Ficha de Dados de Segurança (FDS)

Refrigerante R512A (mistura HFO/HFC, R1234yf/R134a, A2L ligeiramente inflamável)

N.º ONU: 3161 (provisório) Data de emissão: 29 de agosto de 2026 Versão: 1.0

1 Identificação

1.1 Identificação do produto

Nome químico	Refrigerante R512A (mistura de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno e 1,1,1,2-tetrafluoroetano)
Nomes comuns / sinónimos	R512A, HFC-512A, HFO-512A
Número CAS	Sem número CAS único (mistura; CAS dos componentes ver Secção 3)
Número ONU	3161 (gás liquefeito, inflamável, provisório)
Código de mercadorias perigosas	Classe 2.1 Gás inflamável (provisório)
Tipo de mistura	Mistura azeotrópica/quase azeotrópica
Massa molecular	~112,1 g/mol (estimado)
Utilização recomendada	Refrigeração comercial ligeira, alternativa de refrigerante para ar condicionado automóvel

Nota sobre os dados: Alguns parâmetros físico-químicos desta FDS são valores estimados com base em fontes de dados publicamente disponíveis. A composição exata e as especificações completas do R512A não foram confirmadas publicamente nas tabelas da Norma ASHRAE 34.**Os dados destinam-se apenas a referência; consultar os dados mais recentes do fabricante.**

1.2 Dados do fornecedor da ficha de dados de segurança

Nome do fornecedor	Hangzhou Wula Chemical Co., Ltd.
Endereço	Rua Longtan, n.º 7, Distrito de Yuhang, Hangzhou, Província de Zhejiang, China
Código postal	311100
Telefone	+86-571-87024025

Fax	+86-571-87024025
E-mail	safety@wulachem.cn

1.3 Número de telefone de emergência

Linha de emergência química nacional (China): +86-532-83889090 (24 horas)

Contacto de emergência do fornecedor: +86-571-87024025

2 Identificação dos perigos

2.1 Classificação GHS

Classificação de perigo:

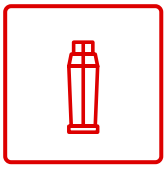
- Gás inflamável (Perigo físico) — Categoria 2
- Gás comprimido (Perigo físico) — Gás liquefeito
- Toxicidade específica para órgãos-alvo - exposição única (Perigo para a saúde, efeito narcótico) — Categoria 3

Nota: o R512A é um refrigerante de classe A2L (ligeiramente inflamável, baixa toxicidade). Os gases A2L apresentam baixa velocidade de combustão (≤10 cm/s) e limites de inflamabilidade estreitos, resultando num baixo risco real de incêndio. A queimadura pelo frio resultante do contacto com o líquido é uma lesão criogénica física.

2.2 Elementos do rótulo GHS



GHS02 Chama



GHS04 Frasco de gás



GHS07 Sinal de exclamação

Palavra de perigo: ATENÇÃO

Menções de perigo:

H221 Gás inflamável.

H280 Contém gás sob pressão; risco de explosão sob a acção do calor.

H336 Pode provocar sonolência ou vertigens.

Nota: a classificação H221 baseia-se nas características A2L ligeiramente inflamáveis. O intervalo dos limites de inflamabilidade é estreito e a velocidade de combustão é baixa; o risco real de incêndio é significativamente inferior ao dos gases de classe A2/A3.

Conselhos de prudência:

P102 Ler e compreender todas as precauções de segurança antes do manuseamento.

P210 Manter afastado do calor, superfícies quentes, faísca, chama aberta e outras fontes de ignição. Não fumar.

P271 Utilizar apenas ao ar livre ou em locais bem ventilados.

P280 Usar luvas de protecção/vestuário de protecção/protecção ocular/protecção facial.

P304+P340 EM CASO DE INALAÇÃO: Retirar a pessoa para uma zona ao ar livre e mantê-la numa posição que não dificulte a respiração.

P312 Caso sinta indisposição, contacte um CENTRO DE INFORMAÇÃO ANTIVENENOS/médico/... .

P377 Incêndio por fuga de gás: não apagar, a menos que se possa deter a fuga em segurança.

P381 Em caso de fuga, eliminar todas as fontes de ignição.

P403 Armazenar em local bem ventilado.

P410+P403 Manter ao abrigo da luz solar. Armazenar em local bem ventilado.

P405 Armazenar em local fechado à chave.

2.3 Outros perigos

- O vapor é mais pesado que o ar e pode propagar-se longas distâncias junto ao solo, criando um ambiente deficiente em oxigénio em zonas baixas.
- Gás A2L ligeiramente inflamável: pode inflamar-se em condições específicas de concentração e de fonte de ignição, mas a velocidade de combustão é baixa e os limites de inflamabilidade são estreitos.
- Decompõe-se a temperaturas elevadas (>500 °C), produzindo gases tóxicos e corrosivos (fluoreto de hidrogénio, monóxido de carbono, fluoreto de carbonilo, etc.).
- Os frascos podem romper ou rebentar quando aquecidos devido ao aumento da pressão interna.
- A exposição a concentrações elevadas pode provocar sensibilização cardíaca a catecolaminas, podendo originar arritmia.

3 Composição/informação sobre os ingredientes

3.1 Substância/mistura

Este produto é uma mistura de refrigerantes HFO e HFC. A proporção exata da composição e o tipo de mistura (azeotrópica ou quase azeotrópica) estão sujeitos a confirmação pelo fabricante.

3.2 Informação sobre a composição

Componente	N.º CAS	Nome químico	Fórmula molecular	Concentração (em massa, estimada)
R1234yf	754-12-1	2,3,3,3-Tetrafluoroprop-1-eno	$C_3H_2F_4$ ($CF_3CF{=}CH_2$)	~85%

R134a	811-97-2	1,1,1,2-Tetrafluoroethane	$C_2H_2F_4$ (CH_2FCF_3)	~15%

Nota: a composição é estimada com base no cálculo inverso do valor de GWP. Para a composição exata, consultar os dados mais recentes do fabricante.

3.3 Informação sobre impurezas

Impureza	Limite
Acidez (como HCl)	≤1 ppm
Humidade	≤10 ppm
Resíduo de evaporação	≤100 ppm
Gás não condensável (25°C, vol%)	≤1.5%
Cloreto	Conforme

4 Medidas de primeiros socorros

4.1 Descrição das medidas de primeiros socorros necessárias

Aconselhamento geral: Retirar a vítima da área contaminada imediatamente. Manter quente e em repouso. Mostrar esta FDS ao médico assistente.

Inalação:

- Deslocar a vítima para ar fresco imediatamente. Manter as vias aéreas desobstruídas.
- Administrar oxigénio se a respiração for difícil.
- Se não respirar, efetuar respiração artificial (preferencialmente com máscara de bolso-valva ou máscara de bolso; evitar boca-a-boca).
- Se não houver pulso, iniciar imediatamente a reanimação cardiopulmonar (RCP).
- Manter a vítima quente e em repouso. Monitorizar atentamente o estado.
- Procurar imediatamente assistência médica.

Contacto cutâneo (congelamento):

- Enxaguar imediatamente a zona afectada com grandes quantidades de água morna (37–40°C) para promover o reaquecimento.
- NÃO utilizar água quente (>40°C) nem calor direto (p. ex., aquecedores elétricos).
- NÃO esfregar nem massagear a zona congelada; tal pode agravar os danos nos tecidos.
- Remover cuidadosamente a roupa congelada. Se a roupa aderir à pele, NÃO a puxar; cortar à volta.
- Cobrir com penso estéril.

- Procurar imediatamente assistência médica.

Contacto ocular:

- Manter imediatamente as pálpebras abertas e enxaguar abundantemente com bastante água ou soro fisiológico durante pelo menos 15 minutos.
- Assegurar a irrigação completa de todas as superfícies oculares levantando as pálpebras superiores e inferiores.
- Retirar as lentes de contacto se estiverem presentes e forem facilmente removíveis.
- Procurar imediatamente assistência médica, preferencialmente de um oftalmologista.

Ingestão:

Não aplicável. Esta substância é um gás à temperatura ambiente; não é expectável exposição por ingestão.

4.2 Sintomas e efeitos mais importantes, tanto agudos como tardios

- Inalação aguda: tonturas, sonolência, cefaleia, náuseas, ataxia, perda de consciência, arritmia cardíaca.
- Contacto cutâneo (líquido): congelamento (pele pálida e dura, dor, formação de bolhas).
- Contacto ocular (líquido): congelamento grave, lesão corneal, perturbação visual.

4.3 Indicação de qualquer assistência médica imediata e tratamento especial necessário

Notas para médicos:

- Terapêutica sintomática e de suporte. Manter as vias aéreas; administrar oxigénio se necessário.
- Monitorizar a função cardíaca; a exposição a alta concentração pode causar arritmias.
- Evitar fármacos catecolaminérgicos (p. ex., epinefrina/adrenalina) — podem aumentar a sensibilidade miocárdica aos hidrocarbonetos fluorados e precipitar fibrilação ventricular.
- Tratar o congelamento com protocolos padrão: reaquecimento com água morna (37–40°C). NÃO utilizar calor seco nem massagem.
- Se houver suspeita de exposição a produtos de decomposição térmica (HF), vigiar os níveis de fluoreto no sangue e na urina; administrar gluconato de cálcio.

5 Medidas de combate a incêndios

5.1 Meios de extinção

Meios de extinção adequados:Névoa de água, pó químico seco, dióxido de carbono, espuma. Para gases A2L ligeiramente inflamáveis, dar prioridade ao corte da fonte de gás antes de extinguir.

Meios de extinção inadequados: Nenhuma contraindicação específica.

5.2 Perigos específicos decorrentes da substância ou mistura

- Gás A2L ligeiramente inflamável: inflamável dentro de um intervalo de concentração específico no ar (limites estreitos); baixa velocidade de combustão (≤10 cm/s).
- O risco real de incêndio é baixo, mas deve evitar-se o contacto com fontes de ignição fortes em espaços confinados.
- A decomposição térmica a altas temperaturas (>500°C) produz gases tóxicos e corrosivos: fluoreto de hidrogénio, monóxido de carbono, fluoreto de carbonilo, etc.
- Os frascos podem romper ou rebentar quando aquecidos devido ao aumento da pressão interna.
- Pode reagir com metais alcalinos, metais alcalinoterrosos e pó de alumínio em certas condições.

5.3 Produtos perigosos da combustão

Fluoreto de hidrogénio (HF), monóxido de carbono (CO), fluoreto de carbonilo (COF_2) e outros compostos fluorados.

5.4 Aconselhamento para bombeiros

- Os bombeiros devem usar aparelho respiratório autónomo de pressão positiva (SCBA) e vestuário de protecção ignífugo completo.
- Se possível, deslocar os recipientes da zona do incêndio para um local seguro.
- Arrefecer os recipientes com pulverização de água a partir de uma distância segura até o fogo ser extinto.
- Evacuar imediatamente se os recipientes apresentarem descoloração ou se os dispositivos de alívio de pressão começarem a libertar gás.
- Isolar a área; manter afastado o pessoal não autorizado.
- **Incêndio de gás com fuga: não extinguir a menos que a fuga possa ser interrompida em segurança**(P377); caso contrário, o gás inflamável pode voltar a acumular-se, provocando reignição ou explosão.
- Eliminar todas as fontes de ignição se tal puder ser feito em segurança (P381).

6 Medidas em caso de libertação acidental

6.1 Precauções pessoais, equipamento de protecção e procedimentos de emergência

- Evacuar o pessoal da zona de fuga para locais a barlavento imediatamente. Estabelecer um perímetro e restringir o acesso.
- Os socorristas devem usar SCBA, vestuário de trabalho padrão, luvas criogénicas e protecção ocular.
- Entrar pela direcção a barlavento.
- Estancar a fuga se puder ser feito com segurança.
- Não tocar nem caminhar sobre o material derramado.
- **Eliminar todas as fontes de ignição**(chamas abertas, faíscas elétricas, eletricidade estática). Utilizar apenas ferramentas antifaísca.
- Manter pessoal de contacto de emergência para apoio externo.

6.2 Precauções ambientais

- Impedir que o gás entre em esgotos, caves ou espaços confinados.
- Ventilar a área para acelerar a dispersão.
- Minimizar as libertações para controlar as emissões de gases de efeito estufa; recuperar sempre que possível.
- Evitar a libertação para a atmosfera, cursos de água ou solo.

6.3 Métodos e materiais de confinamento e limpeza

- **Fuga pequena:**Aumentar a ventilação para acelerar a dispersão do gás. Vigiar os níveis de oxigénio e a concentração de gás combustível para evitar asfixia e ignição.
- **Fuga grande:**
  - Fechar a válvula de origem se for seguro fazê-lo.
  - Recuperar utilizando equipamento de recuperação de gás dedicado.
  - Se a recuperação não for possível, utilizar nevoeiro/bruma de água para diluir e dissolver o gás (prevenir a poluição da água).
  - Se a válvula do frasco não puder ser fechada, mergulhar o frasco numa solução aquosa alcalina para absorção.
- **Fuga do frasco:**Deslocar o frasco para uma área segura bem ventilada e libertar lentamente. Se a válvula não puder ser fechada, contactar o fornecedor para manuseamento profissional.

6.4 Referência

Consultar a Secção 8 (Controlos de exposição/protecção individual) e a Secção 13 (Considerações sobre eliminação).

> **Perigo crítico:**A densidade do vapor de R512A é aproximadamente 3,9 vezes a do ar. Acumular-se-á em zonas baixas e confinadas, criando uma atmosfera deficiente em oxigénio e podendo atingir concentrações inflamáveis. Verifique sempre os níveis de oxigénio (devem ser ≥19,5%) e de gás combustível (abaixo de 20% do LEL) e utilize o sistema de trabalho em binómio antes de entrar em espaços confinados ou zonas baixas. Eliminar todas as fontes de ignição.

7 Manuseamento e armazenamento

7.1 Precauções para um manuseamento seguro

- Manusear em sistemas fechados com ventilação natural adequada ou exaustão local.
- O pessoal deve ser especialmente formado e seguir estritamente os procedimentos operacionais. Apenas pessoal certificado.
- Prevenir a fugas de gás para a atmosfera do local de trabalho.

- **Manter afastado do calor, superfícies quentes, faísca, chama aberta e outras fontes de ignição. Não fumar.**
- Evitar o contacto com metais reactivos e agentes oxidantes fortes.
- Manusear os cilindros com cuidado; não deixar cair, deslizar, rolar ou embater os cilindros.
- Equipar a área com equipamento de resposta a emergências de fuga.
- Proibido fumar, comer ou beber nas áreas de trabalho.
- Usar luvas isolantes e protecção ocular/facial ao manusear o líquido para prevenir o congelamento.
- Utilizar sistemas e equipamentos de ventilação à prova de explosão.
- Inspecionar periodicamente os frascos, válvulas e tubagens quanto a fugas.
- Utilizar ferramentas e equipamentos antifaísca.
- Manter uma boa ventilação do local de trabalho para evitar a acumulação de gás em concentrações inflamáveis.

7.2 Condições para um armazenamento seguro, incluindo incompatibilidades

- Armazenar num armazém fresco, seco e bem ventilado de gases inflamáveis.
- A temperatura de armazenamento não deve exceder 45°C. Manter afastado do fogo, de fontes de calor e da luz solar direta.
- Armazenar separadamente de oxidantes e metais reactivos.
- A área de armazenamento deve estar equipada com equipamento de resposta a emergências de fuga.
- As garrafas devem ser armazenadas na vertical, com as capas de protecção das válvulas e os anéis de segurança colocados e devidamente fixadas.
- Utilizar iluminação e sistemas de ventilação à prova de explosão.
- **Proibir a utilização de equipamentos e ferramentas que possam gerar faíscas.**
- O coeficiente de enchimento não deve exceder 1,0 kg/L.
- Afixar sinais de aviso de segurança bem visíveis e instalar alarmes de deteção de gás combustível nas áreas de armazenamento.
- Implementar um sistema de receção/expedição por duas pessoas e de custódia por duas pessoas.

7.3 Utilizações finais específicas

Exclusivamente para utilização em refrigeração industrial e comercial ligeira. O pessoal deve possuir formação profissional. O R512A é adequado para refrigeração comercial ligeira e sistemas de ar condicionado automóvel. Não utilizar para contacto direto com alimentos, inalação médica ou outras aplicações não aprovadas.

8 Controlos de exposição/protecção individual

8.1 Parâmetros de controlo

OEL da China	Sem limite legal estabelecido. Referência recomendada: WEEL 500 ppm (TWA, 8 h)
WEEL (componente R1234yf, EUA)	500 ppm (TWA, 8 h)
ACGIH TLV-TWA (componente R134a, EUA)	1000 ppm (TWA, 8 h)
OEL recomendado para a mistura	500 ppm (TWA, valor mais conservador)
Valor limite biológico	Não estabelecido

Nota: De acordo com a GBZ 2.1-2019, esta substância não se encontra atualmente listada na tabela OEL chinesa. Recomenda-se o uso de normas internacionais como referência.

8.2 Métodos de monitorização da exposição

Cromatografia gasosa com deteção por ionização de chama (GC-FID) ou espetrometria de massa (GC-MS); detetor portátil de halogéneos/gás combustível.

8.3 Controlos de engenharia adequados

- Projeto de processo fechado com ventilação geral ou exaustão local.
- Disponibilizar duche de segurança e estação de lavagem dos olhos.
- Instalar alarmes de deteção de gás combustível (20% do LEL) nas áreas onde possam ocorrer fugas de grandes dimensões.
- Utilizar equipamento elétrico à prova de explosão.
- Garantir ventilação adequada do local de trabalho para evitar a acumulação de gás.

8.4 Medidas de protecção individual

Protecção respiratória:

- Condições normais (abaixo do limite de exposição): nenhuma protecção especial necessária.
- Concentrações elevadas: recomenda-se um respirador semimáscara com cartucho de vapor orgânico/gás ácido.
- Alta concentração ou resgate/evacuação de emergência: deve usar-se um aparelho respiratório autónomo de pressão positiva (SCBA).

Protecção ocular/facial:

- Manuseamento geral: óculos de segurança.
- Ao manusear líquido ou exposição potencial a líquido: deve usar-se óculos de segurança químicos ou viseira facial para prevenir o congelamento.

Protecção da pele:

- Protecção das mãos: luvas de protecção antiestáticas para manuseamento normal; luvas com isolamento criogénico para contacto com o líquido.
- Protecção do corpo: vestuário de trabalho antiestático; vestuário resistente ao frio para contacto com o líquido.
- Outro: proibido fumar nas áreas de trabalho; evitar a inalação a alta concentração; utilizar um sistema de duas pessoas ao entrar em tanques, espaços confinados ou outras áreas de alta concentração.

8.5 Medidas de higiene

- Remover a roupa contaminada e lavar a pele cuidadosamente após o trabalho.
- Manter boa higiene pessoal.
- Assegurar que a lavagem dos olhos e o duche de emergência estejam disponíveis no local de trabalho.

9 Propriedades físicas e químicas

9.1 Propriedades físicas e químicas básicas

Aparência e odor	Gás incolor com um odor étereo fraco; gasoso à temperatura e pressão ambientes; líquido incolor transparente sob pressão
Limiar olfativo	Indisponível (odor semelhante a éter fraco)
pH	Não aplicável (gás)
Ponto de fusão / Ponto de congelação	Sem ponto de fusão definido (mistura), aprox. -100 °C
Ponto de ebulição / Intervalo de ebulição (101,3 kPa)	~ -29 °C (-20,2 °F) (estimado)
Ponto de inflamação	Nenhum (ponto de inflamação não aplicável a gás; gás ligeiramente inflamável)
Taxa de evaporação	Indisponível
Inflamabilidade (gás)	Ligeiramente inflamável (A2L)
Limites de explosividade (superior/inferior)	~6,5% – 10% no ar (estimado, intervalo estreito)
Pressão de vapor (25°C)	~600 kPa (estimado)
Densidade de vapor (ar = 1)	~3,9 (mais pesado que o ar)
Densidade relativa (líquido, 25°C)	~1,18 g/cm^3 (estimado)

Solubilidade	Ligeiramente solúvel em água; solúvel em etanol, éter e outros solventes orgânicos
Coeficiente de repartição octanol/água (log P)	Não disponível (mistura)
Temperatura de auto-inflamação	~410 °C (estimado, com base no componente R1234yf)
Temperatura de decomposição	>500 °C início da decomposição térmica
Viscosidade (gás, 25°C)	~11,5 μPa·s (estimado)
Tensão superficial (líquido, 25°C)	~8,0 mN/m (estimado)
Velocidade de combustão	≤10 cm/s (requisito da classe A2L)

9.2 Propriedades termodinâmicas

Temperatura crítica	~96 °C (205 °F) (estimado)
Pressão crítica	~3600 kPa (3,60 MPa / 522 psia) (estimado)
Densidade crítica	~0,480 g/cm³ (estimado)
Calor de vaporização (no ponto de ebulição)	~180 kJ/kg (estimado)
Calor específico do líquido (25°C)	~1,45 kJ/(kg·°C) (estimado)
Calor específico do gás (25°C, pressão constante)	~0,90 kJ/(kg·°C) (estimado)

9.3 Outros dados de segurança

Grupo de segurança ASHRAE	A2L (ligeiramente inflamável, baixa toxicidade, provisório)
Potencial de Empobrecimento da Camada de Ozono (ODP)	0 (não esgota a camada de ozono)
Potencial de Aquecimento Global (GWP, 100 anos)	196 (GWP baixo; fonte: UNEP RTOC 2022 / GHG Protocol)
Tempo de vida atmosférico	~2 anos (estimado)

Nota sobre os dados: Os parâmetros físico-químicos assinalados como «estimado» derivam das propriedades conhecidas do R1234yf e do R134a. Os valores reais podem diferir.**Os dados destinam-se apenas a referência; consultar os dados mais recentes do fabricante.**

10 Estabilidade e reactividade

10.1 Reactividade

Quimicamente estável em condições normais de temperatura e pressão; não facilmente reactivo.

10.2 Estabilidade química

Estável em condições normais de temperatura e pressão. O componente R1234yf contém uma ligação dupla carbono-carbono e degrada-se relativamente depressa na atmosfera, mas é estável em condições normais de armazenamento e utilização.

10.3 Possibilidade de reacções perigosas

- A decomposição térmica a altas temperaturas (>500°C) produz fluoreto de hidrogénio tóxico, monóxido de carbono e fluoreto de carbonilo.
- Pode reagir com metais alcalinos, metais alcalinoterrosos e pó de alumínio a alta temperatura ou em condições específicas.
- Pode sofrer reacções de oxidação-redução com agentes oxidantes fortes.
- O componente R1234yf pode formar misturas inflamáveis com o ar em condições específicas (A2L ligeiramente inflamável).

10.4 Condições a evitar

Temperatura elevada, chama aberta, fontes de calor direto, sobrepressão da garrafa, fontes de ignição fortes

10.5 Materiais incompatíveis

Metais reactivos (sódio, potássio, cálcio, pó de alumínio, pó de magnésio, etc.), agentes oxidantes fortes

10.6 Produtos perigosos de decomposição

Fluoreto de hidrogénio (HF), monóxido de carbono (CO), fluoreto de carbonilo (COF_2) e outros compostos fluorados

10.7 Polimerização perigosa

Não ocorrerá.

11 Informação toxicológica

11.1 Informação sobre os efeitos toxicológicos

Toxicidade aguda:

LC de inalação em ratos$_{50}$ (4 h)	>500,000 ppm (CL de todos os componentes$_{50}$valores >500,000 ppm)
Componente R1234yf, CL em rato$_{50}$ (4 h)	>520,000 ppm
Componente R134a, CL em rato$_{50}$ (4 h)	>500.000 ppm
LD dérmico em coelhos$_{50}$	Indisponível (substância gasosa)

11.2 Irritação/corrosão cutânea

O contacto com o líquido pode causar congelamento (lesão física), mas não é um corrosivo químico. Classificação GHS: nenhuma classificação de corrosão/irritação cutânea (apenas congelamento físico).

11.3 Irritação/corrosão ocular

O contacto com o líquido pode provocar queimaduras pelo frio graves e lesões da córnea. Classificação GHS: sem classificação de irritação ocular (apenas queimadura pelo frio física).

11.4 Sensibilização respiratória ou cutânea

Nenhuma sensibilização comunicada. Os dados disponíveis de testes em animais e de epidemiologia humana não revelam efeito de sensibilização.

11.5 Mutagenicidade em células germinativas

Os testes in vitro e in vivo (teste de Ames, teste de aberração cromossómica, teste do micronúcleo em ratinho, etc.) não revelam efeito mutagénico. Todos os componentes são não mutagénicos.

11.6 Cancerogenicidade

Evidência insuficiente de carcinogenicidade. Nenhum dos componentes está listado como carcinogénico pela IARC, ACGIH ou outras agências.

- IARC: Não listado
- ACGIH: Categoria A4 (Não classificável como carcinogénico humano)
- EPA: Grupo D (Não classificável quanto à carcinogenicidade humana)

11.7 Toxicidade para a reprodução

Estudos em animais não revelam toxicidade reprodutiva ou desenvolvimental significativa a altas concentrações (>50,000 ppm). Não há dados de toxicidade reprodutiva humana disponíveis.

11.8 STOT-exposição única

- Efeito narcótico (Categoria 3): A inalação de altas concentrações pode causar depressão do sistema nervoso central, manifestada por tonturas, sonolência, cefaleia e perturbação da consciência.
- Efeitos cardíacos: A exposição a alta concentração pode causar arritmia cardíaca, especialmente sob stresse ou exercício (sensibilização por catecolaminas).

11.9 STOT-exposição repetida

A exposição repetida a baixa concentração não revela toxicidade significativa para órgãos-alvo. Estudos de inalação em animais a longo prazo (altas concentrações) não demonstraram lesão orgânica clara.

11.10 Perigo por aspiração

Não é expectável causar pneumonia por aspiração na forma gasosa. Contudo, a inalação a alta concentração pode causar depressão do SNC e sensibilização cardíaca.

12 Informação ecológica

12.1 Ecotoxicidade

Toxicidade aguda para peixes (LC_{50}, 96 h)	>100 mg/L (baixa toxicidade para peixes)
Toxicidade aguda para Daphnia (CE_{50}, 48 h)	>100 mg/L
Inibição do crescimento de algas (CE_{50}, 72 h)	>100 mg/L
Toxicidade bacteriana	Indisponível

12.2 Persistência e degradabilidade

- Degradação atmosférica: o R1234yf degrada-se rapidamente por reação com radicais hidroxilo (tempo de vida atmosférico ~11 dias); o R134a degrada-se mais lentamente (tempo de vida ~14 anos). O tempo de vida atmosférico global da mistura é de aproximadamente 2 anos.
- Biodegradabilidade: dificilmente biodegradável.
- Hidrólise: Não facilmente hidrolisado à temperatura ambiente.
- Fotodegradação: Pode ser fotoquimicamente degradado na atmosfera.

12.3 Potencial de bioacumulação

Todos os valores de log P dos componentes são baixos; baixo potencial de bioacumulação.

12.4 Mobilidade no solo

Altamente volátil na forma gasosa. Baixa solubilidade em água. Alta mobilidade. Volatiliza facilmente para a atmosfera quando libertado para o solo.

12.5 Resultados da avaliação PBT e vPvB

Não cumpre os critérios PBT / vPvB.

12.6 Outros efeitos adversos

- **Potencial de Empobrecimento da Camada de Ozono (ODP):**0 (não empobrece a camada de ozono; substância não ODS das classes HFO/HFC)
- **Potencial de Aquecimento Global (GWP, horizonte temporal de 100 anos):**196 (relativo ao CO_2 = 1; refrigerante de baixo GWP)
- O componente R1234yf tem um tempo de vida atmosférico curto (~11 dias), resultando num efeito de estufa muito baixo.
- As libertações de grandes quantidades podem contribuir para o aquecimento global; as emissões devem ser controladas, dando prioridade à recuperação e reutilização.
- Não é uma substância controlada ao abrigo do Protocolo de Montreal; GWP baixo, não sujeita à redução progressiva dos HFC prevista na Emenda de Quigali.

13 Considerações sobre eliminação

13.1 Métodos de tratamento de resíduos

Produto/resíduos:

- NÃO libertar diretamente para a atmosfera (gás de efeito estufa).
- A recuperação e a reciclagem (purificação e reutilização) são a abordagem preferida.
- Se a recuperação não for viável, eliminar através de uma instalação licenciada de tratamento de resíduos perigosos.
- A incineração a alta temperatura com depurador alcalino para remoção de fluoreto é um método aceitável.
- Não descarregar para esgotos, cursos de água ou solo.

Embalagem contaminada:

- As garrafas vazias devem ser devolvidas ao fornecedor ou a uma instalação qualificada para eliminação.
- Os frascos vazios com pressão residual são geridos como resíduos perigosos.

13.2 Precauções especiais para a eliminação

- Consultar os regulamentos nacionais e locais antes da eliminação.
- O pessoal deve usar equipamento de protecção individual adequado (consultar a Secção 8).
- Garantir boa ventilação para prevenir a asfixia e a acumulação de gás combustível.
- A eliminação deve ser efectuada por uma instalação qualificada e licenciada.
- Os registos de eliminação devem ser mantidos.
- Eliminar todas as fontes de ignição.

14 Informação sobre o transporte

14.1 Número ONU

3161 (Gás liquefeito, inflamável, provisório)

14.2 Nome próprio de expedição ONU

GÁS LIQUEFEITO, INFLAMÁVEL, N.E.M. (Gás refrigerante R512A)

14.3 Classe(s) de perigo de transporte

Classe 2.1 Gás inflamável (provisório, com base na classificação A2L ligeiramente inflamável)

14.4 Grupo de embalagem

Não aplicável (os gases da Classe 2 não recebem um grupo de embalagem)

14.5 Marca de embalagem / Rótulo de perigo

- Rótulo de perigo primário: Gás inflamável (vermelho, Classe 2.1)
- Rótulo de perigo subsidiário: Nenhum

14.6 Métodos e materiais de confinamento e embalagem

- Frascos de aço sem costura. Os frascos devem cumprir as normas nacionais aplicáveis (p. ex., GB 5099).
- Dimensões de embalagem habituais: garrafas de 11,4 kg, 13,6 kg, 50 kg, 100 kg.
- O coeficiente de enchimento não deve exceder 1,0 kg/L.
- Sentido da rosca da saída da válvula do cilindro: rosca à esquerda para gases inflamáveis.

14.7 Requisitos especiais para diferentes modos de transporte

Transporte rodoviário (GB/T 12268 / ADR):

- Os veículos devem ter licença de transporte de carga perigosa.
- Os frascos devem ter tampas de válvula e anéis de segurança no lugar.
- As garrafas são geralmente dispostas na horizontal, com as válvulas apontadas na mesma direcção; não empilhar transversalmente.
- Transportar no início da manhã/sera no verão para evitar a luz solar direta.
- Seguir as rotas designadas; não parar em áreas residenciais ou densamente povoadas.
- Os tubos de escape de veículos devem ser equipados com apagadores de faíscas.

Transporte ferroviário (RID):

- Proibidas manobras de lançamento.
- Transportar em vagões fechados; frascos na vertical ou deitados e fixados.

Transporte marítimo (Código IMDG):

- UN 3161, Classe 2.1
- Poluente marinho: Não

- Categoria de estiva: D (apenas estiva no convés)

Transporte aéreo (ICAO/IATA DGR):

- UN 3161, Classe 2.1
- Gás liquefeito inflamável
- Proibido em aeronaves de passageiros; apenas aeronaves de carga (sujeito a limites de quantidade)

14.8 Precauções especiais para o utilizador

- Não co-transportar com oxidantes, metais reactivos ou produtos alimentares/para alimentação animal.
- Os veículos devem estar equipados com equipamento de extinção de incêndio adequado e material de resposta a emergências de fuga.
- O pessoal de transporte deve ser especialmente formado e certificado.
- Proteger da luz solar, da chuva e da alta temperatura durante o trânsito.
- Ao parar durante o percurso, manter afastado do fogo, de fontes de calor e de áreas de alta temperatura.
- Os tubos de escape de veículos devem ser equipados com apagadores de faíscas.
- Carregar e descarregar com cuidado para prevenir danos nos frascos e acessórios.

15 Informação regulamentar

15.1 Regulamentos/legislação de segurança, saúde e ambiente específicos da substância ou mistura

Regulamentos internacionais:

- **UN GHS:**8.ª edição revista
- **Protocolo de Montreal:**Não é uma substância controlada empobrecedora da camada de ozono (ODP = 0)
- **Emenda de Kigali:**GWP = 196, abaixo do limiar de controlo; não sujeito à redução progressiva obrigatória dos HFC
- **Protocolo de Quioto / Acordo de Paris:**Listado como gás com efeito de estufa (GWP baixo)
- **Regulamento UE de Gases Fluorados (UE 517/2014):**GWP baixo, cumpre os requisitos de quota da UE
- **Regulamento UE REACH (CE 1907/2006):**Todos os componentes são substâncias registadas
- **Regulamento UE CLP (CE 1272/2008):**Regulamento de classificação, etiquetagem e embalagem
- **Programa SNAP da EPA dos EUA:**Aprovado para várias aplicações de refrigeração
- **US OSHA HCS 2012:**Norma de Comunicação de Perigos
- **US DOT 49 CFR:**Regulamentos de Transporte de Materiais Perigosos
- **ADR/RID:**Acordo Europeu relativo ao Transporte Internacional de Mercadorias Perigosas por Estrada/Ferrovia
- **Código IMDG:**Código Internacional Marítimo de Mercadorias Perigosas
- **IATA DGR:**Regulamentos de Mercadorias Perigosas da Associação Internacional de Transportes Aéreos

15.2 Avaliação da segurança química

Não foi efetuada qualquer Avaliação da Segurança Química para esta mistura no contexto desta FDS. Os utilizadores devem efetuar a sua própria avaliação com base nas condições específicas de utilização.

16 Outra informação

16.1 Referências

- Norma ASHRAE 34-2024: Designação e Classificação de Segurança dos Refrigerantes
- Relatório de Avaliação RTOC do PNUA 2022
- Ferramenta de Cálculo de Emissões do GHG Protocol (dados de GWP do R-512A)
- Fatores de Conversão de Gases com Efeito de Estufa 2025 do BEIS do Reino Unido
- Guia de Bolso NIOSH para Perigos Químicos
- GB/T 16483-2008 (Conteúdo e ordem das secções na ficha de dados de segurança para produtos químicos)
- Série GB 30000 (Regras para classificação e etiquetagem de produtos químicos)
- GHS das Nações Unidas, 8.ª edição revista

16.2 Abreviaturas

Abreviatura	Termo completo
SDS / MSDS	Ficha de Dados de Segurança / Ficha de Dados de Segurança de Material
GHS	Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Etiquetagem de Produtos Químicos
CAS	Chemical Abstracts Service (número de registo)
UN	Nações Unidas (número de mercadorias perigosas)
ODP	Potencial de Empobrecimento da Camada de Ozono
GWP	Potencial de Aquecimento Global
LC_{50}	Concentração Letal, 50%
LD_{50}	Dose Letal, 50%
TLV-TWA	Valor Limite de Exposição - Média Ponderada no Tempo
SCBA	Aparelho Respiratório Autónomo

HFC	Hidrofluorocarboneto
HFO	Hidrofluoroolefina (contém ligação dupla carbono-carbono)
STOT	Toxicidade Específica para Órgãos-Alvo

16.3 Aviso de exoneração de responsabilidade

Esta Ficha de Dados de Segurança (FDS) foi elaborada em conformidade com a norma GHS da ONU e os requisitos regulamentares aplicáveis. Alguns parâmetros físico-químicos do R512A são valores estimados com base em fontes de dados publicamente disponíveis. A composição exata não foi confirmada publicamente nas tabelas da Norma ASHRAE 34.**Os dados destinam-se apenas a referência; consultar os dados mais recentes do fabricante.**A informação é fornecida apenas como guia de operação segura e não constitui garantia das especificações ou do desempenho do produto. Os utilizadores devem verificar a aplicabilidade da informação para as suas condições específicas de utilização e tomar as precauções de segurança necessárias. O emissor não assume qualquer responsabilidade legal por perdas diretas ou indiretas resultantes da utilização da informação constante deste documento. Os dados podem ser atualizados à medida que surjam novas conclusões de investigação e alterações regulamentares; recomenda-se a revisão periódica da versão mais recente.