

# Atualização do setor de HVAC



## Progresso do setor na transição para eliminar refrigerantes com alto teor de HFC

Globalmente, o setor de HVAC está trabalhando de forma diligente para incorporar normas de segurança atualizadas aos códigos da construção, à medida que novos produtos são comercializados para permitir a próxima geração de refrigerantes com GWP (potencial de aquecimento global) mais baixo.

O R-410A para chillers e outros equipamentos será substituído por alternativas descritas como sendo de baixa inflamabilidade. Esses novos refrigerantes foram amplamente testados e muitos dos sistemas menores estão em uso há algum tempo. À medida que os governos se concentram na descarbonização predial para cumprir os compromissos do Acordo de Paris, a incorporação de equipamentos de aquecimento elétrico altamente eficientes e com baixo GWP é uma alta prioridade e, portanto, as inovações nesse espaço são significativas. A Trane está assumindo a liderança do setor na eletrificação de baixo GWP. Acesse:

<https://www.trane.com/commercial/north-america/us/en/decarbonization.html>

## A evolução regulatória do refrigerante

Com o foco continuado na sustentabilidade, o escrutínio global sobre refrigerantes continua, resultando no desenvolvimento de opções de próxima geração com menor potencial de aquecimento global (GWP). Isso ajudará a compensar a crescente demanda global por HVAC, reduzindo ao mesmo tempo as emissões de gases de efeito estufa.

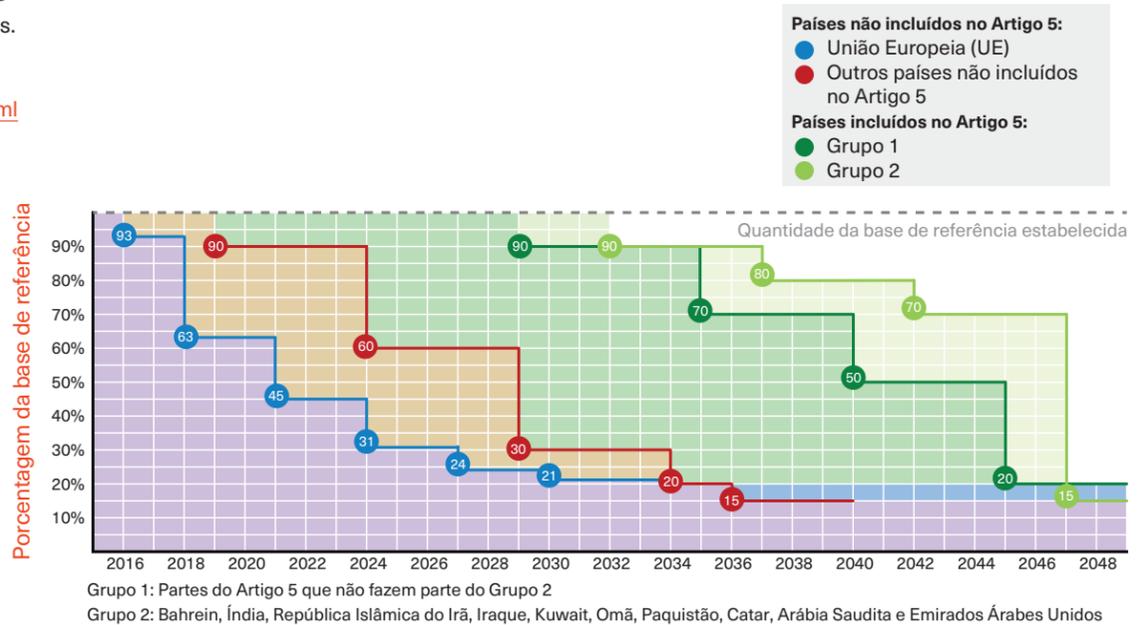


## Redução gradual do HFC em todo o mundo a partir de 1º de janeiro de 2019

A Emenda de Kigali de 2016 ao Protocolo de Montreal reduz gradualmente o fornecimento de HFCs, conforme mostrado para os países não incluídos no Artigo 5 (desenvolvidos) e os que estão no Artigo 5 (em desenvolvimento). A União Europeia é mostrada separadamente com sua programação anterior e é ligeiramente diferente.

A Lei de Inovação e Fabricação (AIM) dos Estados Unidos determina que a EPA reduza gradualmente o fornecimento de HFCs no mesmo cronograma que a Emenda de Kigali: Redução de 10% agora e redução de 40% em comparação com a base de referência em 2024. A Lei AIM também autoriza a EPA a exigir "transições tecnológicas", limitando o GWP dos refrigerantes para diferentes tipos de equipamentos.

<https://www.epa.gov/climate-hfcs-reduction>



Informações adicionais disponíveis em

<https://www.epa.gov/section608/revised-section-608-refrigerant-management-regulations>

## Regulamentos nacionais e regionais restringem o uso de HFCs com alto GWP

### Cronograma regulatório

2024	2025	2026
<b>Regulamentos dos Estados dos EUA:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>CA, CO, DE, MA, MD, ME, NJ, NY, RI, VA, VT, WA</li><li>Transição do chiller para refrigerantes com GWP &lt;750</li></ul>	<b>Califórnia:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>AC fixo com GWP &lt;750</li><li>Novos chillers de pista de gelo com GWP &lt;150</li></ul> <b>Proposta da EPA dos EUA:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Novos chillers de pista de gelo com GWP &lt;150</li><li>Transição para chillers e AC fixo com GWP &lt;700</li></ul> <b>Canadá</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Chillers com GWP &lt;750</li></ul>	<b>Califórnia:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>VRF (fluxo variável de refrigerante) com GWP &lt;750</li></ul> <b>Proposta da EPA dos EUA:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>VRF (fluxo variável de refrigerante) com GWP &lt;700</li></ul>

### Alterações de códigos e normas

Os códigos da construção estão sendo atualizados com as mais recentes normas de segurança, que integram requisitos para o uso seguro de refrigerantes de próxima geração. As normas de segurança subjacentes são ASHRAE® 15 e CSA/UL 60335-2-40.

A ASHRAE® 15-2019 acrescenta novos requisitos para os sistemas diretos que usam refrigerantes A2L. Por exemplo, os detectores de refrigerante devem ser instalados de fábrica na serpentina do evaporador, atuando rapidamente em nível baixo e aumentando o fluxo de ar para o espaço ocupado com os componentes essenciais desligados. Além disso, o refrigerante A2L deve ficar em um local afastado das fontes de ignição.

Para sistemas indiretos como chillers, a ASHRAE® 15-2019 acrescenta outros requisitos novos para os refrigerantes A2L, incluindo requisitos semelhantes aos de detectores de refrigerante para sistemas diretos, sequência de controle remoto de segurança e taxa de ventilação mais alta. Também é importante observar que o detector de refrigerante multiportas não pode mais ser usado para sistemas indiretos com refrigerantes A2L.

### Requisitos do gerenciamento de refrigerantes

A Seção 608 da Lei do Ar Limpo dos EUA define o gerenciamento adequado dos refrigerantes usados em equipamentos HVAC, incluindo limites máximos para VRF e requisitos de manuseio adequados durante a manutenção e reparo do equipamento. Ela está em evolução constante, geralmente com rigor crescente. Espera-se que a EPA integre requisitos adicionais para o gerenciamento do refrigerante na Lei AIM.

### Disponibilidade futura

A EPA dos EUA permite o uso contínuo de suprimentos reciclados, recuperados e armazenados de todos os refrigerantes indefinidamente, não obstante a data da redução gradual.

### Definição dos termos-chave:

**ODP** – potencial de destruição do ozônio – grau em que uma substância pode degradar a camada de ozônio; todas as medições relativas a uma massa semelhante de CFC-11, indexada em 1,0.

**GWP** – potencial de aquecimento global – grau em que um gás de efeito estufa (GEE) retém calor na atmosfera; todas as medições relativas a uma massa similar de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), indexada em 1,0. O acúmulo de GEEs pode causar mudanças climáticas.

**CFCs** – clorofluorcarbonetos (por exemplo, R-11, R-12) – reduzidos gradualmente pelo Protocolo de Montreal em 1996 devido ao ODP muito alto. Impacto significativo tanto na destruição do ozônio quanto no aquecimento global devido aos átomos de cloro e flúor e ao tempo de vida atmosférico muito longo.

**HCFCs** – hidroclorofluorcarbonetos (por exemplo, R-22, R-123) – também contêm cloro, mas contribuem menos para a destruição do ozônio e para as mudanças climáticas devido ao tempo de vida atmosférico mais curto. Ainda em uso globalmente, mas com datas de redução gradual programadas conforme o Protocolo de Montreal.

**HFCs** – hidrofluorcarbonetos (por exemplo, R-134a, R-404A, R-407C, R-410A) – não contêm cloro, mas apresentam GWP alto devido ao teor de flúor. Atualmente, estão sendo reduzidos gradualmente em todo o mundo sob a Emenda de Kigali ao Protocolo de Montreal.

**HFOs e HCFOs** – hidrofluoro-olefinas [por exemplo, R-1234yf, R-1234ze(E)] e hidroclorofluoro-olefinas [por exemplo, R-1233zd(E)] – refrigerantes de última geração que não destroem a camada de ozônio, com GWP ultrabaixo e tempo de vida atmosférico muito curto (medida em dias, em vez de anos ou décadas).

**Misturas de HFO** (por exemplo, R-454B, R-513A, R-514A, R-515B) – misturas que incluem um HFO. Apresentam GWP mais baixo e, conforme recebem a classificação da ASHRAE® e a aprovação SNAP, estão se tornando disponíveis para uso em aplicações específicas.

• **Zeótrópos** (misturas da série 400) – têm componentes que fervem e condensam em diferentes temperaturas (isto é, apresentam um certo grau de variação de temperatura). A variação mais baixa é normalmente preferível para aplicações de HVAC.

• **Azeótrópos** (misturas da série 500) – comportam-se como um refrigerante de componente único durante a mudança de fase, praticamente sem variação de temperatura.

**Protocolo de Montreal** – tratado internacional assinado em 1987, originalmente projetado para proteger a camada de ozônio por meio da redução gradual da produção e consumo de substâncias que a destroem. O **Acordo de Kigali** foi ratificado oficialmente em 2017 como uma emenda ao Protocolo de Montreal e reduz gradualmente a produção e o consumo globais de HFCs a partir de 1º de janeiro de 2019. Cada país deve ratificar a emenda para que seja aplicada internamente.

**SNAP** – a Política de Novas Alternativas Significativas da Environmental Protection Agency (EPA) dos EUA avalia os refrigerantes e os classifica como substitutos aceitáveis ou inaceitáveis, com base em seu risco geral à saúde humana e ao meio ambiente.

**De minimis** – que não tem significância ou importância; muito trivial ou secundário para merecer consideração.

# Considerações ao selecionar refrigerantes

Escolha o melhor refrigerante para cada aplicação com base em um equilíbrio entre segurança (toxicidade, inflamabilidade, riscos de asfixia e físicos), impactos ambientais (menor emissão de GEE) e custo total de propriedade (eficiência do uso de energia de todo o sistema).

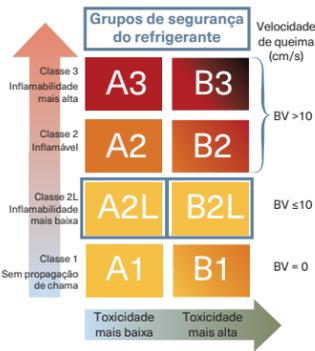
## Inflamabilidade

Com a transição para opções de refrigerante com GWP mais baixo, a inflamabilidade surgiu como uma nova variável a ser considerada, especialmente em pressões operacionais mais altas.

Em 2010, uma nova categoria de inflamabilidade foi criada no escopo da ASHRAE® 34. A subclasse 2L captura refrigerantes com uma Velocidade de queima (BV) menor que 10 cm/segundo e uma alta Energia mínima de ignição (EMI), indicando maior dificuldade de ignição.

Os refrigerantes 2L enfrentaram desafios na aplicação porque eram regulamentados como refrigerantes da Classe 2. Os códigos e as normas estão agora em processo de atualização para incluir requisitos que refletem a natureza menos inflamável dos refrigerantes 2L, em comparação com a inflamabilidade da Classe 2. A ASHRAE® 15 e a ASHRAE® 34 foram atualizadas para refletir essa alteração em 2019, e a UL 60335-2-40 foi atualizada em 2017. Essas alterações foram adotadas na íntegra pelo Código Mecânico Internacional (IMC).

A Trane® está empenhada em oferecer soluções não inflamáveis sempre que possível, e a menor inflamabilidade possível quando soluções levemente inflamáveis são exigidas.



## Toxicidade

Essa é, talvez, uma das propriedades mais incompreendidas dos refrigerantes. Especificamente, é importante distinguir entre toxicidade e segurança; elas não têm o mesmo significado. Como os refrigerantes deslocam o oxigênio, o maior risco à segurança associado a todos os refrigerantes é a exposição que leva à asfixia. Os ocupantes têm uma probabilidade significativamente menor de serem expostos a níveis inseguros de refrigerantes de baixa pressão porque — no caso de um vazamento — o ar vazaria para dentro da máquina em vez de ser expelido para o espaço.

A ASHRAE® 34 classifica a toxicidade de um refrigerante com base em seu limite de exposição ocupacional (OEL). O OEL refere-se à concentração média ponderada no tempo de um refrigerante, à qual “quase todos os trabalhadores podem ser expostos repetidamente sem efeitos adversos” ao longo de “um dia normal de trabalho de 8 horas e uma semana de trabalho de 40 horas”:

- Os refrigerantes Classe A têm um OEL  $\geq 400$  ppm
- Os refrigerantes da Classe B têm um OEL  $< 400$  ppm

O R-514A tem um OEL de 320 ppm. Isso significa que você não deve observar um efeito negativo se for exposto a 320 ppm de R-514A por 8 horas/dia, 40 horas/semana. Para aplicações de chiller, raramente os espaços dos sistemas mecânicos apresentam  $> 2$  ppm, e essa exposição geralmente ocorre durante a manutenção por períodos muito curtos.

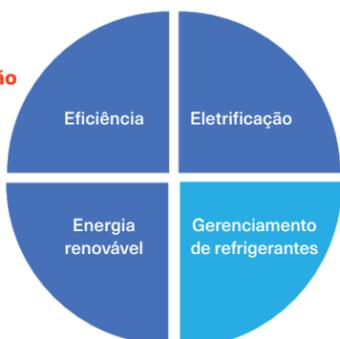
Para evitar confusão com as definições do código da construção, a ASHRAE® 34 foi atualizada para indicar tóxico, altamente tóxico ou nenhum dos dois, conforme definido no Código Internacional de Incêndio (IFC), no Código Uniforme de Incêndio (UFC) e nos regulamentos da OSHA. Nenhum dos refrigerantes mostrados na tabela é considerado tóxico ou altamente tóxico pelo IFC, UFC, OSHA ou pelo Código de Incêndio da NFPA 1 (National Fire Protection Association).

## O gerenciamento de refrigerante é importante para o plano de descarbonização do seu edifício

A Trane® está empenhada em reduzir os impactos ambientais em potencial associados aos refrigerantes usados nos nossos produtos. Fazemos isso por meio de:

- Portfólio de produtos EcoWise® com refrigerantes de baixo GWP
- Serviços inteligentes, que monitoram anormalidades do sistema que podem resultar em vazamentos de refrigerante
- Serviços mecânicos, que incluem o rastreamento da substituição do refrigerante e o preenchimento da documentação adequada para os relatórios anuais de emissões

### Pilares da descarbonização



## Opções de refrigerantes

Em transição | Solução de GWP mais baixo | Solução de GWP ultrabaixo

### BAIXA PRESSÃO

		R-123	R-514A	R-1233zd(E)
Inflamabilidade	Classe da ASHRAE®	1	1	1
Toxicidade <sup>1</sup>	Classe da ASHRAE®	Maior (B)	Maior (B)	Menor (A)
	OEL	50	320	800
Eficiência (COP)		8,95	8,91	8,87
Mudança de capacidade		Base de referência	~5% de perda	~35% de ganho
GWP <sup>2</sup>		77	1,7	1
Tempo de vida atmosférico		1,3 anos	22 dias	26 dias

<sup>1</sup> Nenhum dos refrigerantes mostrados na tabela é considerado “tóxico” ou “altamente tóxico” pelo IFC, UFC, NFPA 1 ou os regulamentos da OSHA.

<sup>2</sup> Os valores de GWP relatados estão de acordo com o Quarto Relatório de Avaliação (AR4) do IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas).

#### R-514A:

Substituto não inflamável do R-123, que oferece o mais alto desempenho entre todas as opções de próxima geração disponíveis hoje, com ODP próximo de zero e GWP de 2. Embora classificado como “B1”, o R-514A tem um limite de exposição drasticamente aprimorado (6 vezes maior) em comparação com o R-123, que tem sido usado com segurança por 500.000 ciclos de operação do chiller por mais de 25 anos

#### R-1233zd(E):

Substituto não inflamável de molécula única para o R-123, que oferece ODP próximo a zero e GWP ultrabaixo, de 1. Frequentemente denominado “zd”, ele é classificado como um refrigerante “A1”.

Equipamentos que usam refrigerantes de baixa pressão: Compressores centrífugos maiores

### PRESSÃO MÉDIA

		R-134a	R-513A	R-515B	R-1234yf	R-1234ze(E)
Inflamabilidade	Classe da ASHRAE®	1	1	1	2L ⚠	2L ⚠
Toxicidade <sup>1</sup>	Classe da ASHRAE®	Menor (A)	Menor (A)	Menor (A)	Menor (A)	Menor (A)
	OEL	1.000	650	810	500	800
Eficiência (COP)		8,47	8,27	8,32	8,17	8,45
Mudança de capacidade		Base de referência	Similar	~25% de perda	~5% de perda	~35% de perda
GWP <sup>2</sup>		1.430	630	298	6	1
Tempo de vida atmosférico		13,4 anos	5,9 anos	3,1 anos	11 dias	18 dias

#### R-513A:

Substituto não inflamável para o R-134a, que não tem impacto na capacidade, zero ODP e GWP 55% menor. Embora a queda de eficiência teórica seja de ~2%, se usado como drop-in, o impacto real na eficiência do chiller foi de cerca de 4-6%, dependendo da aplicação.

#### R-1234ze(E):

Substituto de molécula única para o R-134a, que oferece ODP zero e GWP ultrabaixo, de 4. É classificado como “A2L” conforme a ASHRAE® Standard 34. Diferenças na classificação de inflamabilidade da Europa resultaram em uma certa adoção precoce na Europa. Espera-se que a maioria dos códigos locais nos Estados Unidos permita o uso de refrigerantes A2L a partir de 1º de janeiro de 2024.

Equipamentos que usam refrigerantes de média pressão: Compressores de parafuso e compressores centrífugos menores

### ALTA PRESSÃO

		R-410A	R-454B	R-32
Inflamabilidade	Classe da ASHRAE®	1	2L ⚠	2L ⚠
Toxicidade <sup>1</sup>	Classe da ASHRAE®	Menor (A)	Menor (A)	Menor (A)
	OEL	1.000	850	1.000
Eficiência (COP)		7,99	8,16	8,22
Mudança de capacidade		Base de referência	~3% de perda	~8% de ganho
GWP <sup>2</sup>		2088	467	675
Tempo de vida atmosférico		17 anos	3,6 anos	5,2 anos

#### R-32, R-452B, R-454B, R-466A:

Principais opções para substituir o R-410A em aplicações unitárias e residenciais. Cada uma dessas soluções oferece diferentes compensações em GWP, eficiência e inflamabilidade e está sendo considerada pelo setor como uma solução de próxima geração para substituir o R-410A.

Equipamentos que usam refrigerantes de alta pressão: compressores scroll, equipamentos unitários e acondicionados