Ficha de Dados de Segurança (FDS)

2,3,3,3-Tetrafluoropropeno (R1234yf / HFO-1234yf)

N.º CAS: 754-12-1 N.º ONU: 3161 Data de emissão: 29 de agosto de 2026 Versão: 1.0

1 Identificação

1.1 Identificação do produto

Nome químico	2,3,3,3-Tetrafluoropropeno
Nomes comuns / sinónimos	R1234yf, HFO-1234yf, HFO1234yf, Tetrafluoropropeno, Opteon YF
Número CAS	754-12-1
Número ONU	3161 (gás liquefeito inflamável)
Código de mercadorias perigosas	Classe 2.1 Gás inflamável
Fórmula molecular	$CF_3CF{=}CH_2$ ($C_3H_2F_4$)
Massa molecular	114,04 g/mol
Utilização recomendada	Refrigerante HFO de quarta geração; utilizado principalmente em sistemas de ar condicionado automóvel como substituto do R134a; também utilizado em ar condicionado residencial/comercial e chillers

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:

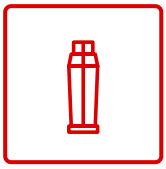
- Gás inflamável (Perigo físico) — Categoria 2 (inflamabilidade inferior, classe A2L)
- Gás comprimido (Perigo físico) — Gás liquefeito
- Lesões oculares graves / irritação ocular (Perigo para a saúde) — Categoria 2B

Nota: O R1234yf é um gás ligeiramente inflamável da classe A2L da ASHRAE. Os limites de inflamabilidade são 6,2%–12,3% (vol em ar); a velocidade de combustão é muito baixa e a energia de ignição é relativamente elevada. Na maioria das condições práticas de utilização é difícil de inflamar, mas deve continuar a ser gerido como um gás inflamável. GWP < 1 (~0,3); é um refrigerante HFO de quarta geração com GWP ultrabaixo.

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.

H316 Provoca uma ligeira irritação cutânea.

H320 Provoca irritação ocular.

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.

P305+P351+P338SE ENTRAR EM CONTACTO COM OS OLHOS: Enxaguar cuidadosamente com água durante vários minutos. Se usar lentes de contacto, retire-as, se tal lhe for possível. Continue a enxaguar.

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+P403Manter 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 (densidade de vapor ~3,9, ar = 1) e pode propagar-se a longas distâncias junto ao solo; pode propagar-se de volta até à fonte de ignição.
- Decompõe-se a altas temperaturas 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.
- Gás ligeiramente inflamável A2L: velocidade de combustão muito baixa, energia de ignição relativamente elevada, mas continua a apresentar risco de incêndio/explosão em ambientes confinados ou enriquecidos com oxigénio.
- Tempo de vida atmosférico muito curto (~11 dias); degradação rápida; baixa persistência ambiental.

3 Composição/informação sobre os ingredientes

3.1 Substância/mistura

Este produto é uma substância pura.

3.2 Informação sobre a composição

Nome do componente	N.º CAS	Concentração (em massa)
2,3,3,3-Tetrafluoropropeno	754-12-1	≥99,5% (grau superior ≥99,9%)

3.3 Informação sobre impurezas

Impureza	Limite de especificação
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.
- Se surgirem sintomas de irritação ou o congelamento for grave, procure atendimento médico imediatamente.

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 com a pele (líquido): congelamento (pele pálida, dura, dor, formação de bolhas); pode causar ligeira irritação cutânea.
- Contacto com os olhos (líquido): congelamento grave, lesão corneana, perturbação visual; pode causar irritação ocular.
- Exposição à combustão: se ocorrer combustão, a inalação de produtos de decomposição térmica (HF, etc.) pode causar queimaduras respiratórias graves e edema pulmonar.

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 se suspeitar de inalação de HF ou de outros produtos de decomposição térmica, monitorizar atentamente as vias aéreas e o edema pulmonar; administrar terapêutica com cálcio/gluconato conforme necessário.

5 Medidas de combate a incêndios

Alerta de inflamabilidade: O R1234yf é um gás ligeiramente inflamável A2L. Os limites de inflamabilidade são 6,2%–12,3% (vol em ar). Embora a velocidade de combustão seja muito baixa e a energia de ignição seja relativamente elevada, pode ainda arder ou explodir em ambientes confinados ou enriquecidos com oxigénio na presença de uma fonte de ignição. Deve ser gerido como um gás inflamável para efeitos de combate a incêndios.

5.1 Meios de extinção

Meios de extinção adequados: Utilizar um agente extintor adequado para o incêndio circundante. Pó químico seco, dióxido de carbono, névoa de água e espuma são aceitáveis.

Meios de extinção inadequados: Dirigir um jacto de água forte para o gás liquefeito em fuga (acelera a evaporação e a dispersão).

5.2 Perigos específicos decorrentes da substância ou mistura

- O R1234yf é um gás inflamável; limites de inflamabilidade 6,2%–12,3% (vol em ar).

- O vapor é mais pesado que o ar e pode acumular-se em zonas baixas; propaga-se de volta até à fonte de ignição.
- A decomposição térmica a altas temperaturas produz gases tóxicos e corrosivos: fluoreto de hidrogénio, monóxido de carbono, fluoreto de carbonilo, etc.
- Os cilindros podem romper-se ou rebentar quando aquecidos. Se um incêndio de gás em fuga não puder ser travado na fonte, não apagar.

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 a fonte de gás em fuga já estiver em chamas e não puder ser fechada, NÃO apagar — deixar o gás continuar a arder enquanto se arrefecem os recipientes circundantes (princípio de "não apagar se a fonte não puder ser fechada").
- Se a fonte puder ser fechada com segurança, fechar e, em seguida, apagar.
- 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 o pessoal não autorizado afastado; eliminar todas as fontes de ignição.

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.
- Eliminar todas as fontes de ignição (chama aberta, faíscas, electricidade estática); proibir a utilização de equipamentos e ferramentas geradores de faíscas.
- Os socorristas devem usar equipamento de protecção respiratória autónomo (SCBA), vestuário antiestático retardador de chama, 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.
- Manter pessoal de contacto de emergência para apoio externo.

6.2 Precauções ambientais

- Impedir que o gás penetre em esgotos, caves ou espaços confinados (a acumulação de gás inflamável apresenta risco de explosão).
- Ventilar a área para acelerar a dispersão.
- O R1234yf tem um GWP extremamente baixo (<1); fugas grandes têm um impacto climático mínimo, mas a recuperação continua a ser preferível.
- Evitar a libertação para cursos de água e solo.

6.3 Métodos e materiais de confinamento e limpeza

- **Fuga pequena:** Aumentar a ventilação para acelerar a dispersão do gás. Monitorizar a concentração de gás inflamável e os níveis de oxigénio para prevenir incêndios e asfixia.
- **Fuga grande:**
  - Fechar a válvula de origem se for seguro fazê-lo; eliminar as fontes de ignição próximas.
  - Recuperar utilizando equipamento de recuperação de gás dedicado.
  - Se a recuperação não for possível, utilizar névoa de água para diluir (prevenir a poluição da água).
  - Se a válvula do cilindro não puder ser fechada, transportar o cilindro para uma zona segura ventilada e ventilar lentamente.
- **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:** O vapor de R1234yf é aproximadamente 3,9 vezes mais pesado que o ar e acumular-se-á em zonas baixas e confinadas, criando tanto uma atmosfera deficiente em oxigénio como um risco de incêndio/explosão. Verificar sempre os níveis de oxigénio (devem ser ≥19,5%) e a concentração de gás inflamável (abaixo de 10% do LEL) e utilizar um sistema de acompanhamento antes de entrar em espaços confinados ou zonas baixas; nunca levar fontes de ignição para tais áreas.

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.

- **Gestão de gás inflamável:** Manter afastado do fogo, de fontes de calor; não fumar nas áreas de trabalho; utilizar sistemas e equipamentos de ventilação à prova de explosão; evitar a acumulação de electricidade estática, garantir que o equipamento e a tubulação estão fiavelmente ligados à terra.
- Evitar o contacto com metais reactivos e agentes oxidantes fortes.
- Manusear os frascos com cuidado; não deixar cair, deslizar, rolar ou embater os frascos. Utilizar equipamento de elevação adequado.
- Equipar a área com equipamento de resposta a emergências de fuga.
- Usar luvas isolantes e protecção ocular/facial ao manusear o líquido para prevenir o congelamento.
- Inspecionar periodicamente os frascos, válvulas e tubagens quanto a fugas.

7.2 Condições para um armazenamento seguro, incluindo incompatibilidades

- Armazenar num armazém fresco, seco e bem ventilado para gás inflamável; armazenar separadamente de gases oxidantes e oxidantes.
- 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, metais reactivos, halogéneos, etc. Não armazenar em conjunto com materiais incompatíveis.
- A área de armazenamento deve estar equipada com equipamento de resposta a emergências de fuga e equipamento de extinção de incêndio adequado.
- Os frascos devem ser armazenados na vertical, com tampas de válvula e anéis de segurança no lugar, devidamente fixados para prevenir quedas.
- Utilizar iluminação e sistemas de ventilação à prova de explosão.
- Proibir a utilização de equipamentos e ferramentas que possam gerar faíscas.
- A área de armazenamento deve estar equipada com alarmes de deteção de gás inflamável e sinais de aviso de segurança claros.
- Implementar um sistema de receção/expedição por duas pessoas e de custódia por duas pessoas.

7.3 Utilizações finais específicas

Apenas para utilização industrial. Utilizado principalmente em sistemas de ar condicionado automóvel (como substituto do R134a) e em ar condicionado residencial/comercial, chillers, etc. O pessoal deve ser profissionalmente formado. Não utilizar para contacto directo com alimentos, inalação médica ou outras aplicações não aprovadas. Os sistemas que utilizam R1234yf devem ter em conta a sua ligeira inflamabilidade e incorporar medidas adequadas à prova de explosão e de deteção de fugas.

8 Controlos de exposição/protecção individual

8.1 Parâmetros de controlo

OEL da China (Limite de Exposição Profissional)	Sem limite legal estabelecido. Referência recomendada: WEEL 500 ppm (TWA, 8 h)
AIHA WEEL-TWA (EUA)	500 ppm (aprox. 2280 mg/m^3), média ponderada no tempo de 8 horas
OSHA PEL-TWA (EUA)	Nenhum limite específico estabelecido (consultar WEEL)
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 espectrometria de massa (GC-MS); detetores de gás combustível (tipo por infravermelhos ou combustão catalítica) para monitorização da concentração de gás inflamável no local de trabalho.

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 inflamável nas áreas onde possam ocorrer fugas, interligados com os sistemas de ventilação.
- Utilizar equipamento eléctrico à prova de explosão; todo o equipamento e tubulação devem estar fiavelmente ligados à terra para protecção contra a electricidade estática.

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 de meia cara com cartucho de vapor orgânico.
- 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 químicos.
- Ao manusear líquido ou exposição potencial a líquido: devem usar-se óculos/visor facial para prevenir o congelamento.

Protecção da pele:

- Protecção das mãos: luvas antiestáticas para manuseamento normal; luvas isolantes criogénicas (p. ex., luvas de gelo seco, luvas de pele para frio) para contacto com líquido.
- Protecção do corpo: vestuário de trabalho antiestático retardador de chama; vestuário resistente ao frio para contacto com líquido.

- Outros: não fumar nas áreas de trabalho; evitar a inalação em alta concentração; utilizar um sistema de acompanhamento ao entrar em tanques, espaços confinados ou outras áreas de alta concentração; utilizar ferramentas à prova de explosão.

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	-149,7 °C
Ponto de ebulição / Intervalo de ebulição (101,3 kPa)	-29,4 °C
Ponto de inflamação	Nenhum (gás inflamável; conceito de ponto de inflamação não aplicável)
Taxa de evaporação	Indisponível
Inflamabilidade (gás)	Inflamável (classe A2L, inflamabilidade inferior)
Limites de explosividade (superior/inferior, vol% em ar)	Superior 12,3% / Inferior 6,2%
Velocidade de combustão	~0,015 m/s (muito baixa, velocidade de combustão laminar)
Energia mínima de ignição	Elevada (>10.000 mJ, muito acima dos gases inflamáveis comuns)
Pressão de vapor (25°C)	580 kPa
Densidade de vapor (ar = 1)	~3,9 (mais pesado que o ar)
Densidade relativa (líquido, 25°C)	1,147 g/cm^3

Solubilidade	Ligeiramente solúvel em água; solúvel em etanol, éter e outros solventes orgânicos
Coeficiente de repartição octanol/água (log P)	~2.04
Temperatura de auto-inflamação	~405 °C
Temperatura de decomposição	Decomposição térmica a altas temperaturas

9.2 Propriedades termodinâmicas

Temperatura crítica	94,7 °C
Pressão crítica	3382 kPa (3,38 MPa)
Densidade crítica	0,473 g/cm³
Calor de vaporização (no ponto de ebulição)	~181 kJ/kg
Calor específico do líquido (25°C)	~1,51 kJ/(kg·°C)

9.3 Outros dados de segurança

Grupo de segurança ASHRAE	A2L (baixa toxicidade, inflamabilidade inferior)
Potencial de Empobrecimento da Camada de Ozono (ODP)	0 (não empobrece a camada de ozono; consultar a Secção 12.6)
Potencial de Aquecimento Global (GWP, 100 anos)	<1 (~0,3, GWP ultrabaixo; consultar a Secção 12.6)
Tempo de vida atmosférico	~11 dias (degradação rápida)

10 Estabilidade e reactividade

10.1 Reactividade

Quimicamente estável em condições normais de temperatura e pressão; não facilmente reactivo. Contudo, tem uma gama inflamável no ar (6,2%–12,3%) e pode arder na presença de uma fonte de ignição.

10.2 Estabilidade química

Estável em condições normais de temperatura e pressão. Dentro da gama de concentração inflamável, pode arder na presença de uma fonte de ignição (A2L ligeiramente inflamável; velocidade de combustão muito baixa). Contém uma dupla ligação carbono-carbono mas não polimeriza facilmente à temperatura ambiente.

10.3 Possibilidade de reacções perigosas

- No ar (6,2%–12,3% em volume), pode arder na presença de uma fonte de ignição (chama aberta, calor intenso, faísca eléctrica). A velocidade de combustão é muito baixa e a energia de ignição é relativamente elevada.
- A decomposição térmica a altas temperaturas 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.

10.4 Condições a evitar

Alta temperatura, chama aberta, fontes de ignição (faíscas eléctricas, electricidade estática), fontes de calor directo, sobrepressão do cilindro

10.5 Materiais incompatíveis

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

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 em condições normais de armazenamento e utilização.

11 Informação toxicológica

11.1 Informação sobre os efeitos toxicológicos

Toxicidade aguda:

LC de inalação em ratos$_{50}$ (4 h)	>500.000 ppm (concentração mais elevada testada; baixa toxicidade)
LC de inalação em camundongos$_{50}$ (4 h)	>500.000 ppm

LD dérmico em coelhos$_{50}$	Indisponível (substância gasosa)

11.2 Irritação/corrosão cutânea

O contacto com líquido pode causar congelamento (lesão física). Classificação GHS: ligeira irritação cutânea (Categoria 2B, H316). Não é um corrosivo químico.

11.3 Irritação/corrosão ocular

O contacto com líquido pode causar congelamento grave e lesão corneana. Classificação GHS: Lesões oculares graves / irritação ocular Categoria 2B (H320), causa irritação ocular.

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

Testes in vitro e in vivo (teste de Ames, teste de aberração cromossómica, teste do micronúcleo em ratos, etc.) não revelam efeito mutagénico.

11.6 Cancerogenicidade

Evidência insuficiente para cancerogenicidade.

- IARC (Agência Internacional para a Investigação do Cancro): Não listado
- ACGIH (Conferência Americana de Higienistas Industriais Governamentais): Categoria A4 (Não classificável como carcinógeno humano)
- EPA (Agência de Protecção Ambiental dos EUA): Grupo D (Não classificável quanto à cancerogenicidade humana)

11.7 Toxicidade para a reprodução

Estudos em animais mostram um NOAEL de inalação subcrónica de 50.000 ppm, sem toxicidade reprodutiva ou do desenvolvimento significativa. Não existem dados de toxicidade reprodutiva em humanos disponíveis.

11.8 STOT-exposição única

- Efeitos cardíacos: A exposição a alta concentração pode causar arritmia cardíaca, especialmente sob stresse ou exercício (sensibilização por catecolaminas).
- A inalação em alta concentração pode causar ligeira depressão do sistema nervoso central (tonturas, sonolência).

11.9 STOT-exposição repetida

Estudos de inalação subcrónica (28 dias e 90 dias) não mostram toxicidade significativa para órgãos-alvo abaixo do NOAEL de 50.000 ppm. A exposição repetida em baixa concentração não mostra danos orgânicos claros.

11.10 Perigo por aspiração

Não se espera que cause pneumonia por aspiração sob a forma gasosa. Contudo, a inalação em alta concentração pode causar depressão do SNC e sensibilização cardíaca. Se ocorrer combustão, a inalação de produtos de decomposição térmica (HF) pode causar queimaduras respiratórias graves e edema pulmonar.

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: Degradado principalmente por reacção com radicais hidroxilo; tempo de vida atmosférico muito curto de ~11 dias; degradação rápida; baixa persistência ambiental.
- Biodegradabilidade: Dados de biodegradabilidade limitados disponíveis, mas baixa persistência ambiental devido à rápida degradação atmosférica.
- Hidrólise: Não facilmente hidrolisado à temperatura ambiente.
- Fotodegradação: Degradado rapidamente por via fotoquímica na atmosfera.

12.3 Potencial de bioacumulação

log P = 2,04. Potencial de bioacumulação relativamente baixo (abaixo do limiar de bioconcentração de log P = 4,5).

12.4 Mobilidade no solo

Muito volátil sob a forma gasosa. Baixa solubilidade em água. Elevada mobilidade. Volatiliza-se facilmente para a atmosfera e degrada-se rapidamente quando libertado para o solo.

12.5 Resultados da avaliação PBT e vPvB

Não cumpre os critérios PBT (persistente, bioacumulativo e tóxico) / vPvB (muito persistente e muito bioacumulativo). Tempo de vida atmosférico curto; não é uma substância persistente.

12.6 Outros efeitos adversos

- **Potencial de Empobrecimento da Camada de Ozono (ODP):** 0 (não empobrece a camada de ozono; substância não ODS da classe HFO)

- **Potencial de Aquecimento Global (GWP, horizonte temporal de 100 anos):** <1 (~0,3, relativo a CO_2 = 1, GWP ultrabaixo)
- O R1234yf é um refrigerante HFO de quarta geração com GWP ultrabaixo (<1) e curto tempo de vida atmosférico (~11 dias); impacto climático mínimo; um substituto preferido para refrigerantes de GWP elevado, como o R134a.
- Não é uma substância controlada ao abrigo do Protocolo de Montreal; devido ao seu GWP ultrabaixo, não é um gás de efeito estufa primário controlado ao abrigo do Protocolo de Quioto.
- Os produtos de degradação podem incluir ácido trifluoroacético (TFA), que pode acumular-se em massas de água locais, mas a investigação actual indica um impacto limitado nos ecossistemas aquáticos.

13 Considerações sobre eliminação

13.1 Métodos de tratamento de resíduos

Produto/resíduos:

- A recuperação e a reciclagem (purificação e reutilização) são a abordagem preferida.
- O R1234yf tem um GWP extremamente baixo, mas, sendo um gás inflamável, não deve ser libertado para a atmosfera arbitrariamente.
- 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. A incineração deve assegurar uma combustão completa e abordar os riscos de gás inflamável.
- Não descarregar para esgotos, cursos de água ou solo.

Embalagem contaminada:

- Os frascos vazios devem ser devolvidos ao fornecedor ou a uma instalação qualificada para eliminação. Não deitar fora nem cortar frascos vazios.
- Os cilindros vazios com pressão residual são geridos como resíduos perigosos. O gás inflamável residual deve ser ventado com segurança sob ventilação antes da eliminação.

13.2 Precauções especiais para a eliminação

- Consultar regulamentos nacionais e locais antes da eliminação (p. ex., Lei de Prevenção e Controlo da Poluição por Resíduos Sólidos, Normas de Controlo da Poluição de Armazenamento de Resíduos Perigosos, etc.).
- O pessoal deve usar equipamento de protecção individual adequado (consultar a Secção 8).
- Assegurar boa ventilação para prevenir a asfixia e a acumulação de gás inflamável. Nenhuma fonte de ignição no local de eliminação.
- A eliminação deve ser efectuada por uma instalação qualificada e licenciada.

- Os registos de eliminação devem ser mantidos.

14 Informação sobre o transporte

14.1 Número ONU

3161 (2,3,3,3-Tetrafluoropropeno, gás liquefeito inflamável)

14.2 Nome próprio de expedição ONU

2,3,3,3-TETRAFLUOROPROPENO

14.3 Classe(s) de perigo de transporte

Classe 2.1 Gás 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 comuns: cilindros de 5 kg, 10 kg, 13,6 kg, 50 kg, 100 kg, e contentores de tanque ISO.
- 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 e estar equipados com pára-faíscas.
- Os frascos devem ter tampas de válvula e anéis de segurança no lugar.
- Os frascos são geralmente colocados deitados com as válvulas apontando na mesma direcção; não empilhar transversalmente. A altura não deve exceder a barra de protecção do veículo.
- 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.
- O veículo deve estar equipado com equipamento de extinção de incêndio e equipamento de resposta a emergências de fuga.

Transporte ferroviário (RID):

- Proibir a classificação por topo (sem classificação por rolamento livre).
- 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 em convés)
- Manter afastado de fontes de calor; isolar de fontes de ignição

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, halogéneos ou produtos alimentares/para alimentação.
- 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 dos veículos que transportam este produto devem estar equipados com apagadores de faíscas.
- Carregar e descarregar com cuidado para prevenir danos nos cilindros e acessórios; utilizar ferramentas à prova de explosão e prevenir a acumulação de electricidade estática.

15 Informação regulamentar

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

Regulamentos chineses:

- Regulamento sobre a Gestão de Segurança de Produtos Químicos Perigosos (Decreto do Conselho de Estado n.º 591)
- Catálogo de Produtos Químicos Perigosos (edição de 2015): componentes relevantes listados
- Série GB 30000 (Regras para classificação e etiquetagem de produtos químicos)
- GB/T 16483-2008 (Conteúdo e ordem das secções na ficha de dados de segurança para produtos químicos)
- Regulamento sobre a Utilização Segura de Produtos Químicos no Local de Trabalho (Ministério do Trabalho, 1996)

- GBZ 2.1-2019 (Limites de exposição profissional para agentes perigosos no local de trabalho — Parte 1: Agentes químicos)
- TSG 23-2021 (Regulamento Técnico de Segurança para Cilindros de Gás)
- Regulamentos sobre o Transporte Rodoviário de Mercadorias Perigosas
- Lei da República Popular da China sobre Segurança no Trabalho
- Lei da República Popular da China sobre a Prevenção e Controlo da Poluição Atmosférica
- Lei da República Popular da China sobre a Prevenção e Controlo da Poluição Ambiental por Resíduos Sólidos
- Regulamento sobre Substâncias que Empobrecem a Camada de Ozono: não é uma substância controlada (ODP = 0)

Regulamentos internacionais:

- **UN GHS (Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Etiquetagem de Produtos Químicos):**8.ª edição revista
- **Protocolo de Montreal:**Não é uma substância controlada empobrecedora da camada de ozono (ODP = 0)
- **Protocolo de Quioto / Acordo de Paris:** Devido ao GWP ultrabaixo (<1), não é um gás de efeito estufa controlado primário
- **Regulamento UE REACH (CE 1907/2006):**Substância registada
- **Regulamento UE CLP (CE 1272/2008):**Regulamento de classificação, etiquetagem e embalagem
- **Regulamento da UE relativo aos Gases Fluorados com Efeito de Estufa (CE 517/2014):** Controlos de gases fluorados com efeito de estufa; o R1234yf beneficia de um tratamento favorável devido ao baixo GWP
- **Diretiva MAC da UE:** Aprovado para utilização em ar condicionado automóvel (obriga os novos veículos a utilizar refrigerantes com GWP < 150)
- **Programa SNAP da EPA dos EUA:** Aprovado para ar condicionado automóvel e outras 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

16 Outra informação

16.1 Referências

- Guia de Bolso NIOSH para Perigos Químicos

- Base de Dados NOAA CAMEO Chemicals
- Base de Dados de Compostos PubChem (CID 5326064)
- Manual ASHRAE - Sistemas e Aplicações de Refrigeração
- Norma ASHRAE 34 - Designação e Classificação de Segurança de Refrigerantes
- SAE J2845 - Avaliação de Risco para Refrigerantes Inflamáveis
- 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)
- UN GHS (Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Etiquetagem de Produtos Químicos), 8.ª edição revista
- Norma de Comunicação de Perigos da OSHA (29 CFR 1910.1200)

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
WEEL	Nível de Exposição Ambiental no Local de Trabalho
SCBA	Aparelho Respiratório Autónomo
PBT	Persistente, Bioacumulável e Tóxico
HFC	Hidrofluorocarboneto
HFO	Hidrofluoroolefina (refrigerante de quarta geração)

STOT	Toxicidade Específica para Órgãos-Alvo
A2L	Classificação de segurança ASHRAE: toxicidade inferior, inflamabilidade inferior
NOAEL	Nível Sem Efeito Adverso Observável
LEL / UEL	Limite Inferior de Explosividade / Limite Superior de Explosividade
IARC	Agência Internacional para a Investigação do Cancro
ACGIH	Conferência Americana de Higienistas Industriais Governamentais

16.3 Aviso de exoneração de responsabilidade

Esta Ficha de Dados de Segurança (FDS) foi elaborada em conformidade com a norma UN GHS e os requisitos regulamentares aplicáveis. As informações aqui contidas baseiam-se em bases de dados químicas publicamente disponíveis, literatura técnica e normas nacionais, e acredita-se que são exatas e completas à data de emissão. Contudo, não é feita qualquer garantia, expressa ou implícita, quanto à exatidão, completude ou fiabilidade absoluta das informações. Os utilizadores devem verificar a aplicabilidade das informações às suas condições específicas de utilização e consultar a FDS oficial fornecida pelo fabricante/fornecedor para efeitos de conformidade. As informações deste documento podem ser atualizadas à medida que novos resultados de investigação e alterações regulamentares se tornem disponíveis; recomenda-se a revisão periódica da última versão.