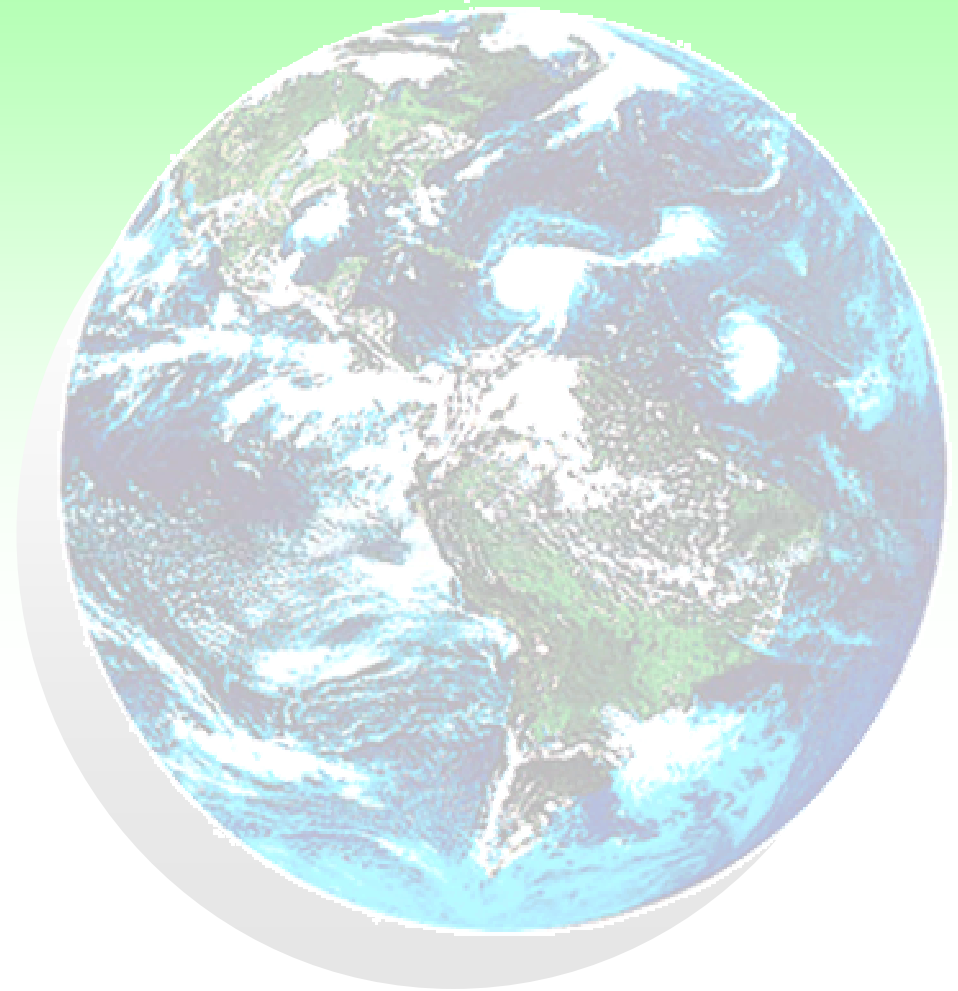


# RETROFIT DE REFRIGERANTES

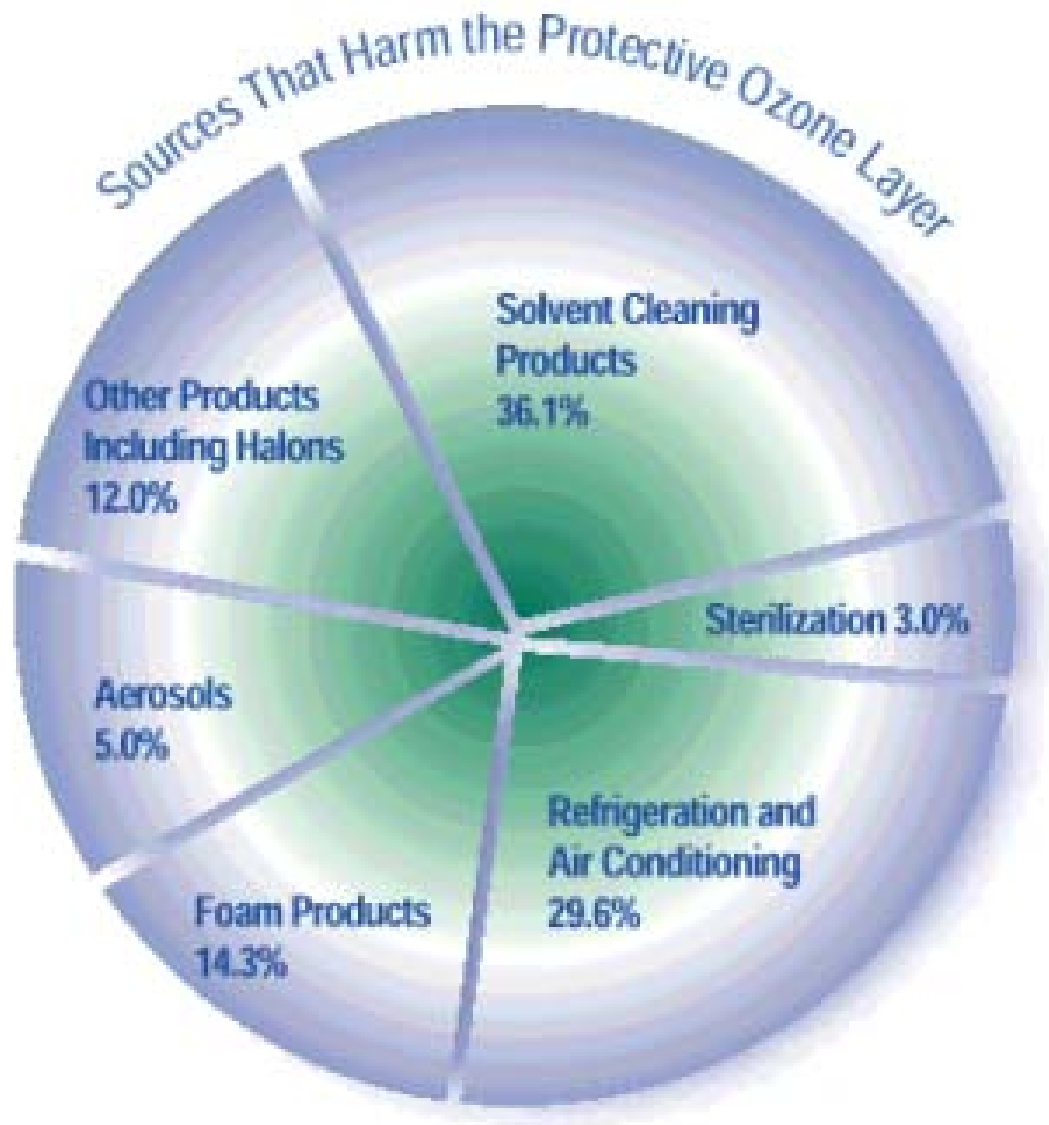


30/9/2003

# **Eng. Fábio M. Korndoerfer**

- **Eng. Eletricista – 1991 PUC-RS**
- **17 Anos Experiência HVAC & R**
- **10 Anos Springer Carrier - RS**
- **7 Anos York International - SP**
- **Membro do ASHRAE desde 1994**
- **Diretor Técnico Grupo Ozônio**

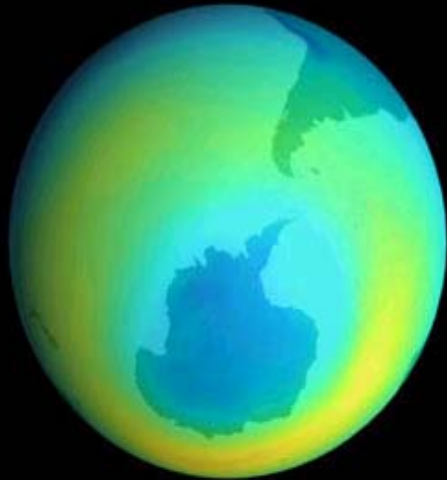
# FONTES DE DESTRUIÇÃO DA CAMADA DE OZÔNIO



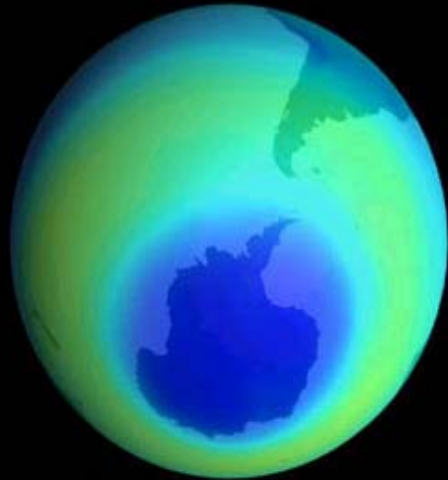
# O 'BURACO' NA CAMADA DE OZÔNIO

Fotos do Satélite Torns-EP (NASA)

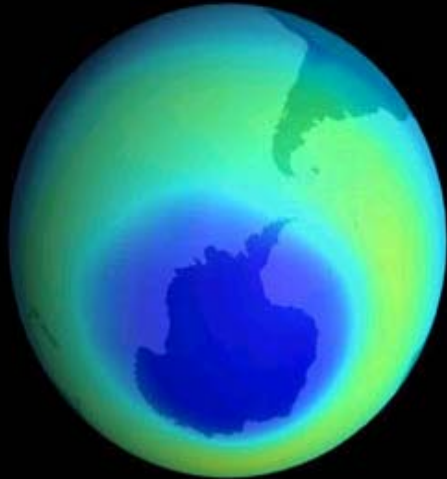
Setembro de 2000: 28,3 Milhões Km<sup>2</sup>



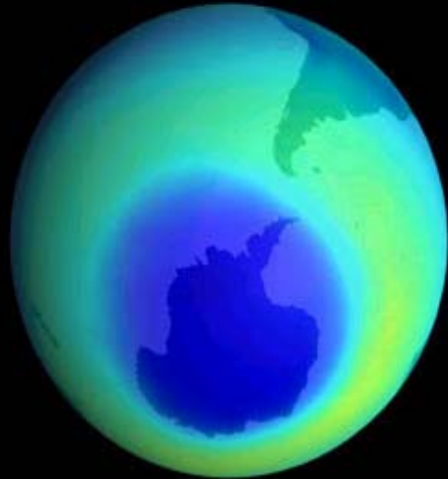
Setembro 1981



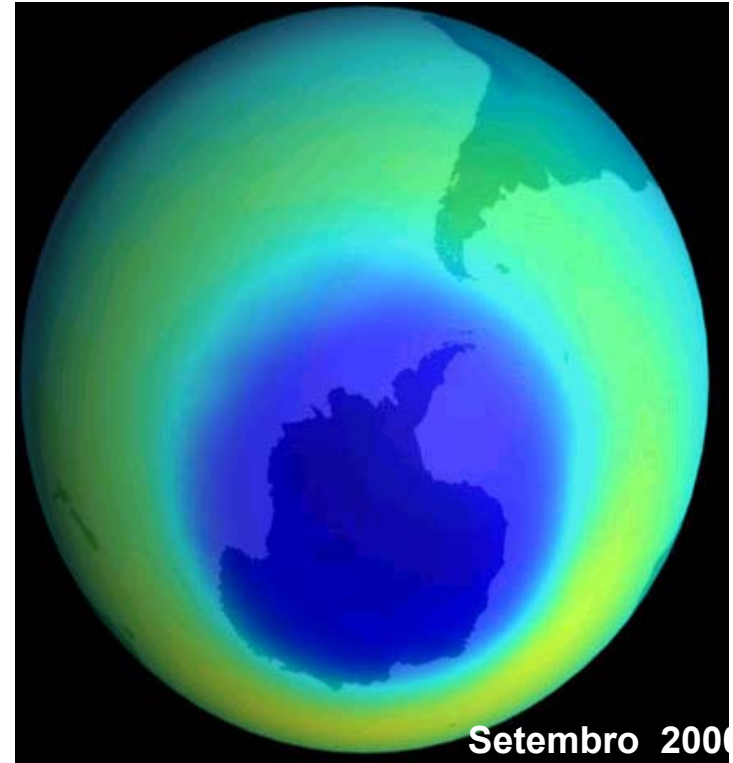
Setembro 1987



Setembro 1993



Setembro 1999



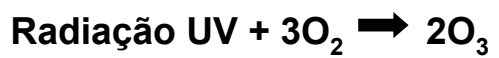
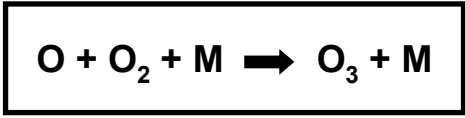
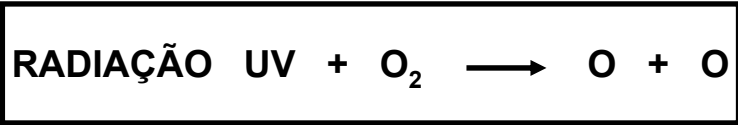
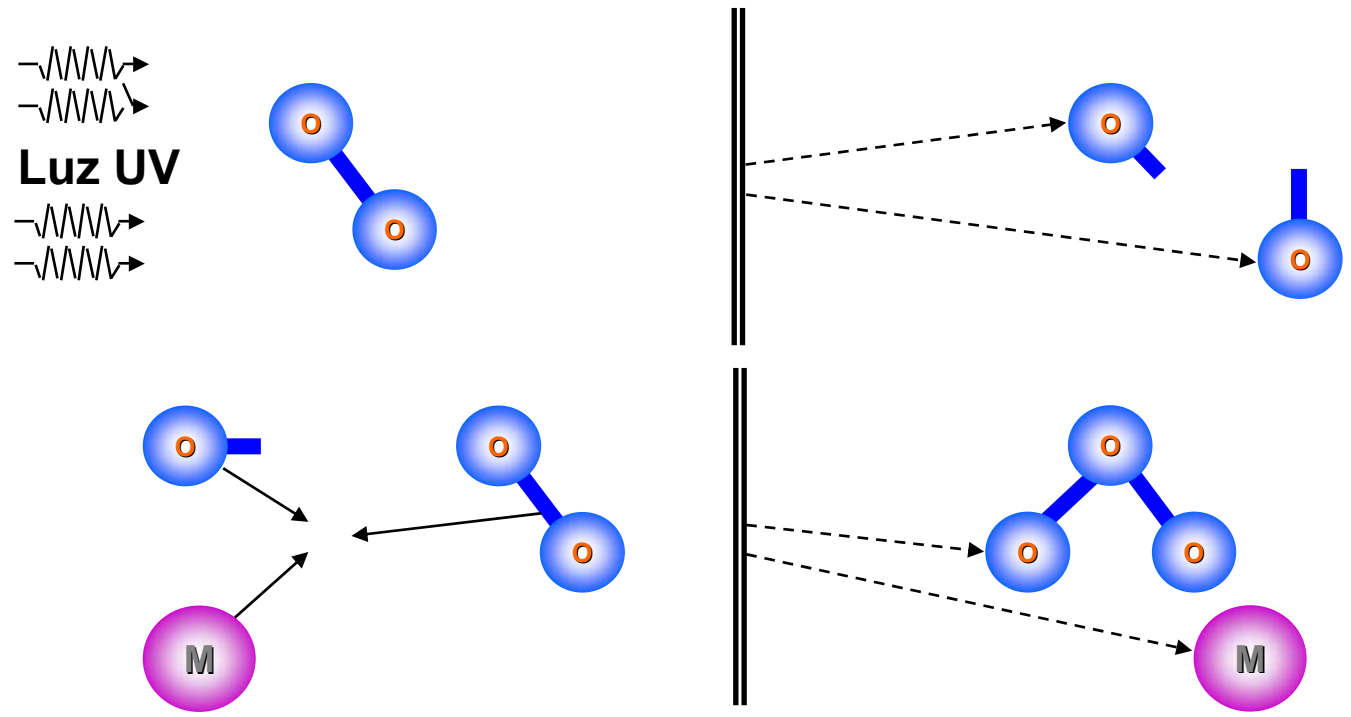
Setembro 2000

Ozônio - Unidades de Dobson

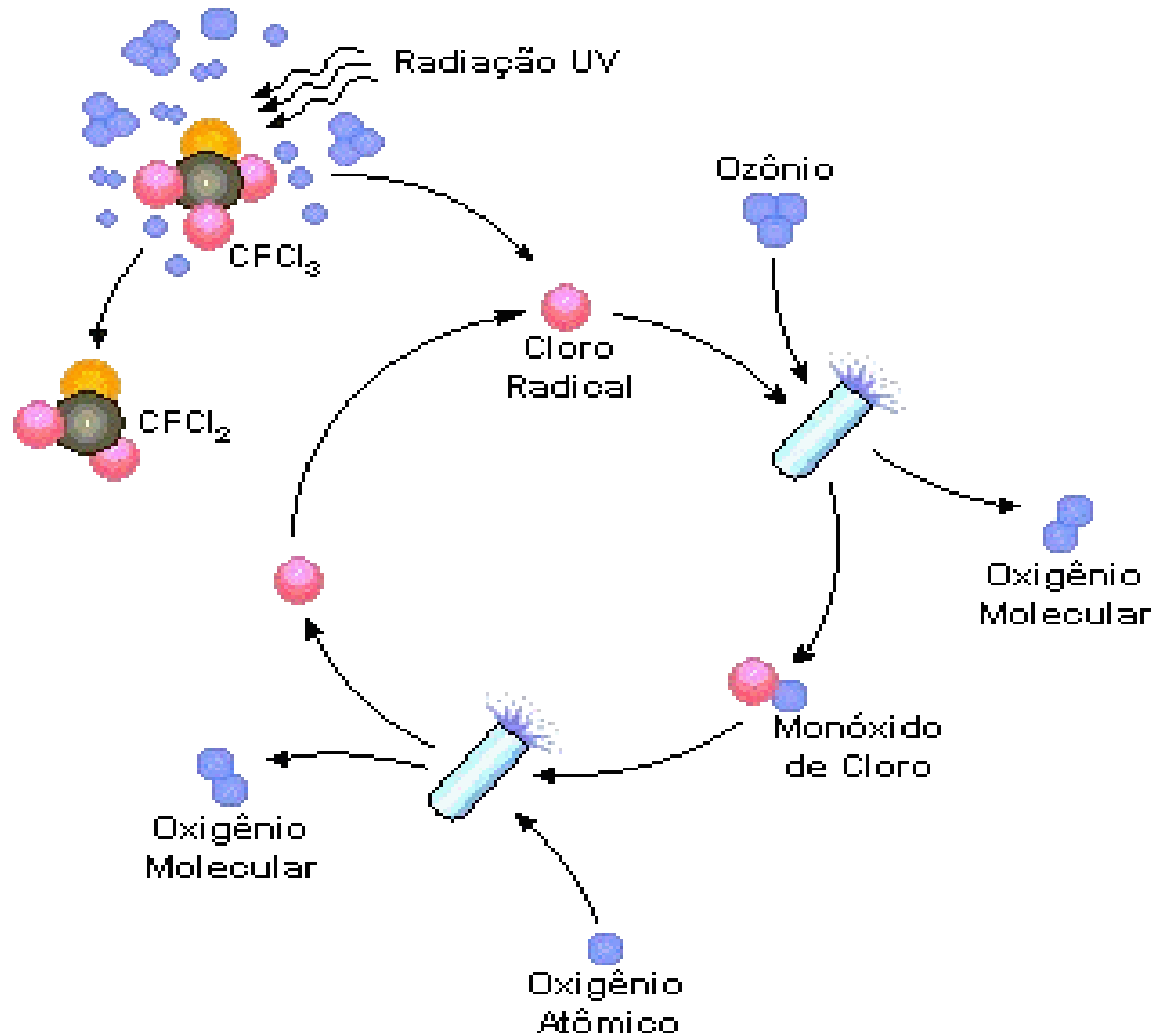


↪ 300 Unidades Dobson é a espessura típica da camada de ozônio em pontos não afetados pelo Cloro e equivale a espessura de 0,305 cm.

# Camada de Ozônio - O que é o Ozônio ?



# Processo de Destruição da Camada de Ozônio



# LEGISLAÇÃO NACIONAL

## CONAMA 267- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - 14/09/2000

- ❖ **A partir de 01 de janeiro de 2001 proibida a utilização dos CFC's em novos equipamentos de ar condicionado automotivo; em todos os modelos de refrigeradores domésticos; todos os demais sistemas de refrigeração; espumas rígidas e semi-rígidas, toda utilização como esterilizantes e todos os aerozóis (exceto medicinais)**
  
- ❖ **CFC12: A partir de 01 de janeiro de 2001 redução gradativa da importação tendo como base a quantidade média de CFC importada/produzida por empresa no período de 1995 -1997 :**
  - ↳ 15% no ano de 2001;
  - ↳ 35% no ano de 2002;
  - ↳ 55% no ano de 2003;
  - ↳ 75% no ano de 2004;
  - ↳ 85% no ano de 2005;
  - ↳ 95% no ano de 2006 e
  - ↳ 100% no ano de 2007.
  
- ❖ **CFC-11: permitida apenas para consumo das empresas cadastradas junto ao IBAMA até doze meses da data desta Resolução.**
  
- ❖ **HCFC: o prazo de utilização é de até 2030/2040.**

# TIPOS DE REFRIGERANTES HALOGENADOS

## ↪ CFC : CLORO + FLÚOR + CARBONO

↪ Maior potencial de destruição da camada de ozônio

↪ **R11; R12; R502; R13B1**

## ↪ HCFC : HIDROGÊNIO + CLORO + FLÚOR + CARBONO

↪ Ainda contribuem para a destruição da camada de ozônio

↪ **R22, R401A/B (MP39, MP66), R409A(Fx56),**

↪ **R402A/B (HP80, HP81), R408A (Fx10)**

## ↪ HFC : HIDROGÊNIO + FLÚOR + CARBONO

↪ Não destroem a camada de ozônio

↪ Não são contemplados no Protocolo de Montreal

↪ Podem ser utilizados sem restrições

↪ **R134a; R404a; R413a; R417a; R407c**



# Retrofit de Refrigerante o que é ???

Retrofit de Refrigerantes é a **tecnologia** de adequação de um equipamento de refrigeração ou AC , originalmente projetado para utilização de um CFC, para um fluido refrigerante ecológicamente correto , com **custos mínimos e operacionalmente aceitável !**

# Porque Fazer o Retrofit ??

- 1. Para Adequar-se a Legislação**
- 2. Para preservar o meio ambiente**
- 3. Para Reduzir custos de energia e manutenção**

# Retrofit - Opções

- ***Não Fazer Nada***

- Desconhecedor dos riscos previsíveis (disponibilidade do produto, regulamentações).

- ***Confinar***

- Curto período de funcionamento do equipamento que não justifica sua conversão ou substituição.

- ***Conversão (Retrofit)***

- Disponibilidade de produto

- Regulamentações

- Baixo custo

- Garantia de funcionamento até o final da vida útil do equipamento.

- Meio-ambiente

- ***Substituição***

- Disponibilidade de produto

- Regulamentações

- Alto custo

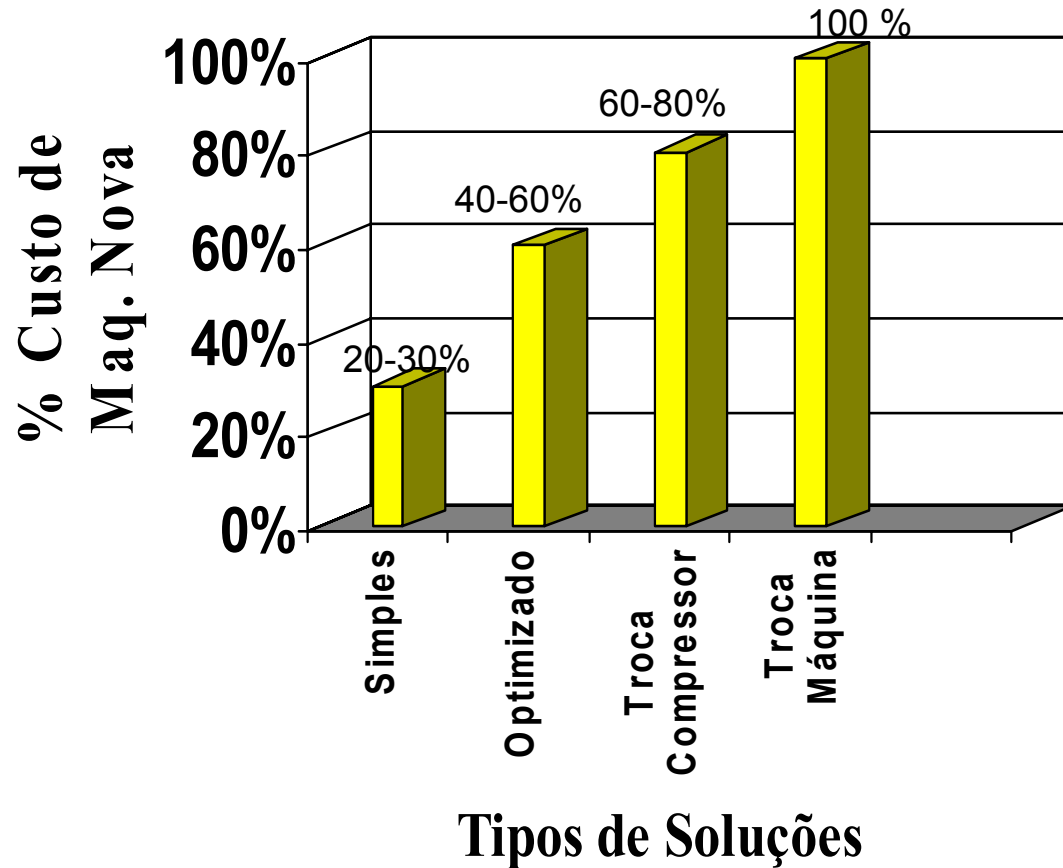
- Meio-ambiente

# RETROFIT- CRITÉRIOS PARA DECISÃO

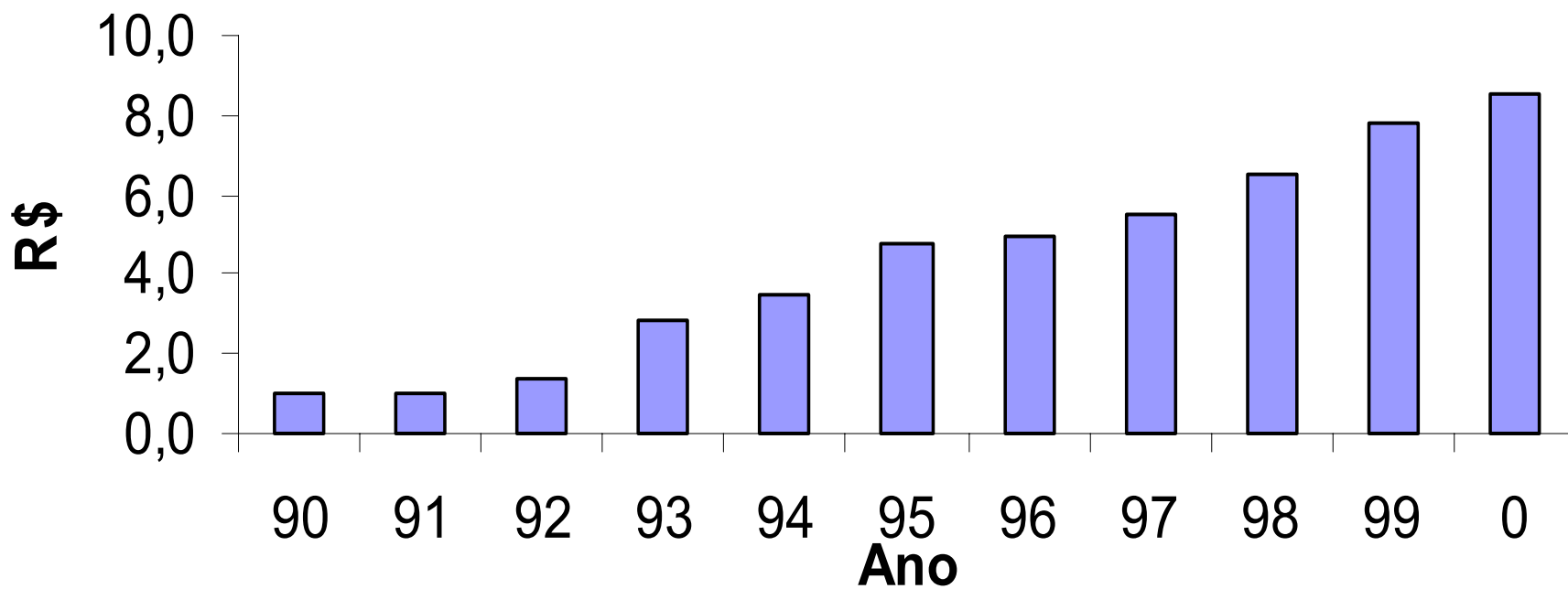
- **Avaliar as Opções**
  - **Custos Operacionais**
    - **Custos com manutenção**
    - **Custos com Energia**
  - **Necessidade Atual de Refrigeração/AC**
  - **Idade da Máquina**
    - **0 - 10 Anos - Conversão / Retrofit**
    - **10 - 20 Anos – Conversão / Retrofit / Substituir**
    - **20 - 30 Anos – Substituir**

# Custo Comparativo

## Custo Comparativo



# Custo do Refrigerante



# *Quando Fazer o Retrofit*

## **Agora**

- **Preserva-se a camada de Ozônio e Reduz Custos**

## **No Momento da Manutenção**

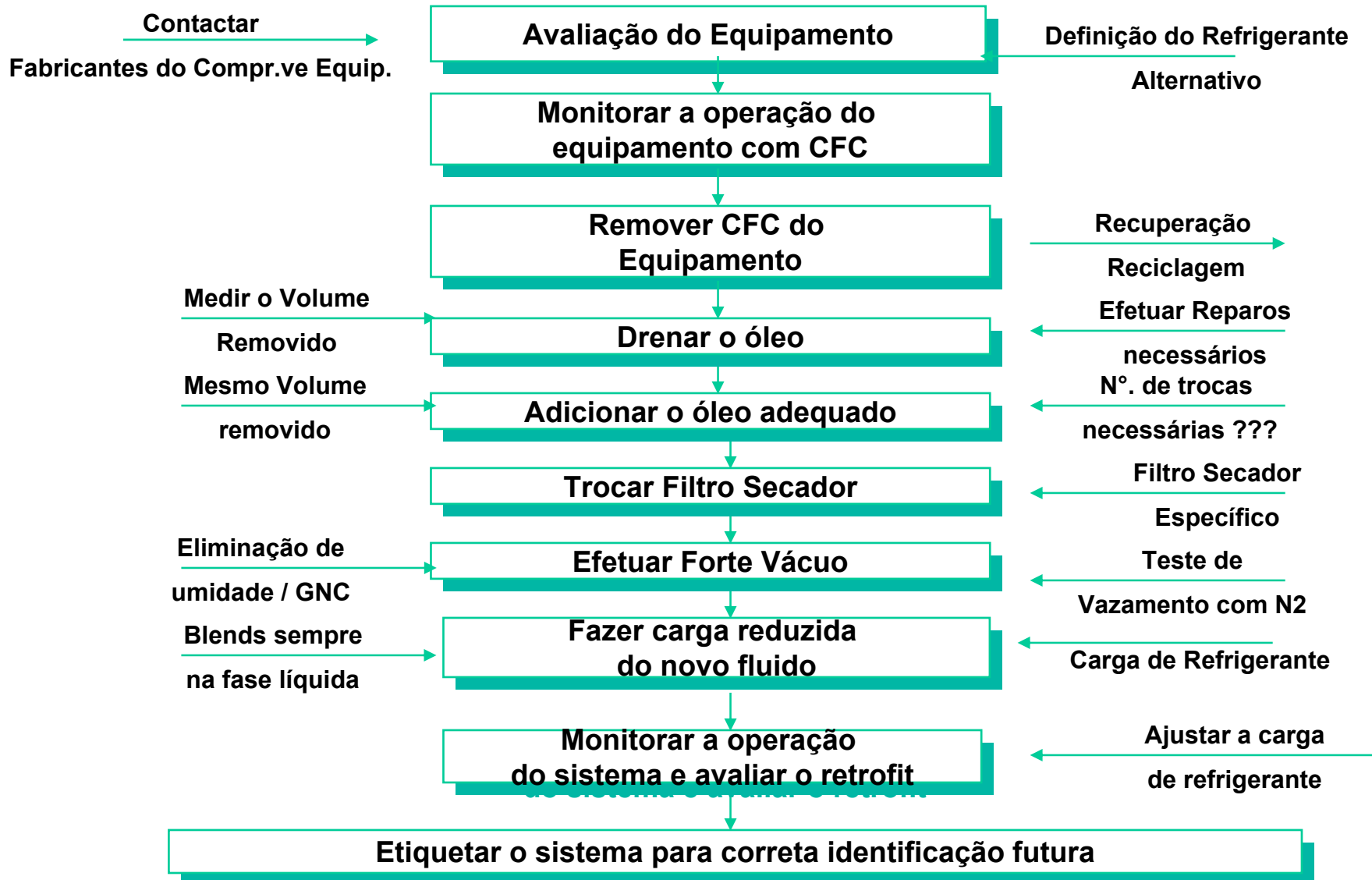
- **Menor custo de Execução**

# **Vantagens do Retrofit :**

- 1. Pode ser Planejado**
- 2. Adequa-se aos seus Recursos Financeiros**
- 3. Pode ser Feito em Etapas**
- 4. Reduz Consumo de Energia**
- 5. Reduz Custos Operacionais**
- 6. Reduz Custos de Manutenção**
- 7. Adequa-se a Legislação**



# Como Fazer : Ex. Passo a Passo



# ***Critérios para Escolha do Refrigerante Alternativo***

- **Temperatura de Evaporação**
- **Temperatura de Descarga**
- **Tipo de Compressor**
- **Consumo de Energia**
- **Custo do Sistema e não do Refrigerante**
- **Compatibilidade com filtro Secador**
- **Compatibilidade com Isolamento Elétrico do Motor**
- **Miscibilidade do óleo com Refrigerante Alternativo**

# ***Materiais Necessários para o Retrofit***

## **1) Refrigerante Alternativo**

- Fluido Refrigerante adequado
- Literaturas: Procedimentos, Check list, MSDS
- Etiqueta

## **2) Máquina para Recolhimento de Refrigerante**

## **3) Óleo Adequado ao novo Refrigerante**

## **4) Filtro Secador Adequado**

## **5) Bomba de Vácuo e Vacuometro**

## **6) Balança para Refrigerante**

## **7) Detector de Vazamento Eletrônico**

## **8) Manifold**

## **9) Termômetros / Termopares / Refratometro**

## **10) EPI 's ( Óculos , Protetor Auricular , Sapato , Luvas , Capacete )**

# *Evite Contaminações*

- **GNC** – Gases não Condensáveis
  - Perda de capacidade de refrigeração e aumento da pressão de descarga do compressor.
- **Umidade ( H<sub>2</sub>O )**
  - Grande absorção de umidade pelo óleo POE.
  - Provoca reações de decomposição do óleo gerando resíduos corrosivos (álcool e ácidos).
  - Decomposição do fluido refrigerante, gerando ácido.
- **Óleo mineral**
  - Formação de borra que pode obstruir o sistema de expansão e ocasionar problemas no compressor.
- **Outros resíduos (sujeira)**
  - Obstrução do sistema de expansão e problemas no compressor.

# Agressividade ao Meio Ambiente

<b>Refrigerante</b>	<b>Fórmula</b>	<b>Redução da Camada de Ozônio ( ODP)</b>	<b>Efeito Estufa (GWP)</b>
<b>CFC-11</b>	<b>CCl<sub>3</sub>F</b>	<b>1</b>	<b>3.050</b>
<b>CFC-12</b>	<b>CCl<sub>2</sub>F<sub>2</sub></b>	<b>0,93</b>	<b>1.000</b>
<b>HCFC-22</b>	<b>CHClF<sub>2</sub></b>	<b>0,05</b>	<b>370</b>
<b>HCFC-123</b>	<b>CHCl<sub>2</sub>CF<sub>3</sub></b>	<b>0,02</b>	<b>28</b>
<b>HFC-134a</b>	<b>CF<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>F</b>	<b>0</b>	<b>290</b>

# Cuidado na Segurança

## SAFETY GROUP Per ASHRAE 34 ( with examples shown )

High  
Flammability

**A3**

**B3**

Low  
Flammability

**A2**

**B2**

R-406a

R-717

No Flame  
Propagation

**A1**

**B1**

R-11, R-134a, R-410a

R-123,

Lower Toxicity

Higher Toxicity

Fig. # 1

# Cuidado – Pressão de Trabalho Diferente

ARI STANDARD 740-1998

<b>Tabela 4.1 ARI Categoria dos Refrigerantes</b>		
<b>Categoria</b>	<b>Tipo de Refrigerante</b>	<b>Representativo dos teste de Refrigerante (Designação em categorias de Refrigerante).</b>
<b>Baixa Pressão</b>		
<b>I</b>	R-113 R-123 R-11	R-11 and R-123
<b>Pressão Média - Baixa Mistura</b>		
<b>II</b>	R-114	R-114
<b>Pressão Média</b>		
<b>III</b>	R-12 R-134A R-500	R-134A
<b>Pressão Média Alta</b>		
<b>IV</b>	R-401A R-409A R-401B R-22 R-502 R-407C R-402B R-408A R-509	R-22 e R-407C
<b>Pressão Alta</b>		
<b>V</b>	R-407A R-404A R-402A R-407B R-410A	R-410A
<b>Pressão muito Alta - Alta Mistura</b>		
<b>VI</b>	R-13 R-23 R-503	R-508A

# **Lubrificantes**

## **Características para Qualificação**

- **Deve Retornar ao compressor**
- **Boa Lubrificação dos Mancais**
- **Compatibilidade com os Materiais do Sistema**
- **Separação e Miscibilidade com Refrigerante**



# Decidindo entre a troca ou não do óleo !

- *Histórico do equipamento*
- *Existência de pontos baixos na linha de sucção do compressor*
- *Recomendação do fabricante do compressor e equipamento*
- *Recomendação do fabricante do Refrigerante Alternativo*

# Cuidado na Adequação do Óleo !!

- **Opções de Óleo**

- **M - Mineral ( CFC , HCFC e Blends )**
  - **POE - Poliolester ( HFC e HCFC )**
- **PAG - Poli-Alquilenol Glicol ( CFC e HCFC )**

# **Lubrificantes**

## **Cuidados no Retrofit**

- **POE - Contaminação < 5% de Óleo Mineral**
- **AB - Contaminação < 20% de Óleo Mineral**

# OPÇÕES DE REFRIGERANTES PARA RETROFIT

CFC R-11	R-123	Puro
CFC R-12	R-134a	Puro
	R-401a	Blend
	R-401b	Blend
	R-401c	Blend
	R-409a	Blend
	R-413a	Blend
	Isceon 39TC	Blend
	R-409a	Blend
HCFC R-22	R-407a	Blend
	R-407b	Blend
	R-407c	Blend
R-502	R-402a	Blend
	R-402b	Blend
	R-403a	Blend
	R-403b	Blend
	R-404a	Blend
	R-408a	Blend

# O que é um Refrigerante Blend!!??

São Refrigerantes formados a partir da mistura de dois ou mais refrigerantes.

## Exemplo:

- R-401A = **53%R-22** + 13%R-152a + 34%R-124
- R413A = 9% R-218 + **88%R-134a** + 3%R-600a

# Cuidados com Blends – Alguns possuem “Glide” Grande

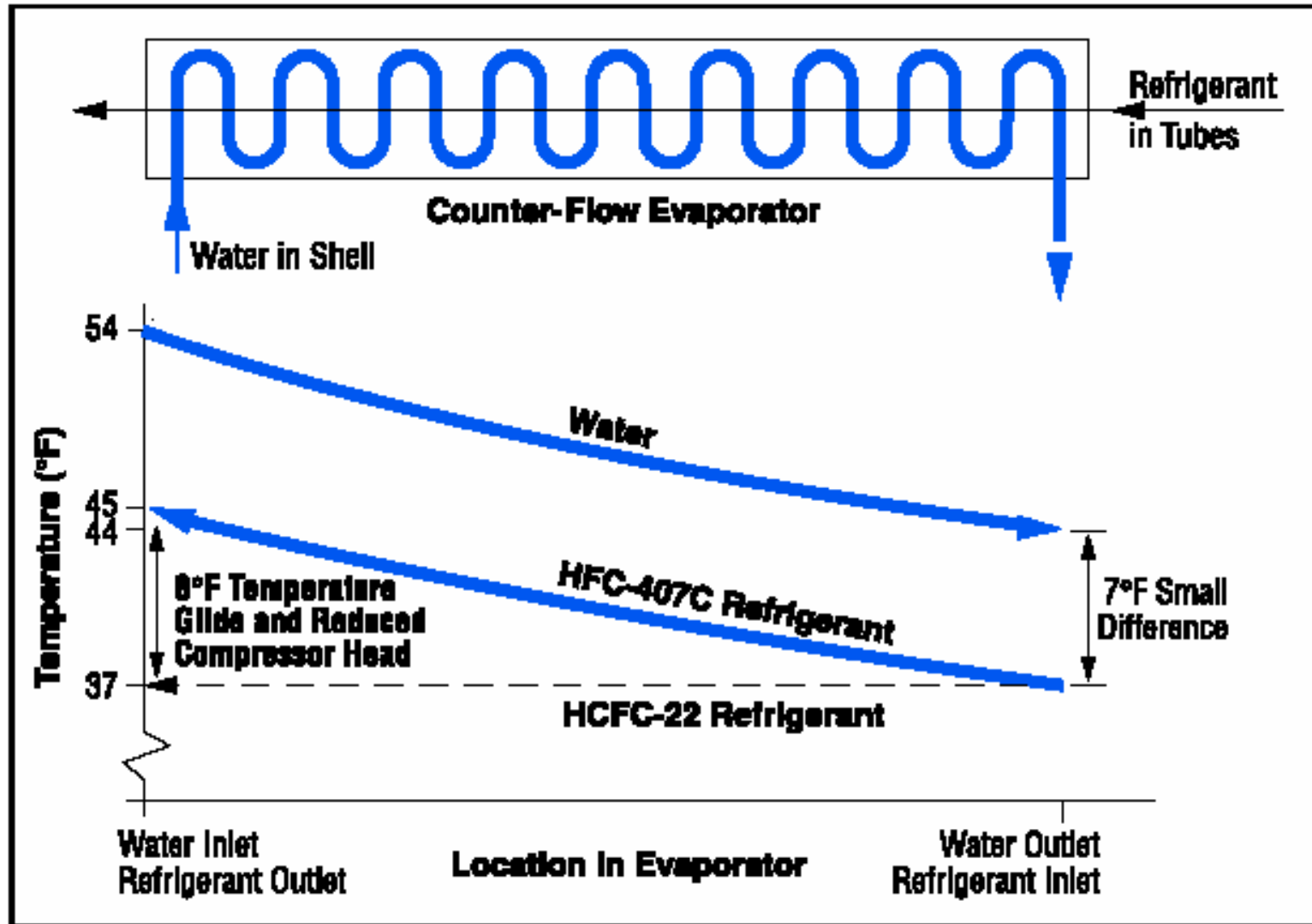


Figure-1 – HFC-407C Temperatures in a Counter-Flow Evaporator

# O Que é Glide ??

**É a diferença absoluta entre a temperatura de entrada e saída em um processo de mudança de fase apresentada por um refrigerante tipo blend sem considerar valores de Superaquecimento ou Subresfriamento.**

# Dúvidas mais Frequentes no Retrofit

- Como deve ser efetuado o vácuo no sistema ?
- Qual é o nível de vácuo recomendado ?
- Pode-se utilizar a mesma bomba de vácuo ?
- Deve-se trocar os filtros secadores ?
- Qual o tipo de filtro secador recomendado ?
- Qual o tamanho da carga de refrigerante?
- Como deve ser a limpeza do sistema ?
- Precisa trocar o sistema de expansão ?
- Pode-se utilizar o mesmo visor de líquido ?
- Pode se utilizar os mesmos manifolds ?
- Pode-se carregar os sistemas de R-12 com R-134a ?



# Sites Internet Recomendados

[www.ambiente.sp.gov.br/prozonesp](http://www.ambiente.sp.gov.br/prozonesp)

[www.mct.gov.br/legis/decretos/06032003](http://www.mct.gov.br/legis/decretos/06032003)

[www.ozonelayer.noa.gov](http://www.ozonelayer.noa.gov)

[www.unep.org/ozone](http://www.unep.org/ozone)

[www.ari.com](http://www.ari.com)

[www.ashrae.com](http://www.ashrae.com)

[www.abrava.com.br](http://www.abrava.com.br)

A circular image of the Earth, showing the Americas. The text "Retrofit Cases" is overlaid in a blue serif font.

**Retrofit Cases**

**Brasil**

# **CASE 1 - CAMARA FRIA – R-502 X R-408a**

**Tempo de Execução – 10 H**

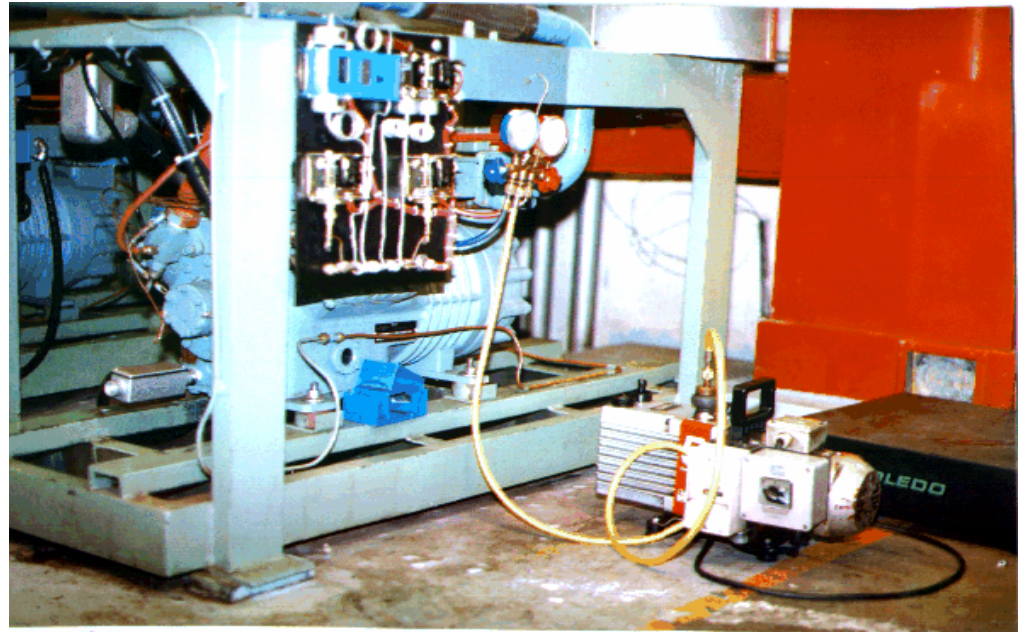
**Óleo – Manteve-se o Mesmo CP-32RF Petrobrás ( Mineral )**

**Compressor – Bitzer Alternativo 6G40 10 Tr**

<b>Parametro/ Refrigerante</b>	<b>R-502</b>	<b>R-408a</b>
<b>Temperatura da Câmara (° C)</b>	<b>-10</b>	<b>-10</b>
<b>Temperatura de Sucção (° C)</b>	<b>-4,7</b>	<b>-2</b>
<b>Temperatura de Descarga (° C)</b>	<b>96</b>	<b>105</b>
<b>Pressão de Sucção (psig)</b>	<b>12</b>	<b>9</b>
<b>Pressão de Descarga (psig)</b>	<b>210</b>	<b>220</b>
<b>Temperatura da Linha de Líquido(° C)</b>	<b>31,3</b>	<b>34,5</b>
<b>Amperagem Média do Compressor (A)</b>	<b>20,8</b>	<b>20</b>

# CASE 1

## FOTOS DO RETROFIT R-408a x R-502



# CASE 2 -Redução do Consumo de Energia Usando tubos de alta eficiência no Retrofit de Chillers

Fator	Estudo de Caso n.º 1		Estudo de Caso n.º 2		Estudo de Caso n.º 3	
Compressor Centrifugo	Simples Estágio		Simples Estágio		Múltiplo Estágio	
Tipo de Retrofit	Antes	Tubos Cond	Antes	Refrig. Tubos cond. e Evap.	Antes	Refrig., Tubos Evap. e Cond.
Refrigerante	CFC-11	HCFC-123	CFC-12	HFC-134A	CFC-12	HFC-134A
Capacidade Frigorífica (TR)	308	311	850	850	1600	1600
Vazão de água no Evap. (GPM)	840	840	2032	2032	3850	3850
Temp água gelada (°F) Range	52,8/44	52,9/44	54/44	54/44	52/42	52/42
N.º Tubos no evaporador	276	276	672	672	1282	1282
Vazão de água no Cond. (GPM)	1050	1050	2540	2540	4800	4800
Temp água Cond. (°F) Range	90/98,7	90/98,7	90/99,7	90/99,5	88/97,7	88/97,7
N.º Tubos no condensador	314	314	2540	2540	1282	1282
Potência consumida em HP	321	313	826	736	1656	1424
Kw/TR	0,82	0,79	0,76	0,68	0,83	0,71
Aumento de Eficiência %	3,6		10,5		14,5	

# CASE 3 – BALÇÃO DE SUPERMERCADO HUSSMANN



## Equipamento Modelo SGM5B

Compressor

Copeland Hermético - RSF2-0050-IAA

	R-12	R-401a
Temperatura do Evaporador	-4,4°C	-4.1°C
Energia Consumida	486,4 W	443 W

**Economia Energia de 9% !!!**

# **Case 4 – Compressor Centrífugo**

## **Sulzer Unitop Modelo 216/1125 –**

### **300 Tr**

<b>REFRIGERANTE</b>	<b>Isceon 39TC</b>
<b>Carga de refrigerante (Kg)</b>	<b>630 Kg</b>
<b>Temp. entrada água fria(°C)</b>	<b>10</b>
<b>Temp. saída água fria (°C)</b>	<b>5,0</b>
<b>Temp. de evaporação(°C)</b>	<b>-1,0</b>
<b>Pressão de evaporação (bar)</b>	<b>2,57</b>
<b>Capacidade de Refrigeração kW</b>	<b>1047</b>
<b>Temp. entrada água torreC)</b>	<b>25</b>
<b>Temp. saída água torre (°C)</b>	<b>30</b>
<b>Temp. condensação (°C)</b>	<b>33</b>
<b>Pressão condensação (bar)</b>	<b>7,66</b>
<b>Amperagem do compressor (A)</b>	<b>51</b>

**A conversão para Isceon 39TC representou uma economia de 50% em relação a opção de retrofit para 134a, incluindo todos os custos de acompanhamento, revisão e teste do produto .**

**A capacidade frigorífica e a eficiência da máquina ficaram na faixa dos +/- 5% em relação ao R-12.**

# PROGRESSO DO RETROFIT DE REFRIGERANTES NOS USA

## Progress of Conversion and Replacement of CFC Chillers

Year	Conversions	Replacements	Total to Date	% Converted
Before 2000	7,024	24,492	31,516	39
2000	517	3,271	35,304	44
2001	507	3,359	39,170	49
2002	488	3,765	43,423	54

Source: The Air-Conditioning and Refrigeration Institute (ARI)

**Resumo – 20% Retrofit e 80% Substituição**



# PERGUNTAS ?



**PERGUNTA !!**

**QUAIS OS DOIS ÚNICOS  
REFRIGERANTES  
REALMENTE ECOLÓGICOS  
FABRICADOS NO BRASIL  
ATUALMENTE ??**

**NH<sub>3</sub> e H<sub>2</sub>O**

# Contatos

**York International – Eng. Fábio Moacir Korndoerfer**

**Fone (11) 38377011 ou 96124515 [fabio.korndoerfer@br.york.com](mailto:fabio.korndoerfer@br.york.com)**

**Rhodia – Eng. Fabiana Blanco**

**Fone (11) 37418595 ou 99065046 [fabiana.blanco@br.rhodia.com](mailto:fabiana.blanco@br.rhodia.com)**

**Dupont - Eng. Sérgio Marcondes**

**Fone (11) 41668649 ou 96232407 [sergio-marcondes.cesar@bra.dupont.com](mailto:sergio-marcondes.cesar@bra.dupont.com)**

**Atofina – Eng. Carlos De Lion Neto**

**Fone (11) 50568574 ou 92260110 [carlos-de.lion-neto@atofina.com](mailto:carlos-de.lion-neto@atofina.com)**