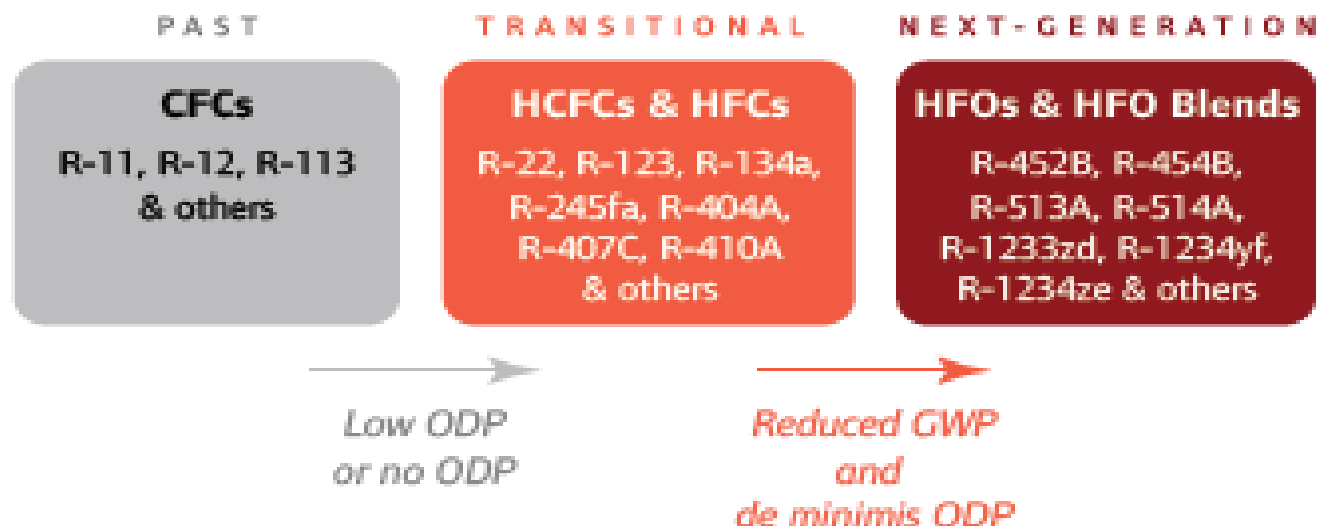


Linha do Tempo do Uso do Fluido Frigorífico





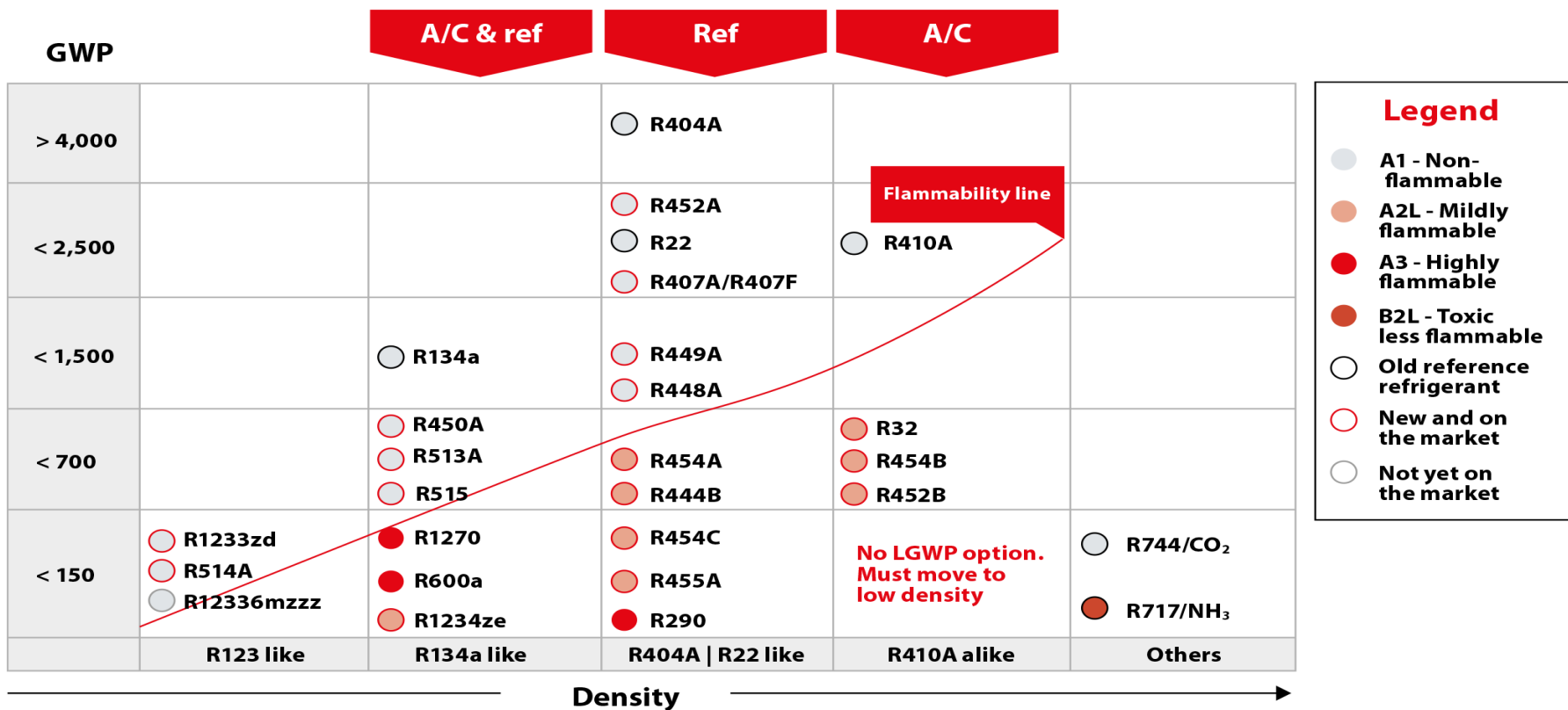
Trane – Fluido Refrigerante Evolução Regulatória





Histórico – Refrigerantes - DANFOSS

Main refrigerants in play





Histórico IV

- Os fluídos frigoríficos são usados na transferência de calor a 240 anos
- Amônia, água são os refrigerantes com mais de 150 anos de uso na Refrigeração



Normas ABNT – Fluído Frigorífico

- ABNT NBR 16186:2013 – Refrigeração comercial, detecção de vazamentos, contenção de fluido frigorífico, manutenção e reparos
- ABNT NBR 15976:2011 – Redução das emissões de fluidos frigoríficos halogenados em equipamentos e instalações estacionárias de refrigeração e ar condicionado — Requisitos gerais e procedimentos (ASHRAE 147)
- ABNT NBR 15960:2011 – Fluidos frigoríficos — Recolhimento, reciclagem e regeneração (3R) — Procedimento

ABNT – Fluído Frigorífico II

- ABNT NBR ISO 11650:2008 – Desempenho de equipamento de recolhimento e/ou reciclagem de fluidos refrigerantes
- ABNT NBR 15833:2018 - Manufatura reversa - Aparelhos de refrigeração



Fluidos Frigoríficos - Segurança

- ABNT NBR ISO 5149-1:2020 - Sistemas de refrigeração e bombas de calor — Segurança e requisitos ambientais
 - Parte 1: Definições, classificação e critérios de seleção
 - Parte 2: Part 2: Projeto, construção, ensaios e documentação
 - Parte 3: Local de Instalação
 - Parte 4: Operação, manutenção, reparo e recuperação
- ABNT NBR 16666:2018 - Fluidos frigoríficos — Designação e classificação de segurança
- ABNT NBR 16667:2018 - Especificações para fluidos frigoríficos
- ABNT NBR 13598:2018 - Vasos de pressão para refrigeração
- ABNT NBR 16069:2018 - Segurança em sistemas frigoríficos



RENABRAVA 5 – Junho de 2016

- **Guia para Uso e Aplicação dos Fluídos Frigoríficos - 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 fluído frigorífico em equipamentos de refrigeração e de condicionamento de ar, quanto aos aspectos de responsabilidade devido a toxicidade, inflamabilidade e pressões de trabalho**
- Os itens a serem analisados quanto a substituição do fluído frigorífico:
- Aprovação da alteração do fluído frigorífico pelo fabricante do equipamento;
- Reconhecimento como fluído frigorífico quanto a sua designação e as suas propriedades - listado na ASHRAE 34 e na AHRI 700;
- Fabricante reconhecido com produto certificado e documentação técnica completa
- Classificação dos fluídos frigoríficos quanto a sua toxicidade e inflamabilidade;
- Limitações de aplicação em função do ambiente atendido, limites de toxicidade, de inflamabilidade e de pressão
- 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.



ABNT NBR 16666 - Definições

- Fluido frigorífico (fluido refrigerante)
 - fluido usado para transferência de calor em sistema de refrigeração; o fluido frigorífico (fluido fluido frigoríficos) 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 frigoríficos.
- Toxicidade
 - capacidade de um fluido frigorífico de ser prejudicial ou letal devido à exposição aguda ou crônica por contato, inalação ou ingestão.

ABNT NBR 16666 - Definições

- 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
- Nível sem efeito observado (NOEL- No-observed-effect level)
 - a concentração mais elevada de um material, um fluido frigorífico nesta norma, na qual não foram observados quaisquer efeitos em mesmo um animal de ensaio



ABNT NBR 16666 - Definições

- **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
- **Limite inferior de inflamabilidade (LFL - Lower flammability limit)**
 - a concentração mínima de uma substância, um fluido frigorífico 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
- **Limite de concentração de fluido frigorífico (RCL- Refrigerant concentration limit)**
 - concentração máxima de fluido frigorífico, 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;

ABNT NBR 16069 - Definições

- Profissional habilitado
 - considera-se profissional legalmente habilitado o trabalhador previamente qualificado e com registro no competente conselho de classe
- Pressão de projeto
 - pressão definida para determinar as características construtivas dos componentes do sistema frigorífico e que não deve ser menor que a pressão máxima de trabalho;
- 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;



Dimensionamento – Pressões de Operação

NBR 13598 – Segurança em sistemas de refrigeração - Pressão equivalente em kPa abs no ponto de ebulição

Fluído Frigorífico	Lado de baixa pressão		Lado de alta pressão pressão absoluta no ponto de ebulição			
Instalação	Coberto	Ao sol	Condensação a água	Condensação a ar		
TBS max do ar				38 °C	43 °C	55 °C
Temp de saturação	35 °C	43 °C	47 °C	59 °C	63 °C	67 °C
R-717 (amônia)	1.350	1.689	1.879	2.551	2.811	3.089
R-290 (propano)	1.214	1.464	1.602	2.074	2.253	2.443
R-600 (n-butano)	327	407	453	616	679	746
R-1270 (propileno)	1.473	1.764	1.929	2.478	2.685	2.906
R-134a	887	1.094	1.221	1.642	1.804	1.978
R-152a	796	988	1.096	1.474	1.619	1.775
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

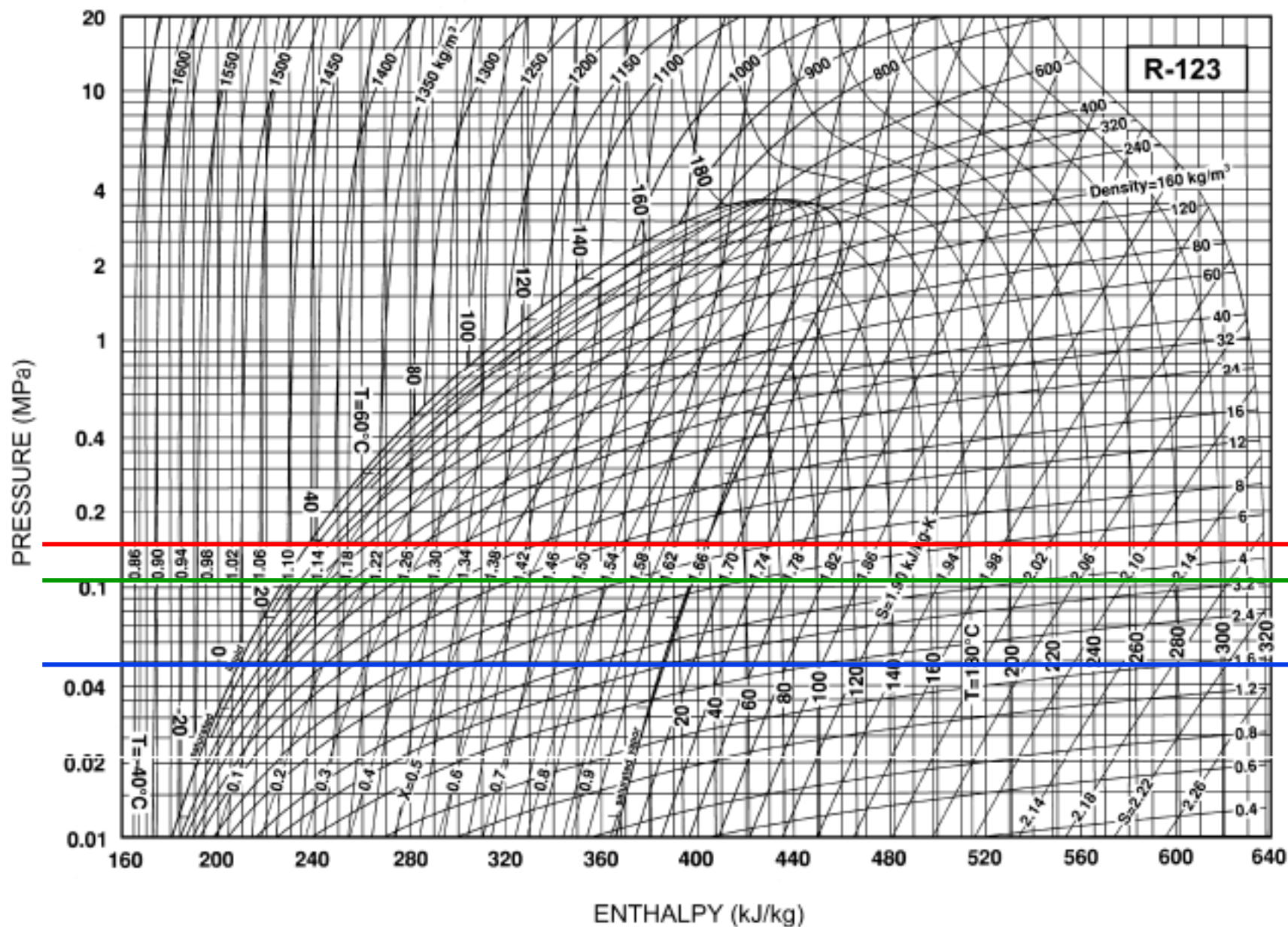


Fig. 5 Pressure-Enthalpy Diagram for Refrigerant 123

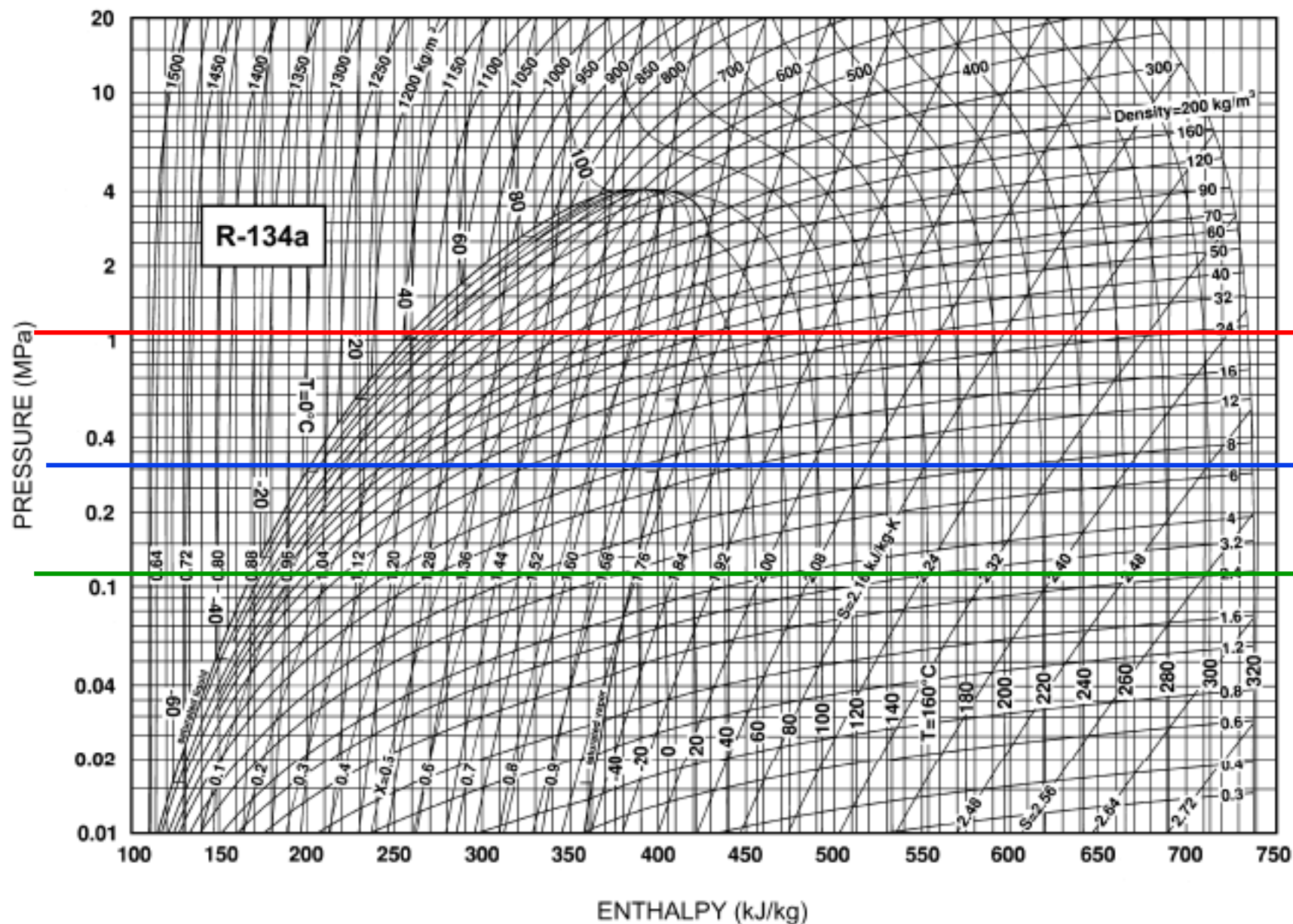
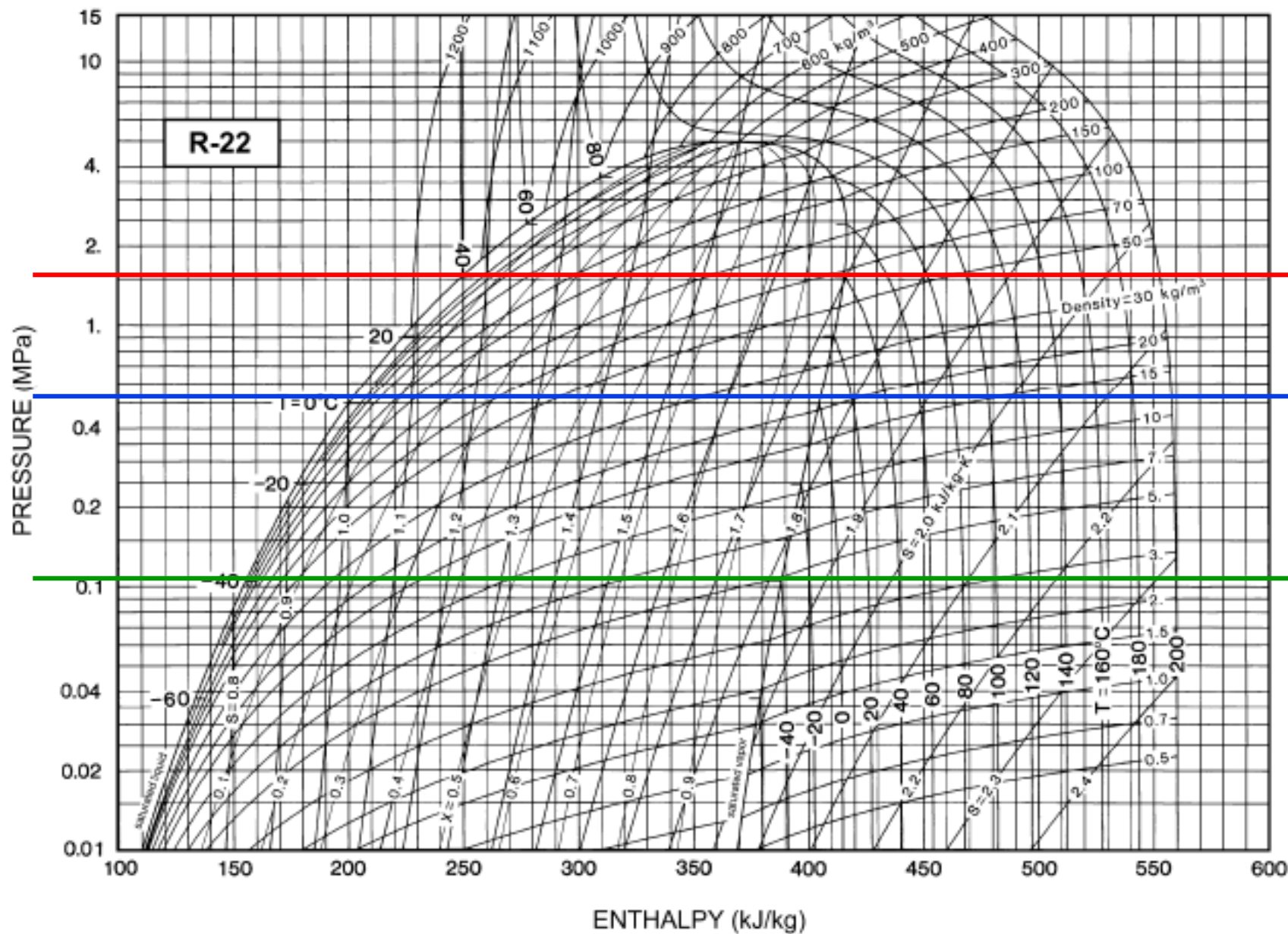


Fig. 8 Pressure-Enthalpy Diagram for Refrigerant 134a
Fluídos Frigoríficos - Soluções e Segurança



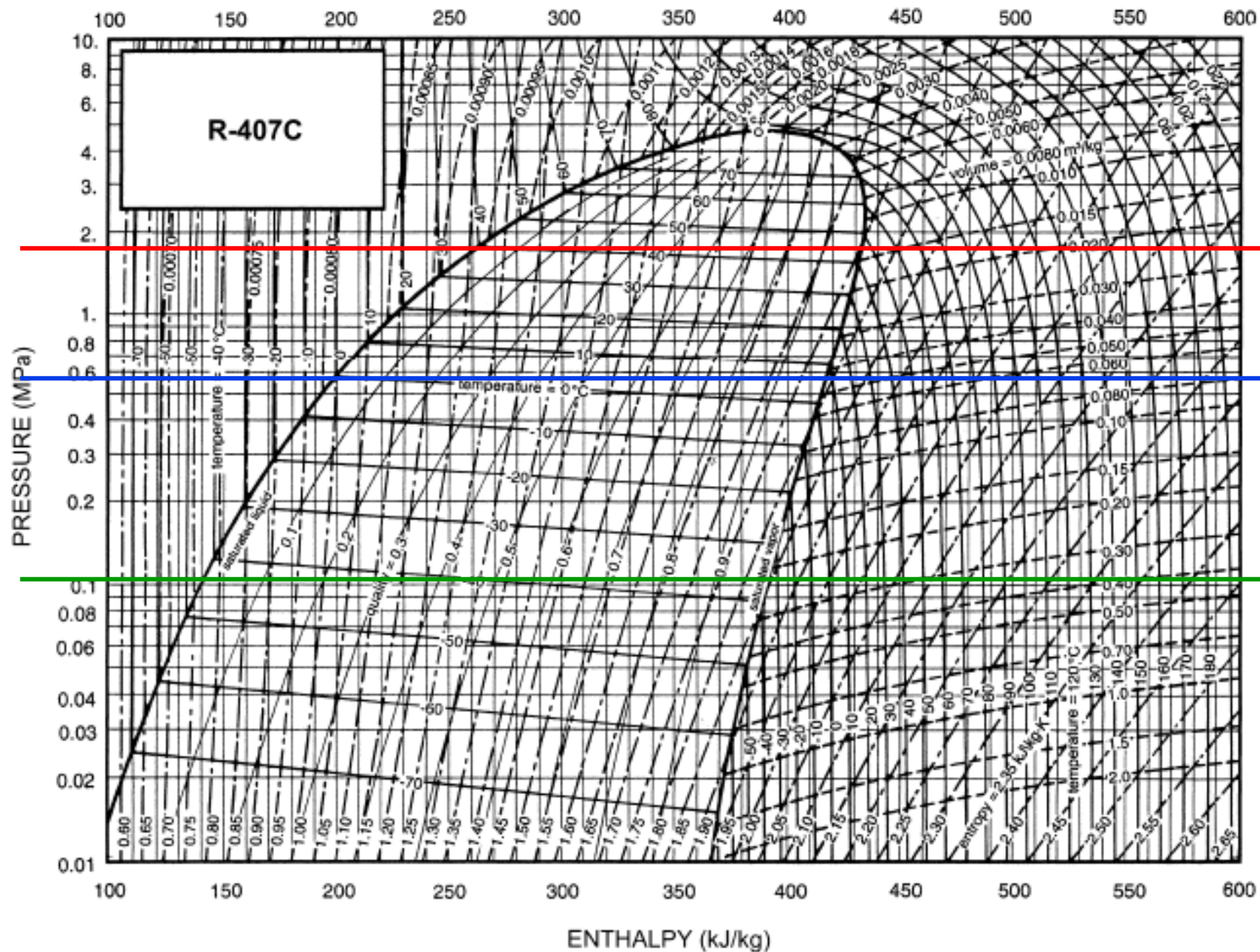


Fig. 11 Pressure-Enthalpy Diagram for Refrigerant 407C

Reprinted with permission from E.I. duPont de Nemours

Fluídos Frigoríficos - Soluções e Segurança

Refrigerant 407C [R-32/125/134a (23/25/52)] Properties of Liquid on the Bubble Line and Vapor on the Dew Line

Pres- sure, MPa	Temperature, °C		Density, kg/m ³		Enthalpy, kJ/kg		Entropy, kJ/(kg·K)		Specific Heat c_p , kJ/(kg·K)			Velocity of Sound, m/s		Viscosity, $\mu\text{Pa}\cdot\text{s}$		Thermal Cond., mW/(m·K)		Surface Tension, mN/m	Pres- sure, MPa
	Bubble	Dew	Liquid	Vapor	Liquid	Vapor	Liquid	Vapor	Liquid	Vapor	Vapor	Liquid	Vapor	Liquid	Vapor	Liquid	Vapor		
0.01000	-82.82	-74.96	1496.6	1.89611	91.52	365.89	0.5302	1.9437	1.246	0.667	1.181	1000.	149.0	722.4	8.22	148.0	6.43	24.80	0.01000
0.02000	-72.81	-65.15	1468.1	0.98986	104.03	371.89	0.5942	1.9071	1.255	0.692	1.180	948.	151.8	593.0	8.63	142.1	7.06	22.98	0.02000
0.04000	-61.51	-54.07	1435.2	0.51699	118.30	378.64	0.6635	1.8730	1.268	0.725	1.181	891.	154.6	486.9	9.09	135.7	7.79	20.95	0.04000
0.06000	-54.18	-46.89	1413.5	0.35346	127.63	382.97	0.7068	1.8543	1.278	0.748	1.184	854.	156.1	433.2	9.39	131.5	8.28	19.65	0.06000
0.08000	-48.61	-41.44	1396.8	0.26976	134.78	386.21	0.7389	1.8416	1.287	0.767	1.186	827.	157.1	398.2	9.62	128.5	8.65	18.68	0.08000
0.10000	-44.06	-36.98	1382.9	0.21867	140.65	388.83	0.7648	1.8321	1.295	0.783	1.189	805.	157.8	372.6	9.81	126.0	8.96	17.89	0.10000
0.10132b	-43.79	-36.71	1382.1	0.21597	141.01	388.99	0.7663	1.8315	1.295	0.784	1.189	803.	157.8	371.1	9.82	125.9	8.98	17.84	0.10132
0.12000	-40.19	-33.19	1371.0	0.18413	145.69	391.04	0.7865	1.8245	1.302	0.798	1.192	786.	158.3	352.6	9.97	123.9	9.23	17.23	0.12000
0.14000	-36.80	-29.87	1360.4	0.15918	150.12	392.95	0.8053	1.8183	1.308	0.811	1.195	769.	158.7	336.3	10.11	122.1	9.47	16.65	0.14000
0.16000	-33.77	-26.90	1350.9	0.14027	154.10	394.64	0.8220	1.8130	1.314	0.823	1.198	755.	159.0	322.6	10.23	120.5	9.68	16.13	0.16000
0.18000	-31.02	-24.21	1342.2	0.12544	157.73	396.15	0.8370	1.8084	1.320	0.835	1.201	741.	159.2	310.9	10.34	119.0	9.88	15.67	0.18000
0.20000	-28.50	-21.74	1334.1	0.11348	161.07	397.52	0.8507	1.8043	1.326	0.845	1.203	729.	159.4	300.6	10.45	117.7	10.06	15.25	0.20000
0.22000	-26.17	-19.46	1326.6	0.10363	164.17	398.78	0.8632	1.8007	1.331	0.856	1.206	718.	159.6	291.5	10.55	116.5	10.23	14.86	0.22000
0.24000	-24.00	-17.34	1319.5	0.09537	167.07	399.94	0.8748	1.7974	1.336	0.865	1.209	708.	159.6	283.3	10.64	115.3	10.39	14.50	0.24000
0.26000	-21.96	-15.35	1312.8	0.08834	169.80	401.01	0.8857	1.7945	1.341	0.875	1.212	698.	159.7	275.9	10.72	114.3	10.54	14.17	0.26000
0.28000	-20.05	-13.47	1306.5	0.08228	172.38	402.01	0.8959	1.7918	1.346	0.884	1.215	689.	159.7	269.1	10.80	113.3	10.68	13.85	0.28000
0.30000	-18.23	-11.70	1300.4	0.07700	174.83	402.95	0.9055	1.7893	1.351	0.892	1.218	680.	159.8	262.9	10.88	112.3	10.82	13.56	0.30000
0.32000	-16.51	-10.01	1294.6	0.07236	177.17	403.83	0.9145	1.7869	1.355	0.901	1.221	672.	159.7	257.2	10.96	111.4	10.95	13.28	0.32000
0.34000	-14.86	-8.41	1289.0	0.06824	179.41	404.67	0.9232	1.7848	1.360	0.909	1.224	664.	159.7	251.9	11.03	110.6	11.08	13.01	0.34000
0.36000	-13.29	-6.87	1283.7	0.06457	181.55	405.45	0.9314	1.7827	1.364	0.917	1.226	656.	159.7	246.9	11.10	109.8	11.20	12.76	0.36000
0.38000	-11.79	-5.40	1278.5	0.06127	183.61	406.20	0.9392	1.7808	1.369	0.925	1.229	649.	159.6	242.3	11.16	109.0	11.32	12.51	0.38000
0.40000	-10.34	-3.99	1273.5	0.05829	185.60	406.91	0.9468	1.7790	1.373	0.932	1.232	642.	159.6	237.9	11.22	108.2	11.44	12.28	0.40000
0.42000	-8.95	-2.63	1268.7	0.05559	187.52	407.59	0.9540	1.7773	1.377	0.940	1.235	635.	159.5	233.8	11.29	107.5	11.55	12.06	0.42000
0.44000	-7.61	-1.32	1264.0	0.05312	189.37	408.24	0.9609	1.7757	1.382	0.947	1.238	629.	159.4	229.9	11.34	106.8	11.66	11.85	0.44000
0.46000	-6.31	-0.05	1259.4	0.05086	191.17	408.85	0.9676	1.7741	1.386	0.954	1.241	623.	159.3	226.2	11.40	106.2	11.76	11.64	0.46000
0.48000	-5.06	1.17	1255.0	0.04878	192.91	409.44	0.9741	1.7726	1.390	0.961	1.244	616.	159.2	222.7	11.46	105.5	11.87	11.44	0.48000
0.50000	-3.84	2.36	1250.6	0.04687	194.61	410.01	0.9803	1.7712	1.394	0.968	1.247	611.	159.1	219.3	11.51	104.9	11.97	11.25	0.50000
0.55000	-0.96	5.17	1240.2	0.04266	198.65	411.33	0.9951	1.7679	1.404	0.985	1.254	597.	158.8	211.6	11.65	103.4	12.22	10.80	0.55000
0.60000	1.73	7.79	1230.4	0.03913	202.45	412.54	1.0088	1.7649	1.414	1.002	1.262	584.	158.4	204.6	11.77	102.0	12.45	10.39	0.60000
0.65000	4.26	10.25	1221.0	0.03613	206.04	413.64	1.0217	1.7622	1.423	1.018	1.270	571.	158.1	198.3	11.89	100.7	12.68	10.00	0.65000
0.70000	6.65	12.58	1212.0	0.03355	209.45	414.64	1.0338	1.7596	1.433	1.034	1.277	560.	157.7	192.5	12.00	99.5	12.89	9.63	0.70000
0.75000	8.81	14.78	1203.3	0.03129	212.71	415.57	1.0453	1.7573	1.443	1.050	1.285	549.	157.3	187.2	12.11	98.4	13.11	9.25	0.75000
0.80000	11.06	16.87	1195.0	0.02931	215.82	416.43	1.0561	1.7549	1.452	1.066	1.293	538.	156.8	182.3	12.22	97.3	13.32	8.97	0.80000



NBR 16069 - Risco de Vazamento do Fluido Frigorífico

- **Sistema direto** é aquele em que o evaporador ou condensador do sistema frigorífico está em contato com o ar ou outra substância a ser resfriada ou aquecida, neste caso um vazamento poderá atingir o ambiente ocupado. Também chamado de sistema com alta probabilidade de vazamento na área condicionado.
 - Split, compacto (selfcontained) – expansão direta
- **Sistema indireto** é aquele em que um fluido secundário é resfriado ou aquecido pelo sistema frigorífico 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.
 - Água gelada, solução aquosa Fan Coil, unidade de tratamento de ar
- Nota: ver NBR 16069 item 5.1 Sistemas Frigoríficos.



16069 – Sala de Máquinas

- 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 frigorífico proveniente de um vazamento possa se concentrar**, de forma a acionar um alarme e a ventilação mecânica de emergência de acordo com 8.11.4, 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 exigido nesta seção deve ser do tipo rearme manual com rearme localizado dentro da sala de máquinas de refrigeração;

16069 – Sala de Máquinas

- 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:
 - a) 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
 - b) 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 frigorífico.** Os equipamentos de combustão não devem ser instalados na mesma sala de máquinas com equipamentos contendo fluido frigorífico
- e) Risco de explosão com fluidos frigoríficos inflamáveis, quando são **utilizados fluidos frigoríficos dos grupos A2, A3, B2 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 frigoríficos dos grupos A1 e B1, não é exigida tal classificação de área.

16069 – Segurança – Toxicidade e Flamabilidade

- **Classe A:** Os fluidos frigoríficos 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**.
- **Classe B:** Os fluidos frigoríficos têm maior grau de toxicidade, indicado por um **PEL atribuído, inferior a 400 ppm**. Caso contrário, é recomendado um **OEL inferior a 400 ppm**.
- **Classe 1** - se o fluido frigorífico **não demonstrar propagação de chama** quando ensaiado em ar a 60 °C e a 101,3 kPa;
- **Classe 2** - 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**.
 - Nota A2L e B2L são fluidos frigoríficos de menor inflamabilidade com velocidade de queima ≤ 10 cm/s
- **Classe 3** se atender às seguintes condições: Exibir **propagação de chama** quando ensaiado a 60 °C e 101,3 kPa; Ter **LFL $\leq 0,10$ kg/m³** ou ter **calor de combustão ≥ 19.000 kJ/ kg**



16069 – Classificação dos Fluídos Frigoríficos quanto a Toxicidade e Flamabilidade

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 fluídos frigoríficos de menor inflamabilidade com velocidade de queima ≤ 10 cm/s		



16069 – Dados e Classificação dos Fluidos Frigoríficos quanto a Toxicidade e Flamabilidade

Número do fluido	Nome químico	Fórmula química	OEL ppm v/v	Grupo de segurança	RCL		Altamente tóxico ou tóxico
					ppm v/v	g/m3	
frigorífico							
R-12	diclorofluormetano	CCl_2F_2	1000	A1	18.000	90	Nenhum
R-22	clorodifluormetano	CHClF_2	1000	A1	59.000	210	Nenhum
R-32	difluormetano (fluoreto de metileno)	CH_2F_2	1000	A2	36000	77	Nenhum
R-115							
R-123	2,2-dicloro-1,1,1-trifluoretano	CHCl_2CF_3	50	B1	9100	57	Nenhum
R-125	pentafluoretano	CHF_2CF_3	1000	A1	75000	370	Nenhum
R-134a	1,1,1,2-tetrafluoretano	CH_2FCF_3	1000	A1	50000	210	Nenhum
R-143a	1,1,1-trifluoretano	CH_3CF_3	1000	A2	21000	70	Nenhum
R-152a	1,1-difluoretano	CH_3CHF_2	1000	A2	12000	32	Nenhum
R-290	Propano	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$	1000	A3	5300	9,5	Nenhum
R-600	Butano	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	1000	A3			Nenhum
R-717	Amônia	NH_3	25	B2L	320	0,22	Nenhum
R-1234yf	2, 3, 3, 3-tetrafluor - 1 propeno	$\text{CF}_3\text{CF}=\text{CHF}$	400	A2L	16000	75	Nenhum
R-1270	Propeno (propileno)	$\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$	500	A3	1000	1,7	Nenhum



16069 – Dados e Classificação dos Fluidos Refrigerantes quanto a Toxicidade e Flamabilidade

Número do fluido refrigerante	Composição	Tolerâncias de composição	OEL ppm v/v	Grupo de segurança	RCL Ppm v/v g/m3		Altamente tóxico ou tóxico
R-404A	R-125/143a/134a (44.0/52.0/4.0)	Mistura ($\pm 2,0/\pm 1,0/\pm 2,0$)	1000	A1	130000	500	Nenhum
R-407C	R-32/125/134a (23.0/25.0/52.0)	Mistura ($\pm 2,0/\pm 2,0/\pm 2,0$)	1000	A1	76000	270	Nenhum
R-408A	R-125/143a/22 (7.0/46.0/47.0)	Mistura ($\pm 2,0/\pm 1,0/\pm 2,0$)	1000	A1	95000	340	Nenhum
R-410A	R-32/125 (50.0/50.0)	Mistura (+ 0,5, - 1,5/ +1,5, - 0,5)	1000	A1	130000	390	Nenhum
R-417A	R-125/134a/600 (46.6/50.0/3.4)	Mistura ($\pm 1,1/\pm 1,0/\pm 0,1$, - 0,4)	1000	A1	13000	56	Nenhum
R-502	R-22/115 (48.8/51.2)	Mistura	1000	A1	73000	330	Nenhum
R-507A	R-125/143a (50.0/50.0)	Mistura	1000	A1	130000	520	Nenhum



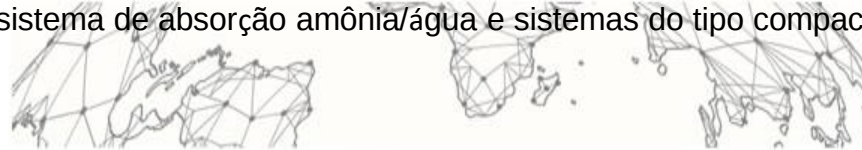
16069 – Dados e Classificação dos Fluídos Frigoríficos quanto a Toxicidade e Flamabilidade

- A norma ABNT NBR 16069 faz referência a ABNT NBR 16666 para estabelecer os riscos de toxicidade aguda, asfixia e os perigos de inflamabilidade de um fluído frigorífico nos espaços fechados normalmente ocupados.
- O valor a ser considerado é o RCL Limite de concentração do fluído frigorífico expresso em ppm v/v ou em g/m³.
- O cálculo de verificação será feito considerando o vazamento instantâneo de toda a carga do fluído frigorífico no volume do espaço confinado, o valor obtido deverá ser menor que o RCL da tabela do anexo A da ABNT NBR 16666



16069 – Dados e Classificação dos Fluídos Frigoríficos quanto a Toxicidade e Flamabilidade

- Aplicações para conforto humano
- Os fluidos frigoríficos dos Grupos A2, A3, B1, B2 e B3 não devem ser utilizados em sistemas de alta probabilidade para conforto humano.
- Exceções:
 - As concentrações indicadas nas Tabelas 1 e 2 do ABNT NBR 16666 devem ser reduzidas em 50 %
 - Esta restrição não se aplica às ocupações industriais
- O equipamento cuja especificação do fabricante indique uma carga igual ou inferior que 3 kg de fluido frigorífico, independentemente da classificação quanto à segurança do fluido frigorífico, estará 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.



16069 – Dados e Classificação dos Fluídos Frigoríficos quanto a Toxicidade e Flamabilidade

Tipo de sistema frigorífico	Quantidade máxima em quilogramas para as diversas ocupações de fluídos frigoríficos inflamáveis A2, B2, A3 e B3.			
	Institucional	Local público / Mercantil grande porte	Residencial	Comercial
Sistema de absorção amônia/água selados				
Em saguões ou ante-salas públicas	0	0	1,5	1,5
Em localizações exteriores adjacentes	0	0	10	10
Em outras localizações que não saguões ou ante-salas públicas	0	3	3	10
Sistemas unitários				
Em outras localizações que não saguões ou ante-salas públicas	0	0	3	10

NBR 16667 – Especificações para Fluidos Frigoríficos

- Baseada na norma AHRI 700
- A norma AHRI apresenta todo o procedimento para a análise de um fluido frigorífico:
- Caracterização dos fluidos frigoríficos, sua composição e contaminantes;
- Coleta e cuidados com a amostra;
- Identificação da amostra;
- Métodos de ensaio e elaboração dos relatórios;



NBR 16667 – Especificações para Fluidos Frigoríficos

Características	Unidades	Seção de referência	R-12	R-22	R-32
Ponto de ebulição pressão de 101,3 kPa	°C	N/A	-29,8	-40,8	-51,7
Ponto de ebulição faixa	K	N/A	±0,3	±0,3	±0,3
Temperatura crítica	°C	N/A	112	96,2	78,1
Conteúdo isômero	% em peso	N/A	N/A	N/A	N/A
Contaminantes na fase vapor					
Ar e outros não condensáveis a 25°C	% em volume	5.10	1,5	1,5	1,5
Contaminantes na fase líquida					
Água quantidade máxima	ppm em peso	5.4	10	10	10
Todas as outras impurezas voláteis, máx.	% em peso	5.11	0,5	0,5	0,5
Resíduo de ebulição elevada, máxima	% em volume ou em peso	5.8	0,01	0,01	0,01
Halogenados insaturados, impurezas voláteis máximo	ppm em peso	5.11.2.1	40	40	40
Partículas sólidas	Aprovado ou reprovado	5.9	Visualmente limpo	Visualmente limpo	Visualmente limpo
Acidez máximo	Ppm em peso (como HCl)	5.7	1	1	1
Cloreto	Aprovado ou reprovado	5.6	Sem turbidez	Sem turbidez	Sem turbidez



Desempenho Comparativo do Fluído Frigorífico por kW de Capacidade de Refrigeração - ASHRAE

- Desempenho Comparativo do Fluído Frigorífico por kW de Capacidade de Refrigeração), que apresentada a seguir dividida em três diferentes condições de operação:
 - Baixa temperatura (congelados): Evaporador -31.7°C / Condensador 30°C ;
 - Média temperatura (resfriados): Evaporador -6.7°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 6.3.1 Desempenho Comparativo de Fluido Refrigerante por kW refrigeração - Temperatura Baixa								
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 Carbon dioxide	1,349	7,213	132,1	7,57	0,0285	0,2157	0,5892	1,697
170 Ethane	1,012	4,655	153,6	6,51	0,0548	0,3567	0,5947	1,682
1270 Propylene	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 Chlorodifluoromethane	0,152	1,192	155,3	6,44	0,1448	0,9325	0,3369	2,968
717 Ammonia	0,110	1,167	1079,1	0,93	1,0425	0,9695	0,3327	3,006

* É necessário o superaquecimento



Tabela 6.3.1 Desempenho Comparativo de Fluido Refrigerante por kW refrigeração - Temperatura Média								
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 -6.7°C/Condenser 30°C								
744 Carbon dioxide	2,909	7,213	129,5	7,72	0,0127	0,0980	0,2845	3,515
170 Ethane	1,024	4,655	163,1	6,13	0,0263	0,1612	0,2786	3,589
32 Difluoromethane	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 Propylene	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 Chlorodifluoromethane	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 Propane	0,385	1,079	288,6	3,47	0,1180	0,4095	0,1669	5,992
717 Ammonia	0,332	1,167	1113,0	0,90	0,3689	0,3320	0,1599	6,254
1234yf 2,3,3,3- Tetrafluoropropene*	0,250	0,783	120,5	8,30	0,0718	0,5959	0,1715	5,831
134a Tetrafluoroethane	0,228	0,770	153,0	6,54	0,0880	0,5755	0,1650	6,061
1234ze(E) trans-1,3,3,3- Tetrafluoropropene*	0,168	0,578	139,6	7,16	0,1086	0,7776	0,1658	6,031
600a Isobutane*	0,123	0,405	278,0	3,60	0,2984	1,0742	0,1620	6,173
* É necessário o superaquecimento								



Tabela 6.3.1 Desempenho Comparativo de Fluido Refrigerante por kW refrigeração - Temperatura Alta

Refrigerante	Pressão	Pressão	Efeito de	Vazão	Volume	Deslocamen	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 7.2°C/Condenser 30°C								
32 Difluoromethane	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 Chlorodifluoromethane	0,626	1,192	171,0	5,85	0,0377	0,2205	0,0918	10,893
290 Propane	0,588	1,079	303,9	3,29	0,0787	0,2589	0,0931	10,741
717 Ammonia	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- Tetrafluoropropene*	0,401	0,783	129,0	7,75	0,0453	0,3511	0,0941	10,627
12 Dichlorodifluoromethane	0,388	0,744	126,9	7,88	1,0449	8,2338	0,0910	10,989
134a Tetrafluoroethane	0,377	0,770	161,0	6,21	0,0542	0,3366	0,0918	10,893
1234ze(E) trans-1,3,3,3- Tetrafluoropropene*	0,280	0,578	149,1	6,71	0,0668	0,4482	0,0918	10,893
600a Isobutane*	0,201	0,405	296,3	3,37	0,1879	0,6332	0,0901	11,099
600 Butane*	0,134	0,283	326,9	3,06	0,2853	0,8730	0,0891	11,223
123 Dichlorotrifluoroethane	0,045	0,110	155,5	6,43	0,3309	2,1277	0,0878	11,390
113 Trichlorotrifluoroethane*	0,021	0,054	137,6	7,27	0,5874	4,2704	0,0876	11,416

* É necessário o superaquecimento



Obrigado pela presença de todos

- Contato
- Oswaldo de Siqueira Bueno
- Consultor ABRAVA
- oswaldo@bueno.eng.br
- Celular: (11) 9 9687 8532

Em comemoração ao Dia Internacional da Preservação da Camada do Ozônio a ABRAVA convida para o webinar que tratará do tema

“Fluídos Refrigerantes – Soluções e Segurança”

Palestrantes



OSWALDO BUENO

Engenheiro Mecânico de Projeto, formado em 1973 e pós-graduação em Ar Condicionado pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo em 1977. É consultor da ABRAVA, Gestor do Comitê Brasileiro 55 da ABNT. Professor da ABRAVA/SMACNA e Latu-Senso em na FEI – Faculdade de Engenharia Industrial.

ROBERTO PEIXOTO

Formado em Engenharia Naval, Mestrado em Engenharia e Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade de São Paulo. Professor de Engenharia Mecânica, Energia e Meio Ambiente no Instituto Mauá de Tecnologia (IMT).



THIAGO PIETROBOM

Doutor em biologia. Diretor do Grupo Ecosuporte – Assessoria Ambiental, Gestão de Resíduos e Central de Regeneração de Fluidos Refrigerantes. Assessor técnico do Conselho de Sustentabilidade da APAS e membro do GT-Ozônio do MMA e Câmaras Temáticas da CETESB.

MEDIADOR - RONALDO ALMEIDA

Diretor da Nova Técnica Editorial e Editor da revista Abrava+Climatização & Refrigeração e do Portal EA.



PARTICIPE AO VIVO
16/09 ÀS 17H00

Transmissão online via

▶ ABRAVAACR no YouTube