

## FLUIDOS REFRIGERANTES ALTERNATIVOS AO R502

### FLUIDOS REFRIGERANTES ALTERNATIVOS AO R502

#### I - PROPRIEDADES

#### II - ÓLEOS LUBRIFICANTES

#### III - COMPRESSORES PARA REFRIGERANTES ALTERNATIVOS

#### IV - MUDANÇAS NO SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO

#### V - RETROFIT

### FLUIDOS REFRIGERANTES ALTERNATIVOS AO R502

Em 1º de janeiro de 1996, a utilização de fluidos refrigerantes do tipo CFC nos países desenvolvidos foi proibida, conforme acordo firmado pelo Protocolo de Montreal. Nos países em desenvolvimento, o prazo para a eliminação do uso dos CFCs foi estipulado para 2006. No Brasil, a data limite de utilização de CFCs em novos produtos foi estipulada em 2001.

Movidos por estes fatos, foram desenvolvidas algumas misturas (também conhecidas como blend's) com o intuito de substituir o R502, tanto como solução para substituição no campo ("Retrofit") como para aplicação em novos produtos.

Convém salientar que estes refrigerantes não são substitutos imediatos ao R502, existindo diferenças significativas a serem consideradas como manuseio, processamento, aplicação e reoperação de sistemas com estes novos refrigerantes. Este boletim foi elaborado para ajudar no entendimento destas diferenças.

Começamos nosso estudo pelo R404A e pelo R507, que são conhecidos como fluidos refrigerantes alternativos definitivos, pois têm melhor aplicação em equipamentos novos. Tanto o R404A como o R507 têm ODP (Potencial de Destruição do Ozônio) igual a zero e apenas uma fração do GWP (Potencial de Aquecimento Global) do R502. Ambos não são inflamáveis e possuem níveis de toxicidade aceitáveis.

Ainda existem outros blend's como o R408A, o R402A e o R402B entre outros. São indicados para a conversão de equipamentos que estão em operação no campo, pois são compatíveis com os óleos lubrificantes atualmente utilizados nos compressores para R502, portanto, utilizam os mesmos compressores. Possuem baixos valores de ODP e GWP, e são chamados de substitutos temporários, pois, uma vez que possuem R22 em sua composição, têm prazo determinado para serem eliminados.

Este Boletim tem caráter orientativo, portanto não tem a função de determinar regras e servir como endosso da aplicação destes refrigerantes, assim como podem existir outros fluidos alternativos que não estão relacionados aqui ou podem surgir novas alternativas após sua publicação. O melhor caminho para substituição de um refrigerante, é seguir as determinações do fabricante do sistema que está sendo modificado e/ou dos seus componentes.

#### I - PROPRIEDADES

##### 1 - Composição

Fluido	Fluido Tipo	Componentes	Composição % em Peso	Tipo	Ponto de Ebulição (1atm) °C
R502	CFC	22/115	48,8/51,2	Azeotrópico	-45,4
R404A	HFC	125/143a/134a	44/52/4	Não-Azeotrópico	-46,4
R507	HFC	125/143a	50/50	Azeotrópico	-46,7
R408A	HCFC	22/143a/125	47/46/7	Não-Azeotrópico	-44,4
R402A	HCFC	22/125/290	38/60/2	Não-Azeotrópico	-49,2

R402B	HCFC	22/125/290	60/38/2	Não-Azeotrópico	-47,4
-------	------	------------	---------	-----------------	-------

## 2 - Características Ambientais

Conforme a tabela seguinte, é possível verificar dois indicadores de como estes refrigerantes se comportam em relação à agressão ao meio ambiente, que são: ODP (Potencial de Destruição do Ozônio) e GWP (Potencial de Aquecimento Global)

Fluido	ODP	GWP (100 anos ITH)
R502	0,33	5260
R404A	0	3260
R507	0	3300
R408A	0,026	2650
R402A	0,021	2250
R402B	0,033	1960

**Obs:** Para efeito de comparação, o R12 tem ODP = 1,0 e GWP = 8500  
ITH significa: Integrated Time Horizon

## 3 - Comparação das Pressões de Trabalho

Pressões de trabalho para:

- Evaporação = -23,3°C
- Condensação = 54,4°C

Fluido	Pressão de Sucção (Psig)	Pressão de Descarga (Psig)	Taxa de Compressão
R502	22,6	320,8	9,0
R404A	24,5	354,5	9,4
R507	25,7	365,3	9,4
R408A	21,2	329,7	9,6
R402A	26,0	370,0	9,4
R402B	23,0	345,0	9,5

## 4 - Variação de Temperatura Durante Processos de Mudanças de Fases - "Temperature Glide"

Como o R404A, R408A, R402A e o R402B são misturas não-azeotrópicas, suas composições alteram-se durante as mudanças de fase (evaporação ou condensação). Portanto, ao longo da mudança de fase, a pressão permanece constante enquanto a temperatura varia. Durante a evaporação, ocorre um aumento de temperatura, e durante a condensação, um decréscimo. Este fenômeno é conhecido como "Temperature Glide" (variação de temperatura).

Fluido	Temperature Glide (°C)
R404A	0,9
R408A	0,6
R402A	2
R402B	2

Embora o R507 seja uma mistura de dois fluidos, é um fluido azeotrópico e seu temperature glide é zero.

## 5 - Toxicidade

Todos os fluidos alternativos citados neste boletim inclusive o R502 apresentam valores similares de TLV (Threshold Limit Values), valor que define a concentração máxima de gases tóxicos em ambiente de trabalho, sem afetar as pessoas expostas a este ambiente.

Desde modo, os mesmos cuidados que devem ser tomados ao manipular o R502, devem ser tomados também ao manipular estes outros refrigerantes, como por exemplo:

- Trabalhar em ambiente ventilado;
- Evitar inalação direta;
- Evitar contato com a pele;
- Evitar contato com o fogo.

## 6 - Compatibilidade com materiais

De acordo com as características químicas de cada um dos refrigerantes alternativos, deve-se considerar sua compatibilidade com os óleos lubrificantes e demais componentes existentes no sistema de refrigeração como por exemplo o filtro secador.

Sistemas com R404A ou com R507 são incompatíveis com algumas substâncias que quando presentes, causam danos a seus componentes e em alguns casos podem bloquear o capilar. São elas: Sulfonatos, Parafina, Compostos Sulfurosos, Boratos, Silicose, Silicato de Sódio, Cera Oxidada, Óleo Mineral, Compostos Clorados, Graxas e Potássio.

Os blend's são compatíveis com a maioria dos materiais metálicos e elastômeros normalmente usados em sistemas de refrigeração para o R502.

## II - ÓLEOS LUBRIFICANTES

Um óleo lubrificante, para ser utilizado em compressores de refrigeração, deve possuir as seguintes características:

- Miscibilidade com o fluido refrigerante;
- Compatibilidade química com o refrigerante;
- Manter fluidez a temperaturas baixas;
- Estabilidade térmica e elétrica;
- Condutor térmico;
- Isolante elétrico.

A seguinte tabela mostra a compatibilidade dos óleos lubrificantes utilizados em relação aos fluidos refrigerantes:

Fluido	Óleo Mineral	Óleo Alquilato	Óleo Poliol Éster
R502	Compatível	Compatível	Compatível
R404A	Incompatível	Incompatível	Compatível
R507	Incompatível	Incompatível	Compatível
R408A	Compatível	Compatível	Compatível
R402A	Compatível	Compatível	Compatível
R402B	Compatível	Compatível	Compatível

Misturas de óleos, resultantes de operações de Retrofit e conversão de sistemas, não são recomendáveis, devendo-se respeitar os seguintes limites:

- R404a e R507, até 1% de óleo mineral misturado ao poliol éster
- R408A, R402A e R402B até 20% de óleo mineral misturado ao alquilato

O óleo poliol éster na presença umidade e submetido às condições de calor e pressão geradas no sistema de refrigeração, pode se transformar em ácidos e álcoois. Como este óleo é cerca de 100 vezes mais higroscópico que um óleo mineral, deve-se tomar muito cuidado com sua utilização, evitando expô-lo ao ambiente, a sistemas contaminados por umidade e observar a execução de um vácuo adequado no sistema.

### III - COMPRESSORES PARA REFRIGERANTES ALTERNATIVOS

Os blend's R408A, R402A e R402B, os quais foram desenvolvidos especialmente para substituição do R502 visando mínimas modificações nos sistemas, são compatíveis com os óleos tipo mineral e alquilato e podem ser utilizados com os mesmos compressores fabricados para o R502 que são carregados com estes tipos de óleos.

Porém, o R404A e o R507, exigem um compressor feito especialmente para eles, onde são necessárias algumas características diferentes como:

Característica	R404A / R507	R502
Óleo lubrificante	Poliol Éster	Mineral ou Alquilato
Identificação	A letra Z no código do modelo Ex.: AKL19ZS	A letra J no código do modelo Ex.: AKL19JS
Identificação adicional	Etiqueta Laranja - indicando o tipo de refrigerante aplicável	Etiqueta Branca - indicando o tipo de óleo carregado

### IV - MUDANÇAS NO SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO

Quando se modifica um produto para o uso de um fluido refrigerante alternativo ao R502, embora não sejam necessárias modificações radicais como, redimensionamento de evaporador e condensador, outros aspectos devem ser cuidadosamente estudados visando obter o mesmo rendimento do sistema e o máximo de confiabilidade.

O melhor caminho para a substituição de um refrigerante, é seguir as determinações do fabricante do sistema que está sendo modificado e/ou dos seus componentes.

#### 1 - Filtros Secadores

O filtro secador recomendado para uso com os refrigerantes apresentados neste boletim deve ser do tipo Molecular Sieve XH-9 ou MS 594.

Sempre é recomendado consultar os fabricantes de filtros, para a correta seleção em uma aplicação específica.

#### 2 - Elemento de Expansão

Estes refrigerantes alternativos promovem um efeito de refrigeração maior que o R502, reduzindo assim o fluxo de massa requerido para uma dada capacidade. Entretanto, os tubos capilares selecionados para o R502 podem ser utilizados como uma seleção preliminar. Como qualquer outra seleção de tubo capilar, são necessários testes no sistema para determinar a escolha final do dimensionamento do capilar.

Se a opção for pelo uso de uma válvula de expansão, poderá ser a mesma utilizada para o R502, porém o mercado já possui válvulas específicas para a maioria dos refrigerantes alternativos.

#### 3 - Quantidade de Fluido Refrigerante

A carga de refrigerante depende das condições de projeto e operação do sistema. Geralmente ao utilizar qualquer destes refrigerantes alternativos a carga poderá ser reduzida de 5 a 20%, quando comparado com a carga de R502.

Cuidado especial deve ser tomado ao fazer a carga com os blend's R404A, R408A, R402A e o R402B, pois devido à ocorrência do fenômeno "temperature glide", são considerados não-azeotrópicos e estes refrigerantes somente mantêm sua proporção de mistura dentro de um recipiente, quando estão na fase líquida. Portanto, a carga deve ser feita na fase líquida, tomando cuidado para o refrigerante não ser admitido diretamente pelo mecanismo de bombeamento do compressor.

#### 4 - Pressões de Descarga e Temperatura do Gás de Retorno

As condições de projeto (temperaturas e pressões) do sistema devem ser avaliadas e levadas em conta sempre que se estiver verificando a possibilidade de sua adaptação para o uso de um refrigerante alternativo.

As mesmas temperaturas de descarga e do gás de retorno dos compressores para R502 podem ser consideradas para os compressores para seus alternativos, embora nestas aplicações a descarga do compressor esteja sujeito a pressões um pouco mais elevadas, de 30 a 40 psig a mais.

Nas aplicações em que pressões e temperaturas se encontrarem em valores críticos para o R502, poderá ocorrer a formação de carvão nas válvulas do compressor e superaquecimento do motor elétrico, acarretando sua falha

prematura.

O superaquecimento do gás de retorno deve ser mantido dentro de valores relativamente baixos, sempre atentando para que não ocorra retorno de líquido ao compressor.

A seguir as temperaturas recomendadas para os compressores Tecumseh.

#### TEMPERATURAS DE TRABALHO

Temperatura de condensação	10 a 13°C acima da temperatura ambiente
Temperatura de sucção	3 a 5°C abaixo da temperatura ambiente
Temperatura da descarga do compressor	Menor ou igual a 120°C
Temperatura do domo do compressor	Menor ou igual a 110°C
Temperatura do bobinado do compressor	Menor que 130°C

#### 5 - Vácuo

O nível de vácuo necessário para os sistemas com os fluidos alternativos é o mesmo aplicado aos sistemas com R502, que é no máximo de 200 microns de Hg aplicado nos lados de alta e baixa pressão do sistema. Este valor garante baixos níveis de umidade e baixa concentração de fluidos não condensáveis no sistema de refrigeração.

#### 6 - Detectores de vazamento

Como o R404A e o R507 não possuem cloro em suas fórmulas, e a maioria dos detectores convencionais são sensíveis ao cloro, estes devem ser substituídos por detectores apropriados os quais já estão disponíveis no mercado.

Os blend's que possuem HCFC em sua composição e podem ser detectados pelos mesmos detectores utilizados para o R502.

#### V - RETROFIT

Retrofit é o procedimento de substituição do fluido refrigerante original de um equipamento, por um fluido refrigerante alternativo, visando manter a mesma performance e mesma confiabilidade.

Apresenta-se a seguir, as etapas de um retrofit genérico, considerando cada uma das características dos refrigerantes alternativos apresentados neste boletim. Esta descrição porém, não tem a pretensão de ser um procedimento a ser seguido passo a passo, nem é um endosso da utilização destas alternativas de refrigerantes. Recomendamos sempre consultar o fabricante do equipamento e/ou os fabricantes de componentes e fluidos refrigerantes, quando houver dúvidas ou necessidade de detalhes específicos.

1. Coletar dados de performance (condições de temperatura e pressão) do equipamento operando com R502.
2. Recolher o refrigerante R502 do equipamento utilizando os recursos adequados (sem emissão para o meio ambiente).
3. Verificar as características do compressor instalado, em relação ao refrigerante alternativo que será utilizado. Recomenda-se que em nenhum caso seja substituído o óleo do compressor.

**3.1.** Se o retrofit for feito para o R404A ou para o R507, deve-se substituir o compressor por outro que seja compatível com o refrigerante e efetuar uma limpeza completa no sistema, a fim de se eliminar todo o resíduo de R502 e óleo. Para a limpeza, recomendamos o uso de nitrogênio e do próprio refrigerante alternativo.

**3.2.** Quando a substituição é feita por R408A, R402A ou R402B, não é necessária a substituição do compressor se este estiver em boas condições de funcionamento.

4. Substitua o filtro secador por um compatível com o refrigerante alternativo, conforme o item 4,1 deste boletim.
5. Checar vazamentos e realizar o vácuo atingindo uma pressão absoluta de 200 microns de Hg.

6. Ajustar o elemento de expansão (capilar ou válvula) quando necessário, de acordo com o item 4.2 deste boletim.

7. Carregar o sistema com o refrigerante alternativo escolhido, verificando as particularidades apresentadas no item 4.3 deste boletim

8. Ligar o produto e comparar as condições de operação do equipamento com as condições de operação registradas na primeira etapa do retrofit.

9. Se necessário, ajustar os parâmetros do sistema para atingir as condições originais de operação, como por exemplo: carga de refrigerante, elemento de expansão, etc...

10. Identificar o produto quanto ao tipo de refrigerante utilizado e quantidade de fluido refrigerante aplicada.

#### Tabela de pressão x temperatura de alguns fluidos refrigerantes

	R502	R404A	R507	R408A	R402A	R402B
T (psig)	P (psig)	P (psig)	P (psig)	P (psig)	P (psig)	P (psig)
-40	4,06	4,88	5,68	3,48	4,72	3,29
-35	8,57	9,66	10,6	7,94	9,51	7,75
-30	13,9	15,3	16,5	13,2	15,2	13,0
-25	20,1	21,9	23,3	19,4	21,8	19,2
-20	27,2	29,6	31,2	26,6	29,5	26,4
-15	35,4	38,5	40,3	34,9	38,4	34,8
-10	44,9	48,7	50,8	44,4	48,5	44,3
-5	55,6	60,3	62,7	55,2	60,1	55,2
0	67,6	73,4	76,1	67,5	73,3	67,6
5	81,2	88,1	91,3	81,4	88,1	81,5
10	96,4	105	108	97,0	105	97,2
15	113	123	127	114	123	115
20	132	144	148	134	144	134
25	153	166	171	155	166	156
30	175	191	197	179	191	179
35	200	219	225	205	219	205
40	227	249	256	233	249	234
45	257	282	289	264	281	265
50	289	317	325	298	317	298
55	324	356	365	334	355	335
60	361	398	408	374	397	375
65	402	443	454	417	441	417
70	445	492		463	490	463
75	491			513	484	513
80				507		565

**AVISO: É permitida a reprodução das informações deste Boletim, desde que seja citada a fonte de informação.**

As informações contidas neste catálogo estão sujeitas à alterações sem prévio aviso.

Tecumseh do Brasil Ltda. Todos os Direitos Reservados.

