

MMA PNUD

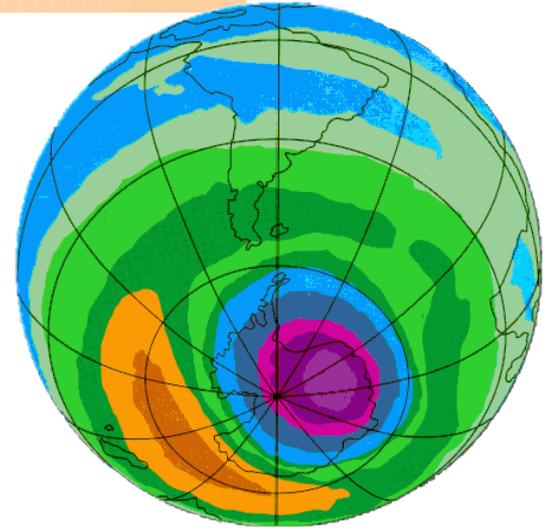
**Difusão do Uso de Fluidos Alternativos em
Sistemas de Refrigeração e Ar Condicionado**

***Fluidos Refrigerantes
Alternativos aos HCFCs***



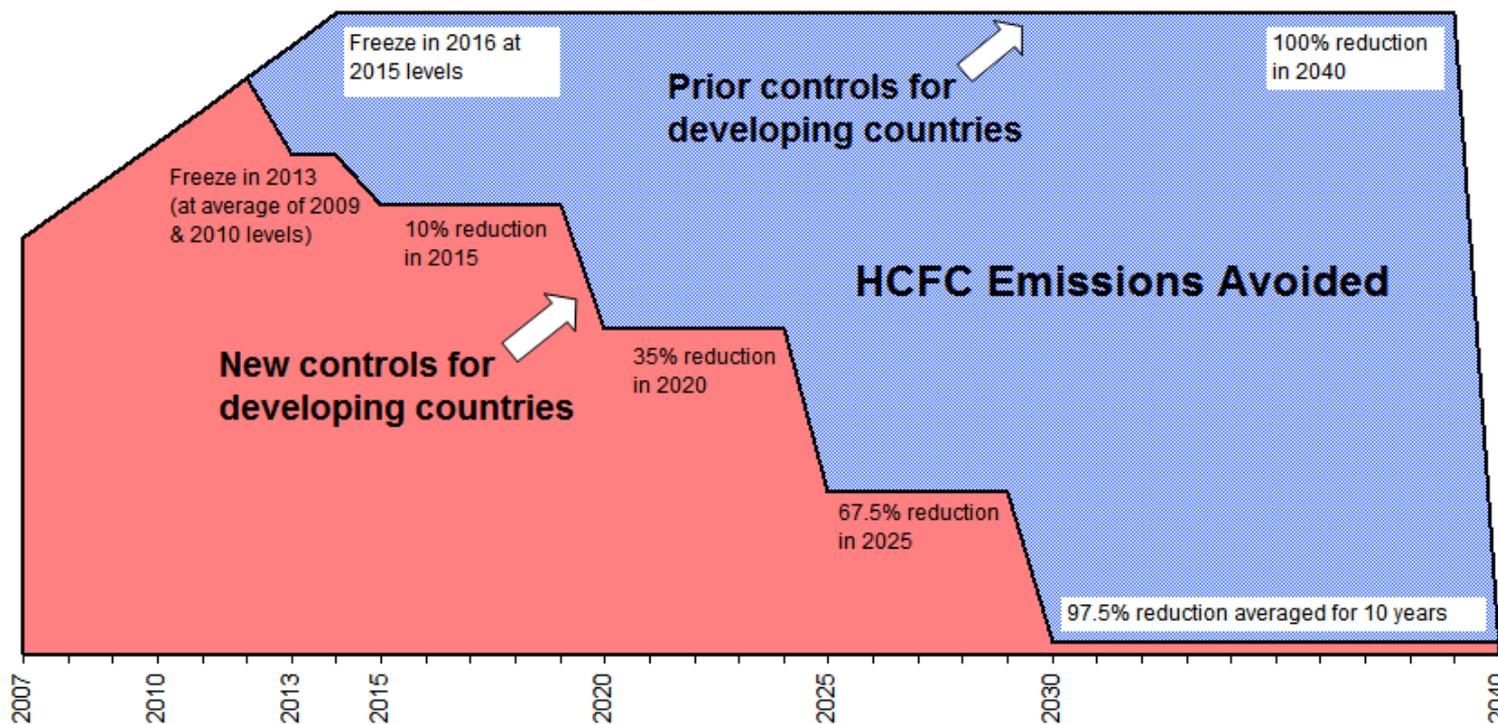
Antecipação da Eliminação dos HCFCs

- A 19ª Reunião das Partes do Protocolo de Montreal, Setembro de 2007, mudou os prazos anteriormente fixados para eliminação dos HCFCs.
- Para os países em desenvolvimento, antes da alteração, o consumo poderia crescer indiscriminadamente até 2015, quando seria congelado. A eliminação só se daria em 2040, sem cronograma intermediário.
- Esta alteração levou em conta os benefícios para a recuperação da camada de ozônio e também para a proteção do clima. HCFCs, como CFCs e HFCs, são GEE



Redução nas Emissões de HCFCs

New Stronger Montreal Protocol Controls Reduce Developing Country HCFC Emissions about 58 Percent



Cronograma de Eliminação dos HCFCs

Países em Desenvolvimento

PAISES EM DESENVOLVIMENTO (A5) COMPROMISSOS EXISTENTES

LINHA DE BASE - 2015

CONGELAMENTO EM 2016

S/ OBRIGAÇÕES

S/ OBRIGAÇÕES

S/ OBRIGAÇÕES

S/ OBRIGAÇÕES

ELIMINAÇÃO EM 2040

NOVOS COMPROMISSOS EM FUNÇÃO DO AJUSTE MONTREAL 2007

VALOR MÉDIO DA PRODUÇÃO E
CONSUMO DE 2009 E 2010

CONGELAMENTO EM 2013

10% REDUÇÃO EM 2015

35% REDUÇÃO EM 2020

67,5% REDUÇÃO EM 2025

97,5% REDUÇÃO EM 2030 *

INALTERADO

- *O valor médio anual de 2,5% é restrito a manutenção de equipamentos de refrigeração e ar condicionado*
- *durante o período de 2030 – 2040 e sujeito a revisão em 2025.*



Cronograma de Eliminação dos HCFCs

Países Industrializados

PAÍSES DESENVOLVIDOS (Ñ A5) COMPROMISSOS EXISTENTES

LINHA DE BASE – 2.8% CFC1989 MAIS
100% HCFC 1989

CONGELAMENTO - 1996

35% REDUÇÃO EM 2004

65% REDUÇÃO EM 2010

99,5% REDUÇÃO EM 2020 *

ELIMINAÇÃO EM 2030

NOVOS COMPROMISSOS EM FUNÇÃO DO AJUSTE MONTREAL 2007

INALTERADO

INALTERADO

75% REDUÇÃO EM 2010

90% REDUÇÃO EM 2015

INALTERADO

INALTERADO

- *O valor médio anual de 0,5% é restrito a manutenção de equipamentos de refrigeração e ar condicionado*
- *durante o período de 2020 – 2030 e sujeito a revisão em 2015.*



Breve Histórico dos Refrigerantes

1834: Perkins refrigeração por compressão de vapor utilizando eter etílico

1880 - 1920 : amônia, ácido sulfúrico, dióxido de carbono e propano

1930 - 1940 : CFCs (R-12, R-11, R-114, R-113)

1950s : HCFCs (R-22, R-502)

1974 : Teoria da destruição do Ozônio (Molina e Rowland)

1987 : Protocolo de Montreal (eliminação de CFCs e HCFCs)

1992 : Convenção do Clima (UNFCCC)

1997 : Protocolo de Kyoto (redução das emissões de **HFCs**, PFCs, CO₂, SF₆, N₂O, CH₄)

3º milênio : Quais refrigerantes serão utilizados ?

HFCs, CO₂, HCs, amônia, HFCs de baixo GWP ?



Cronograma de Eliminação dos HCFCs EU, USA, Japão

- Na Europa HCFC-22 foi eliminado em novos equipamentos em 31 Dezembro de 2003. Nos USA, a produção de HCFC-22 para uso em novos equipamentos terminou em 1 de Janeiro de 2010. No Japão, HCFC-22 foi eliminado em novos equipamentos em 1 de Janeiro de 2010.**



USOS DE HCFCs COMO FLUIDO REFRIGERANTE

Refrigerante	Utilização
HCFC-22 (R-22) <i>(O refrigerante mais utilizado atualmente)</i>	<ul style="list-style-type: none">• ar condicionado residencial (splits e de janela)• equipamentos para ar condicionado comercial (rooftop)• bombas de calor (<i>no Brasil para aquecimento de piscinas</i>)• sistemas de ar condicionado central (chillers)• sistemas de refrigeração comercial para supermercados, armazenamento frigorificado, etc.
HCFC-123 (R-123)	<ul style="list-style-type: none">• unidades de resfriamento de líquidos (chillers) centrífugos
Misturas de HCFC (R-401 A&B, 402A&B, 405A, 406A, 408A, 409A, 411A&B, 414A&B and 416A)	<ul style="list-style-type: none">• equipamentos de refrigeração doméstica e comercial• retrofit de sistemas que operam com CFC-12, R-502



Opções para Refrigerantes

Panorama Geral

- Desde o estabelecimento do Protocolo de Montreal, a indústria de refrigeração tem procurado substitutos para os refrigerantes CFCs e HCFCs.
- Nos últimos 15 anos, os fluidos refrigerantes utilizados evoluíram de três ou quatro substâncias destruidoras de ozônio (SDOs) (basicamente CFC-11, CFC-12, HCFC-22 e R-502), para perto de cem fluidos incluindo hidrofluorcarbonos (HFCs), perfluorocarbonos (PFCs), amônia, dióxido de carbono e hidrocarbonetos (HCs).
- Desta forma, fabricantes de equipamento, projetistas, instaladores e usuários finais tem que tomar decisões sobre quais refrigerantes escolher para substituir SDOs.
- Isto deu origem a questionamentos com respeito a implicações energéticas, ambientais e de segurança das novas substâncias, com a conclusão que não há mais um número pequeno de soluções simples.



Protocolo de Kyoto 1997

Substâncias Controladas

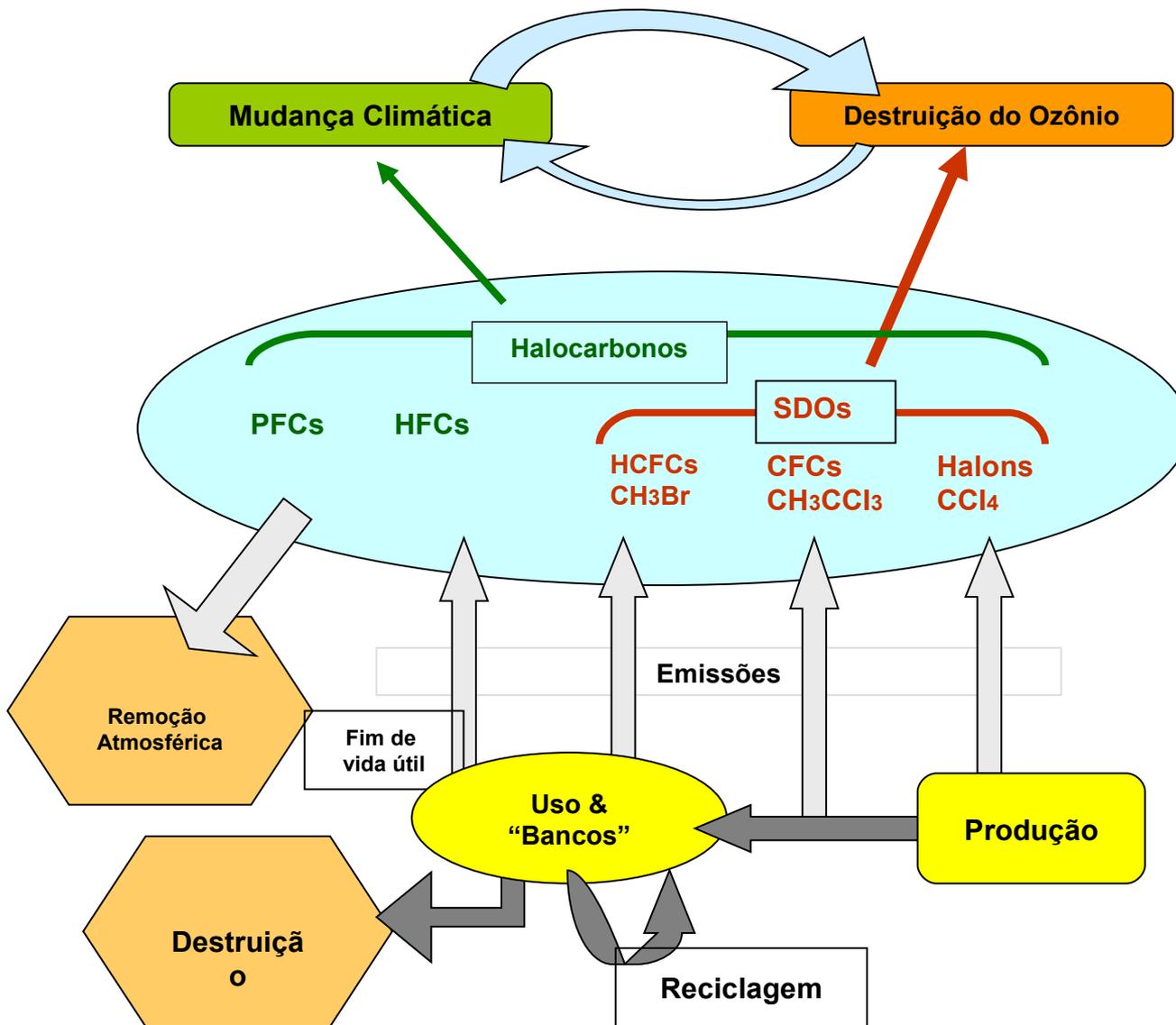
- CO_2 , PFCs, SF_6 , N_2O , CH_4 , HFCs



VALORES ATMOSFÉRICOS PARA VÁRIOS FLUIDOS REFRIGERANTES

DENOMINAÇÃO	DENOMINAÇÃO QUÍMICA	TEMPO DE VIDA ATMOSFÉRICO (anos)	GWP 100 anos	GWP 500 anos	GWP 1000 anos	ODP
CO ₂	Dióxido de carbono	^b	1	1	1	–
CFC- 11	Triclorofluormetano	45	4600	1,600	1125	1.0
CFC- 12	Diclorodifluormetano	100	10,600	5,200	NA	0.82
HCFC- 123	2,2- Dicloro- 1,1,1- trifluoretano	1.4	120	36	19	0.012
HCFC- 141b	1,1- Dicloro-1- fluoretano	9.2	700	220	115	0.086
HCFC- 22	Clorodifluorometano	11.8	1,900	590	324	0.034
HFC- 125	Pentafluoretano	32.6	3,800	1,200	651	0.000
HFC- 134a	1,1,1,2- Tetrafluoroetano	13.6	1,300	500	356	0.000
HFC- 152a	1,1- Difluoroetano	1.5	190	58	31	0.000
HFC- 227ea	1,1,1,2,3,3,3- heptafluorpropano	36.5	3,800	1,300	695	0.000
HFC- 245fa	1,1,1,3,3- Pentafluorpropano	8.8	820	NA	189	0.000
HFC- 32	Difluormetano	5.6	880	270	174	0.000
R- 717	Amônia	NA	< 1	NA	NA	0.000





Legislação Européia sobre HFCs

- Decreto EC No 842/2006
 - contenção e manejo responsável;
 - Reciclagem e recolhimento na disposição final de equipamentos;
 - Treinamento e certificação de pessoal envolvido na contenção e recolhimento de HFCs;
 - Relato de quantidades produzidas, comercializadas e emitidas;
 - Rotulagem de produtos e equipamentos.



Estudo TEAP UNEP

- Alternativas para os HCFCs de baixo GWP (baixo impacto climático)
- http://www.unep.ch/ozone/Assessment_Panels/TEAP/Reports/TEAP_Reports/teap-2010-progress-report-volume1-May2010.pdf



Refrigeração Doméstica e Congeladores ("Freezers")

- Cerca de 60% dos novos refrigeradores empregam **HFC-134a**.
- Cerca de 36% empregam **hidrocarbonetos**, principalmente **HC-600a (isobutano)**
- Prevê-se que dentro de 10 anos, pelo menos, 75% dos novos produtos utilizarão **hidrocarbonetos**; mudanças nas normas estão sendo realizadas e a legislação pode facilitar a transição.
- Nenhuma tecnologia pode competir a médio prazo com a de compressão de vapor para produção em massa.



Refrigeração Comercial

- Refrigeração comercial inclui 3 categorias de sistemas: equipamentos compactos “stand-alone”, unidades condensadoras, e sistemas centralizados de refrigeração para supermercados
- Soluções para substituir **HCFC-22** dependem das características de cada aplicação
- A maioria dos equipamentos compactos utilizam **HFC-134a**; uso de HCs está se ampliando com uma eficiência energética comparável.



Refrigeração Comercial

- Unidades condensadoras apresentam como alternativa dominante para a substituição de **HCFC-22**, o **HFC-134a** e **R-404A**
- Sistemas de refrigeração para supermercados estão utilizando **R-404A**, **HFC-134a**, **amônia**, **HCs**, **CO₂**, tanto em sistemas diretos como em sistemas indiretos (com fluidos “secundários”)
- Uma tendência atual importante consiste em sistemas em cascata com **HFC-134a** no circuito de alta temperatura e **CO₂** no circuito de baixa temperatura.



Transporte refrigerado

- Maioria dos equipamentos utiliza **HFCs**
- **HCFC-22** é usado em navios frigoríficos e transporte rodoviário em países em desenvolvimento
- Desenvolvimento de sistemas com substâncias está em curso mas com diversos desafios técnicos e requisitos de segurança
- As substâncias com **baixo-GWP** mais promissoras são **hidrocarbonetos e dióxido de carbono**



Refrigeração Industrial

- **Amônia** é o refrigerante dominante nas aplicações de refrigeração de grande porte
- Nas aplicações onde a toxicidade da **amônia** não é aceitável, **dióxido de carbono** pode ser uma alternativa
- **HFCs de alto-GWP** não são usados significativamente em sistemas de refrigeração de grande porte
- É improvável que os **HFCs de baixo-GWP** (e.g. **HFC-1234yf**) desenvolvidos para outras aplicações (ar condicionado automotivo) sejam utilizados neste setor



AC Unitário

- Quase todos equipamentos usavam **HCFC-22** antes de 2000, e a transição está completa ou quase finalizada nos países desenvolvidos
- Nos países desenvolvidos, **HFCs de alto-GWP** tem sido as alternativas dominantes, sendo o **R-410A** o mais amplamente utilizado (**R-407C** é usado em certas regiões); **hidrocarbonetos** estão sendo utilizados em aplicações de baixa carga
- Em países em desenvolvimento, substituições de **HCFC-22** no curto prazo serão **R-407C** e **R-410A**, com **hidrocarbonetos** para aplicações de baixa carga



AC Unitário

- **HFC-32** é uma alternativa de menor GWP para **HCFC-22** que **R-410 A** (um GWP)
- Devido ao aumento de experiência com fluidos inflamáveis, **HFC-32** pode ser uma alternativa ao **HCFC-22** melhor que o **R-410A**
- Uso de **hidrocarbonetos** é previsto aumentar
- **HFCs de baixo-GWP** podem se tornar substitutos para os refrigerantes **HFC de alto-GWP**; entretanto, devido a menor densidade de vapor existe um impacto nas dimensões do equipamento e custos
- **Dióxido de carbono** deve aumentar o uso para temperaturas ambientes baixas



Chillers

- Centrifugas empregam **HFC-134a** e **HCFC-123**; neste momento não é possível dizer se as opções de baixo-GWP (como **HFCs baixo-GWP**, e.g. **HFC-1234yf**) serão consideradas adequadas para chillers centrífugos
- Em chillers com compressor alternativo, parafuso ou scroll **HCFC-22** tem sido substituído nos países desenvolvidos por **R-407C** e **R-410A**
- Uso de **amônia** em chillers é mais comum em equipamentos de tamanho pequeno; **HCs** também são utilizados em um número limitado de aplicações; a questão de segurança é uma preocupação em certas regiões



Chillers

- Em regiões onde as empresas, o governo apoiam soluções com hidrocarbonetos, preocupações com segurança foram superadas por meio de engenharia, treinamento de técnicos e mudanças na legislação
- **Dióxido de carbono** é uma alternativa para chillers que também produzem água quente
- **Água (R-718)** tem sido aplicada em muitos poucos casos



Ar Condicionado Automotivo

- **HCFCs** são principalmente utilizados em ar condicionado de ônibus e trens; as alternativas são **HFC-134a** e **dióxido de carbono**
- A substituição de **HFC-134a** em carros de passageiros vai continuar
- As opções iniciais de substituição do **HFC-134a** com $GWP < 150$ são **dióxido de carbono** e **HFC-152a**; atualmente a alternativa mais importante é o **HFC-1234yf**
- Todas opções tem “eficiência energética” comparável.
- Aparentemente a alternativa mais considerada pelas empresas automotivas é o **HFC-1234yf**



Aplicação	Refrigerante CFC ou HCFC	Refrigerante HFC Puro ou Misturas contendo HFCs	Refrigerante não halogenado (“natural”)
Refrigeração Doméstica Bebedouros	CFC-12	HFC-134a R-401A	HC-600a HC-600a/HC-290
Refrigeração comercial – unidades compactas (congeladores para sorvetes e refrigeradores de bebidas, “vending machines”, expositores, etc.)	CFC-12 R-502	HFC-134a, R-404A R-417A	HC-600a HC-600a/HC-290 CO ₂
Refrigeração comercial – unidades condensadoras	HCFC-22 CFC-12	HFC-134a R-404A	
Refrigeração comercial – supermercados (sistemas centralizados com <i>rack</i> de compressores)	HCFC-22	R-404A R-417A	CO ₂ HCs Amônia
Transporte Refrigerado – caminhões frigoríficos	CFC-12	HFC-134a R-404A	
Ar Condicionado e Refrigeração Industrial (unidades resfriadoras de líquidos – <i>chillers</i> centrífugos e com compressores alternativos, parafuso ou scroll)	CFC-11 CFC-12 HCFC-22 HCFC-123	HFC-134a R-407C	HCs Amônia
Ar Condicionado Veicular (automóveis, ônibus)	CFC-12	HFC-134a	CO ₂ HCs



Comparison: HCFCs & HFCs

	HCFC	HFC	
Refrigerant	R22	R407C	R410A
Components	HCFC22 (100%)	HFC32/125/134a (23/25/52wt%)	HFC32/125 (50/50wt%)
ODP ^{*1}	0.05	0	0
GWP ^{*2}	1810	1770	2090
Pressure at 25°C at 50°C	1.04MPa	1.19MPa	1.65MPa
	1.94MPa	2.21MPa	3.06MPa
Lubrication Oil	Mineral	Ether	Ether
		Ester	Ester

*1: Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2006,
National Oceanic & Atmospheric Administration

*2: IPCC2007 4th Assessment Report



A Opção Fluidos Refrigerantes Naturais

- Os hidrocarbonetos, a amônia, CO₂, água e ar, fazem parte de um grupo de substâncias chamado de “refrigerantes naturais”.
- Todos "refrigerantes naturais" existem em ciclos materiais da natureza mesmo sem interferência humana
- Evolução e inovações tecnológicas ajudaram a considerar os refrigerantes naturais como uma solução segura econômica para determinadas aplicações.
- Sistemas de refrigeração com "refrigerantes naturais" deverão ter um papel cada vez mais importante no futuro como soluções técnicas.
- Por que ?



Table 1. Old “Natural” Working Fluids

Refrigerant	ASHRAE	Composition	Boiling Point °C	ODP	GWP
Ammonia	R-717	NH ₃	-33.6	0	~0
Propane	R-290	C ₃ H ₈	-42.0	0	~0
Isobutane	R-600a	C ₄ H ₁₀	-11.9	0	~0
Water	R-718	H ₂ O	100.0	0	~0
Carbon Dioxide	R-744	CO ₂	-78.4	0	1



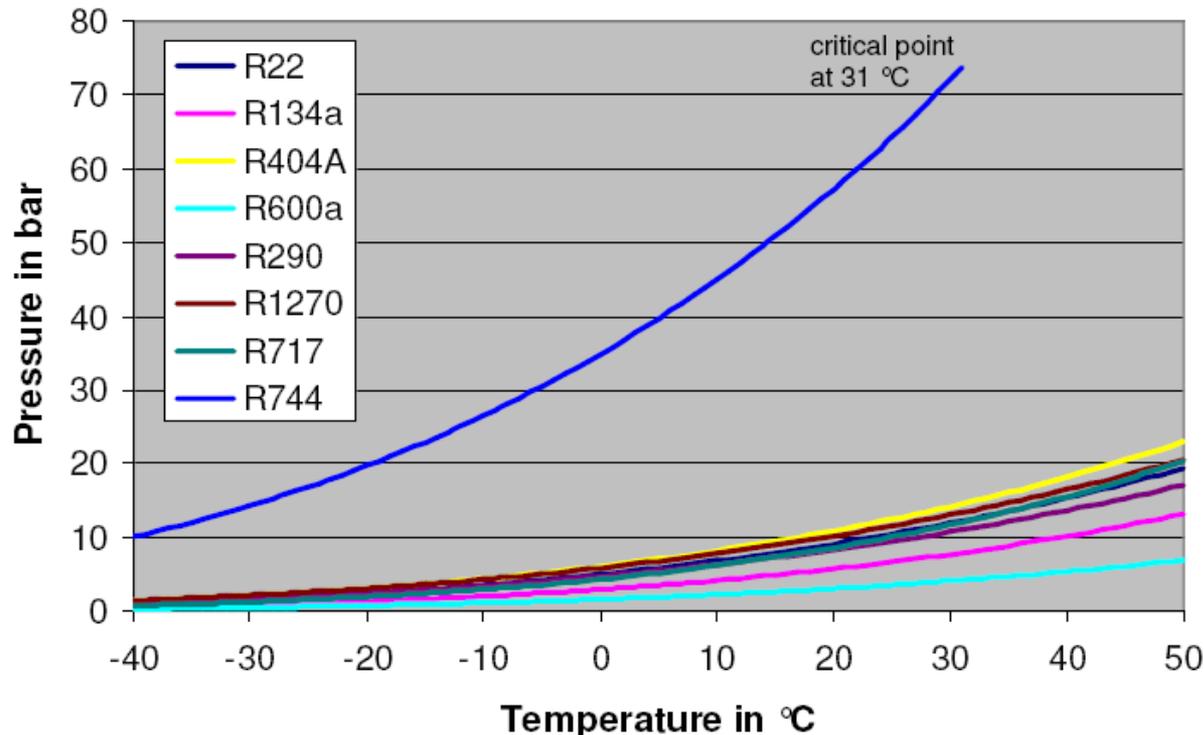
Dióxido de Carbono (CO₂, R-744)

- Dióxido de carbono é um fluido refrigerantes que vem sendo utilizado há mais de um século.
- Tem boa compatibilidade química com os materiais comuns e uma solubilidade boa com diversos óleos lubrificantes.
- Não tem ODP e apresenta GWP insignificante.
- R-744 é classificado pelas normas como refrigerante A. Não inflamável, tóxico em concentrações moderadas, acima de 5% em volume no ar.
- É de baixo custo e disponível em qualquer quantidade em qualquer parte do mundo.
- Tem propriedades bem conhecidas e documentadas.



Dióxido de Carbono (CO₂, R-744)

- A grande diferença entre CO₂ e outros refrigerantes comuns é sua relação pressão-temperatura, e particularmente sua baixa temperatura crítica de ~31 °C

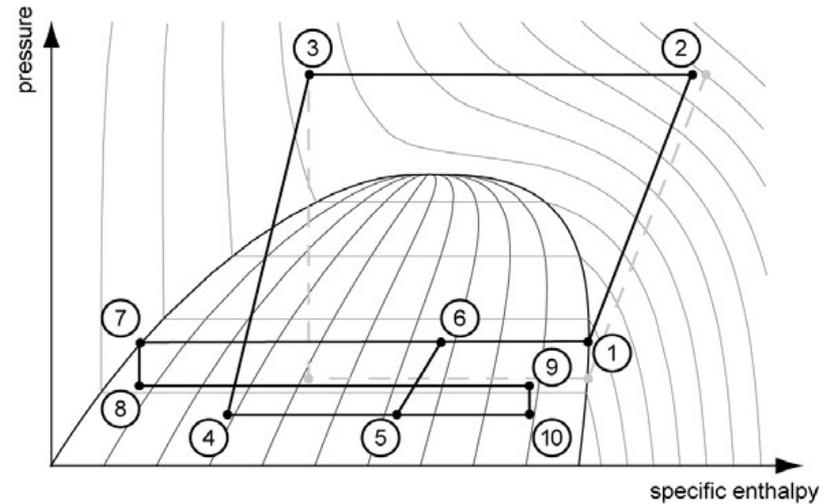
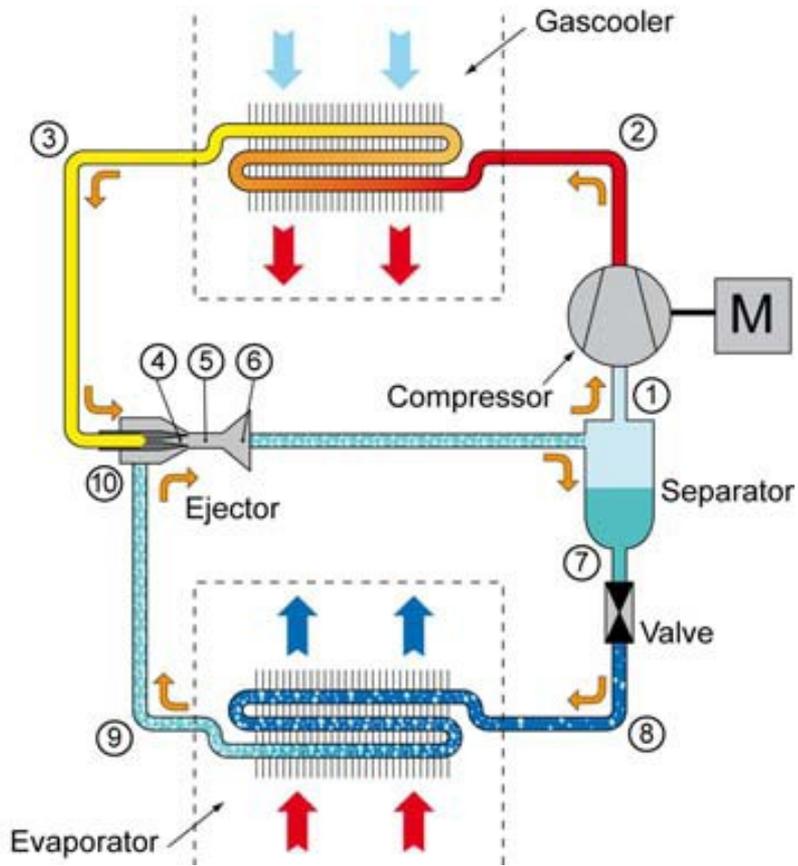


Dióxido de Carbono (CO₂, R-744)

- O ciclo transcrito básico é potencialmente menos eficiente que um ciclo de compressão convencional em função das grandes perdas termodinâmicas.
- Esforços significativos de pesquisa e desenvolvimento estão em curso para aumentar a eficiência do ciclo, através de desenvolvimento de expansores (ao contrário de válvulas de expansão), ejetores de forma a recuperar as perdas.
- Dióxido de carbono está sendo considerado em sistemas de ref. para supermercados tanto em sistemas de expansão direta quanto em sistemas em cascata com dióxido de carbono no estágio de baixa temperatura e amônia ou R404A ou HFC-134a no estágio de média temperatura



Ciclo com Ejetor - CO₂



Compressores para CO₂



<http://www.r744.com/products>.



INSTITUTO MAUÁ DE TECNOLOGIA - IMT

Roberto de Aguiar Peixoto

Bombas de Calor CO₂



Kitchen RC Bathroom RC



Heat pump unit Hot water storage tank



Amônia (NH₃, R-717)

- No período de 1930 a 1990, quase todas legislações para construção de edifícios, normas para equipamentos e para projetos de sistemas de ar condicionado e procedimentos de instalação foram desenvolvidas para equipamentos e sistemas utilizando refrigerantes halogenados.
- Além disso, os fornecedores importantes de equipamentos desenvolveram produtos para atender estas normas que permitia somente o uso de refrigerantes halogenados.
- Os arquitetos, engenheiros, e empreiteiros utilizaram sistemas de refrigerantes halogenados em seus projetos e instalações de condicionamento de ar.
- Portanto, halogenados tornaram-se os refrigerantes escolhidos para aplicações comerciais e residenciais de condicionamento de ar, enquanto amônia permaneceu o refrigerante para refrigeração industrial.



Amônia (NH₃, R-717)

- A amônia (R-717) é um refrigerante sem impacto ambiental direto porque não destrói o ozônio atmosférico, tem um potencial de destruição de ozônio (ODP) zero, assim como não contribui para o aquecimento global, pois tem um potencial de aquecimento global (GWP) também zero.
- Em função de suas propriedades termodinâmicas excelentes para a utilização como fluido refrigerante em sistemas de refrigeração por compressão de vapor, o uso da amônia implica em um consumo menor de energia que o uso de outros refrigerantes em sistemas industriais de refrigeração de grande porte.
- Com relação à questão da segurança, amônia tem um histórico de bom desempenho comprovado em parte por causa do seu odor reconhecível e facilmente detectável, instalações implantadas em conformidade com normas da indústria, e de operadores bem treinados



Amônia (NH₃, R-717)

- a. Refrigeração Industrial e comercial:
sistemas em cascata NH₃/CO₂
- b. Sistemas de absorção
- c. Carga pequena e sistema com menos fugas
- d. **Refrigeração Comercial**
Supermercados Sistemas Indiretos
(típicos para amônia)



Hidrocarbonetos (HCs)

- Os refrigerantes hidrocarbonetos foram introduzidos no começo do século XX (na Alemanha em 1916).
- Nos anos 20 e 30, refrigeradores foram desenvolvidos utilizando isobutano (R-600a) como fluido refrigerante.
- Gradualmente, os CFCs substituíram todos os outros refrigerantes, mesmo assim no início dos anos 50 podiam ser encontrados produtos novos no mercado europeu utilizando isobutano. Logo em seguida uma mudança mundial para CFC-12 se realizou.
- Seus usos como fluidos de trabalho se restringiram a grandes plantas de refrigeração industrial dentro da indústria do petróleo e de gás.



Hidrocarbonetos (HCs)

- Os hidrocarbonetos são incolores e quase inodoros e têm potencial de esgotamento de ozônio zero ($ODP = 0$) e potencial de aquecimento global direto desprezível ($GWP = 3$).
- A opção de uso de hidrocarbonetos como refrigerantes alternativos aos CFCs recebeu atenção considerável na Alemanha em 1990/1991.
- Em 1993 uma companhia iniciou a venda de refrigeradores usando uma mistura de propano e isobutano como refrigerante.
- Como resultado de ações tomadas pelo Greenpeace, e aumento da consciência ambiental a opção hidrocarbonetos se tornou realidade.



Hidrocarbonetos (HCs)

- Os hidrocarbonetos são tecnicamente viáveis para serem utilizados em todos tipos de sistemas mas aplicações práticas são restringidas por códigos de segurança e regulamentos nacionais.
- Os hidrocarbonetos são inflamáveis e medidas adequadas de segurança devem ser usadas durante manipulação, fabricação, manutenção e assistência técnica e disposição do equipamento.
- Diversos países têm legislação e normas técnicas sobre as limitações de uso e dos aspectos de segurança necessários.



Hidrocarbonetos (HCs)

- a. Carga pequena e sistema com menos fugas
- b. Sistemas em cascata
- c. **Circuitos secundários (Refrigeração Supermercados)**



Cenário Internacional



www.refrigerantsnaturally.com

Refrigerants, Naturally is supported by Greenpeace and the United Nation Environment Programme and recognised as a "Partnership for Sustainable Development" by the UN Commission on Sustainable Development



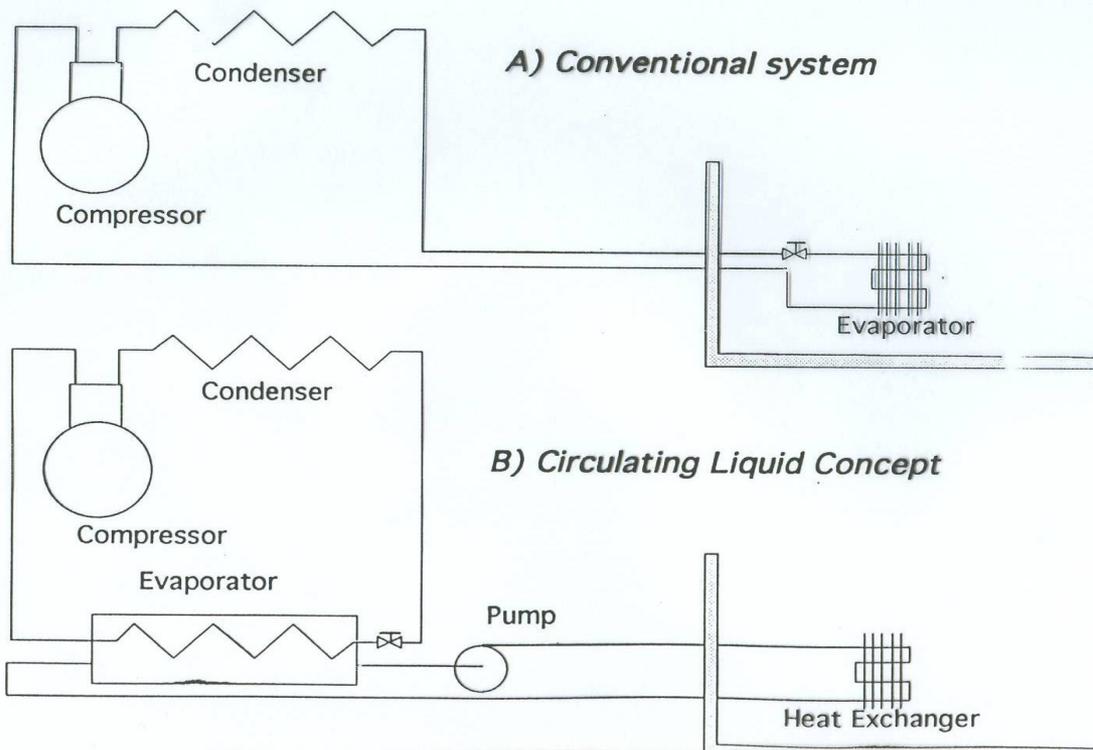
Eurammon

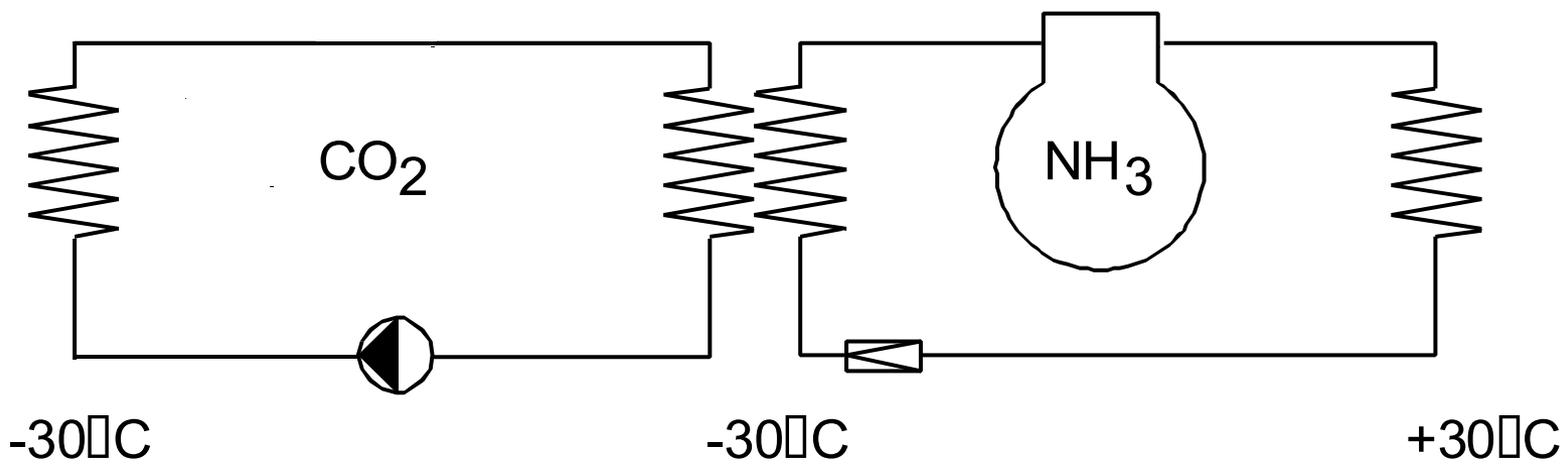
- O eurammon é uma iniciativa conjunta de empresas, instituições e indivíduos que estão comprometidos com o aumento do uso de refrigerantes naturais.
- Pode ser caracterizado como um centro de competência para o uso de fluidos de trabalho naturais em refrigeração.
- Sua missão é criar uma plataforma de informação e conhecimentos compartilhados com o objetivo de incentivar a consciência geral e a aceitação de refrigerantes naturais, promover seu uso nos interesses de um meio ambiente saudável e colaborar para desenvolver sistemas de refrigeração dentro do conceito do desenvolvimento sustentável
(www.eurammon.com/englisch/html/index.html)

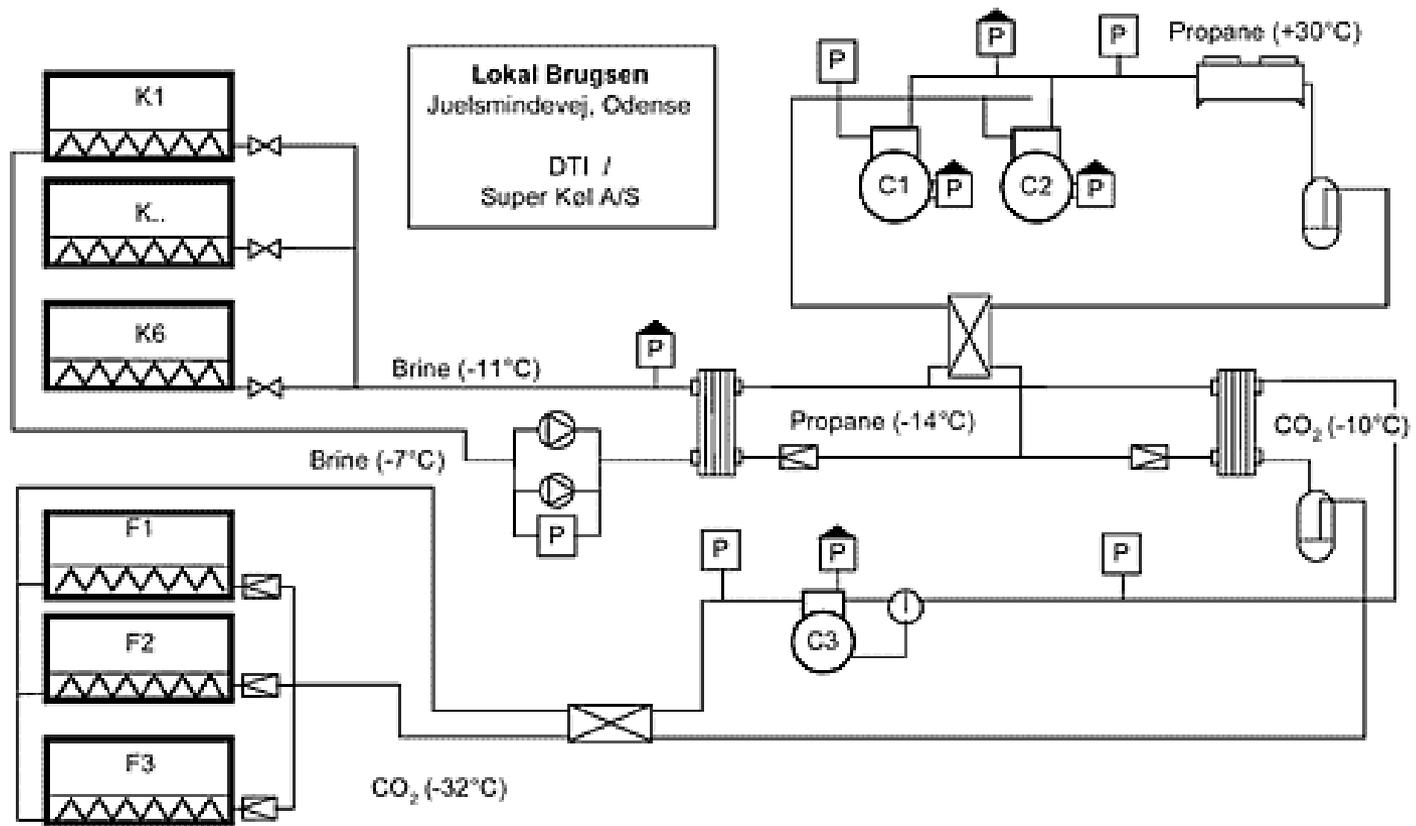


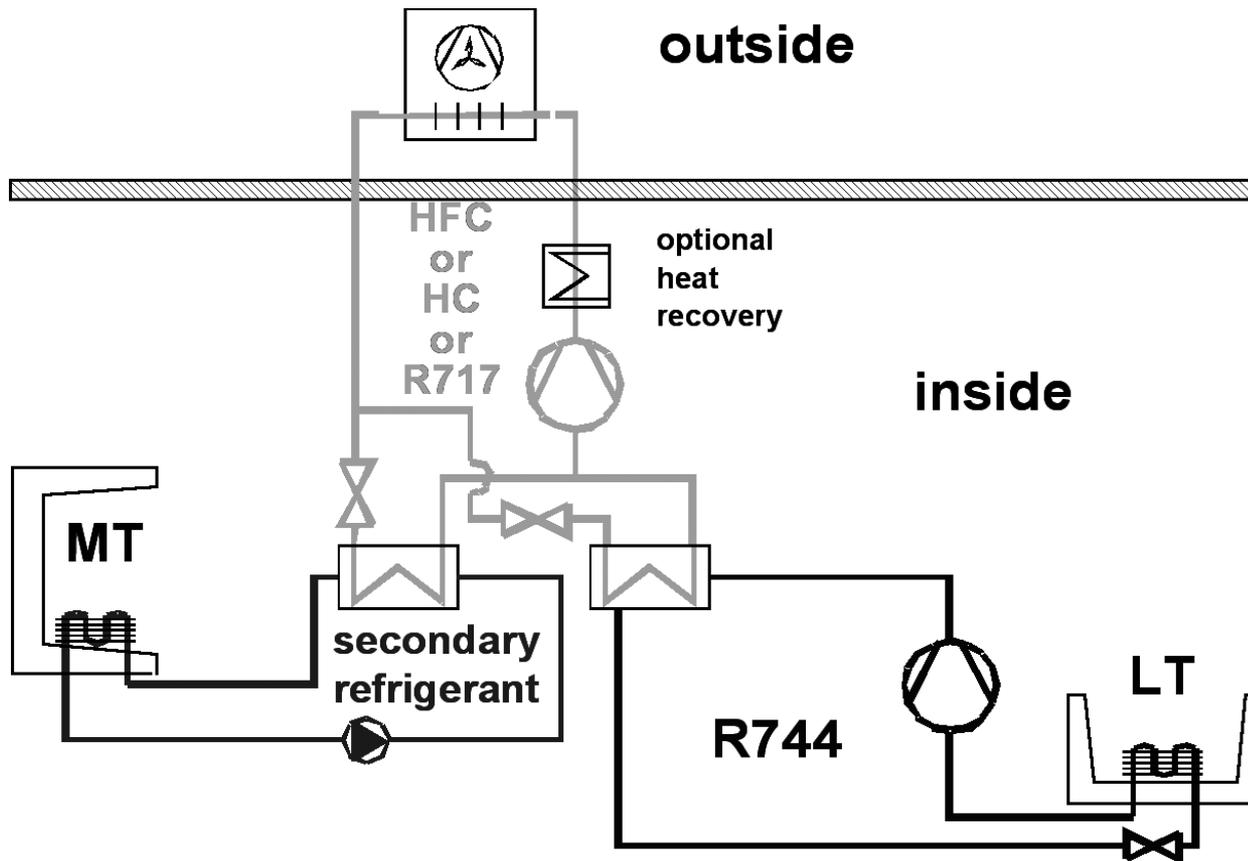
Sistemas Indiretos de Refrigeração

What is Indirect (Secondary) Refrigeration System









Natural Refrigerants - GTZ
Roberto de Aguiar Peixoto

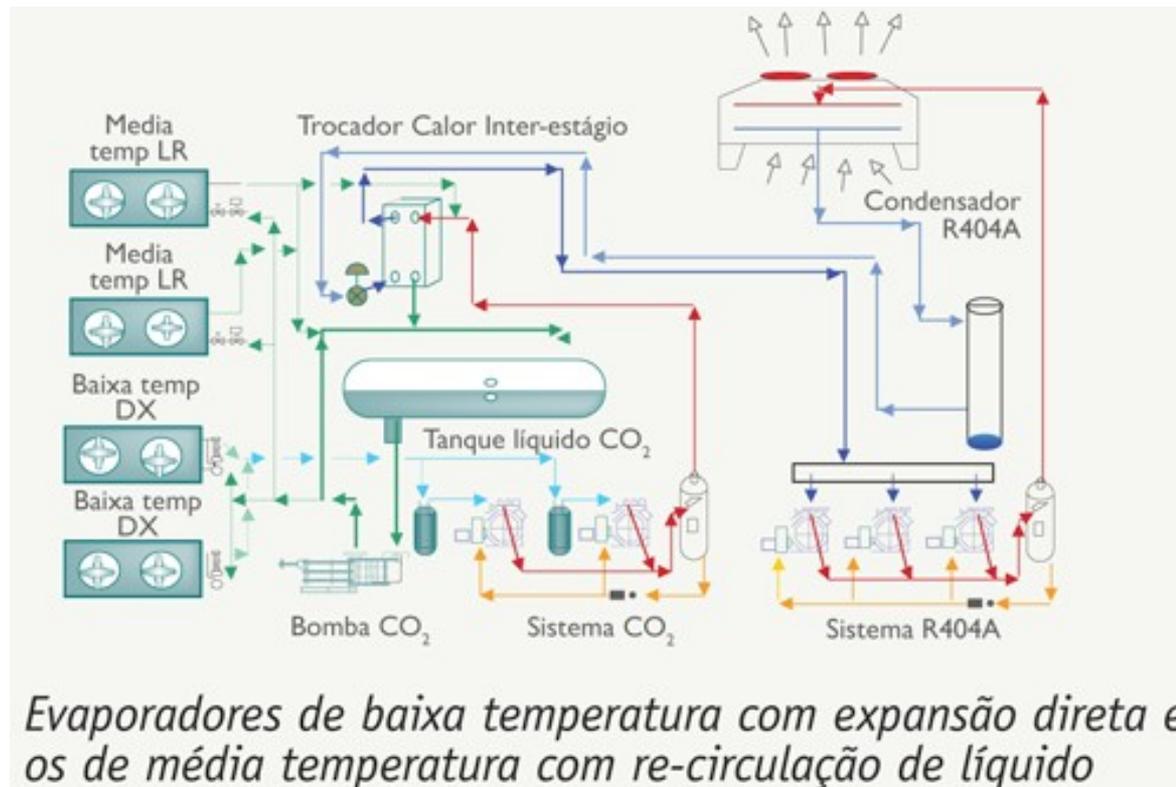


	GWP	Flam- mability	Toxicity	Price of Refrigerant	Price of System	Theoretica l system efficiency
HFCs	high	No	no	moderate	low	good
Hydrocarbons	low	Yes	no	low	low to medium	good
Carbon Dioxide	low	No	only at high concentr.	low	medium	medium
Ammonia	low	can be ignited	yes	low	medium to high	good

Natural Refrigerants - GTZ



Sistema Cascata com CO₂/R-404A



Climatização e Refrigeração

Roberto de Aguiar Peixoto



CONCLUSÕES REFRIGERANTES NATURAIS

- Na linha dos esforços globais para proteção do clima, há um interesse em "refrigerantes naturais".
- O uso de refrigerantes não-sintéticos, naturais, basicamente amônia (R-717), dióxido de carbono (R-744) e HCs (R-600a, R-290, R-1270) está aumentando em função das suas características ambientais e de desempenho favoráveis
- Os refrigerantes naturais são muito baratos, o que tem um efeito positivo não só na carga inicial de uma instalação, mas também, considerando os custos operacionais devido aos vazamentos.
- Por outro lado devido à questão de segurança, estima-se que os custos de investimento para instalações usando refrigerantes naturais é mais alto que para instalações usando refrigerantes sintéticos, dependendo do tipo e tamanho do sistema.



CONCLUSÕES REFRIGERANTES NATURAIS

- Não há atualmente um refrigerante ideal, deve-se considerar cada sistema de RAC dentro de suas particularidades para a escolha do refrigerante.
- Comparando com CFCs e HCFCs o uso destas alternativas apresenta desafios técnicos, incluindo as questões de segurança e eficiência.



CONCLUSÕES

- O retorno a um conjunto padronizado constituído por um pequeno número de refrigerantes para a maioria das aplicações não deve ocorrer no médio prazo.
- A maior probabilidade é de um grupo formado por vários refrigerantes que continuará a desenvolver-se ao longo das próximas décadas.



Fluidos Refrigerantes Candidatos

Table 1. Candidates' Components

Candidates	Considerations
"Natural refrigerants" (NH ₃ , CO ₂ , HCs, H ₂ O, air)	Efficiency, for NH ₃ and HCs also flammability
Low GWP HFCs (R-32, R-152a, R-161...)	Flammability; most suppressants have high GWP
HFES	Disappointing thus far, still?
HEs (R-E170...)	Flammability
Unsaturates (olefins) (R-1234yf...)	Short atmospheric lifetime and therefore low GWP flammability? Toxicity? Compatibility?
HFICs, FICs [R-311l (CH ₂ Fl), R-131l (CF ₃ l)...]	Expensive, ODP>0 but not in MP some are toxic; compatibility?
Fluorinated alcohols (-OH) fluorinated ketones [-(C=O)-]	Efficiency? Flammability? Toxicity? Compatibility?
Others	??? — <u>no ideal refrigerants</u>

© 2006.10 James M. Calm

