

3M**Novec™ 1230****Fluido para Combate a Incêndio**

Propriedades Ambientais do Fluido Novec™ 1230

3M™ Novec™ 1230 Fluido para Combate a Incêndio foi desenvolvido para ser um agente extintor ambientalmente responsável. Este agente limpo de inundação é a primeira alternativa ao halon que considera não apenas as questões ligadas à agressão à camada de ozônio, mas também as relacionadas às mudanças climáticas (ex. aquecimento global).

Definições

Quando falamos de compostos halogenados, há diversos termos comumente utilizados relacionados aos impactos ambientais. A seguir uma breve explicação do que cada um desses termos significa.

Potencial de Agressão à Camada de Ozônio (ODP - *Ozone Depletion Potential*) - Um índice que fornece uma medida relativa do efeito que um composto tem sobre a camada de ozônio estratosférico. Os halogênios bromo e cloro são conhecidos por causar a depleção da camada de ozônio. Os átomos destes halogênios podem reagir com milhares de moléculas de ozônio, contribuindo coletivamente para a diminuição da espessura da camada de ozônio. O elemento halogênio flúor, entretanto, não demonstrou nenhum efeito sobre a camada de ozônio. O fluido Novec™ 1230 é uma cetona altamente fluorada que não contém nem cloro nem bromo. Como resultado, o potencial de agressão à camada de ozônio do fluido Novec™ 1230 é zero, o que quer dizer que não tem nenhum efeito sobre o ozônio estratosférico.

Potencial de Aquecimento Global (GWP - *Global Warming Potential*) - Um parâmetro que fornece uma medida relativa do possível impacto de um composto sobre o clima, devido à sua presença na atmosfera e sua atuação como um gás de efeito estufa. As duas principais características para determinar se um composto agirá como um gás de efeito estufa são a absorção de energia infravermelha e a sua persistência na atmosfera.

Todos os compostos orgânicos absorvem energia IV (infravermelha). Os compostos que contêm ligações carbono-flúor tipicamente apresentam uma alta absorção de radiação IV. Se estes compostos também forem atmosféricamente persistentes, o material terá um alto potencial de aquecimento global. O que diferencia o fluido Novec™ 1230 da primeira geração de substitutos do halon é a sua vida útil na atmosfera extremamente baixa.

Os antigos substitutos do halon tinham vida útil na atmosfera de dezenas, centenas ou mesmo milhares de anos até sofrerem a degradação. Já o fluido Novec™ 1230 sofre uma degradação muito rápida quando liberado na atmosfera. A exposição à luz solar natural faz com que o material seja degradado em questão de dias. Ainda assim, este material único permanece estável em condições normais de armazenagem como um componente de sistema de proteção contra incêndio.

Como o Potencial de Aquecimento Global é Calculado?

O potencial de aquecimento global (GWP) de um composto, de acordo com o Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change),^[1] é calculado como a força radiativa integrada, devido à liberação de 1 kg desse composto, relativo ao aquecimento gerado por 1 kg de CO₂ durante um período específico de tempo - horizonte de tempo de integração (ITH - *integration time horizon*):

$$GWP_x = \frac{\int_0^{ITH} F_x C_x \exp(-t/\tau_x) dt}{\int_0^{ITH} F_{CO_2} C_{CO_2}(t) dt}$$

Onde:

- F é a força radiativa por unidade de massa de um composto (a alteração no fluxo de radiação através da atmosfera devido à absorvância de infravermelho desse composto)
- C é a concentração atmosférica de um composto
- T é a vida útil na atmosfera de um composto
- t é o tempo
- x é o composto sob análise ^[1]

O ITH comumente aceito para propósitos de comparação é 100 anos, representando um compromisso entre os efeitos a curto prazo (20 anos) e os a longo prazo (500 anos ou mais). Considera-se que a concentração de um composto orgânico x na atmosfera segue uma cinética de pseudo-primeira ordem (i.e., decaimento exponencial). A concentração de CO₂ durante o mesmo intervalo de tempo incorpora um modelo mais complexo para a troca e remoção de CO₂ da atmosfera (o modelo de ciclo de carbono de Bern).

Vida Útil na Atmosfera do Fluido Novec™ 1230

Um estudo realizado por *Taniguchi* e colaboradores^[2] examinou os mecanismos de perda atmosférica para o C₂F₅C(O)CF(CF₃)₂ - comercialmente conhecido como 3M™ Novec™ 1230 Fluido para Combate a Incêndio. Os autores deste estudo determinaram que este composto não reage com o radical hidroxila (OH[•]), mas que ocorre um decaimento substancial quando ele é exposto à radiação UV (ultravioleta). Os autores mediram a seção transversal UV para o fluido Novec™ 1230, encontrando um comprimento de onda de absorvância máximo a 306 nm. Uma vez que este composto mostra absorvância significativa em comprimentos de onda acima de 300 nm, um comprimento de onda superior ao exigido para a luz UV alcançar o solo, a fotólise na baixa atmosfera será um mecanismo significativo de remoção ou eliminação deste composto.

A taxa de fotólise nas condições atmosféricas e o mecanismo de decomposição deste composto foram investigados por *Taniguchi*. A taxa de fotólise do fluido Novec™ 1230 foi medida em relação ao acetaldeído (CH₃CHO), que tem vida útil na atmosfera por fotólise conhecida de 3 a 4 dias. A taxa de fotólise do fluido Novec™ 1230 resulta em uma vida útil na atmosfera de 4,5 a 15 dias ou “aproximadamente 1 a 2 semanas”. Os autores deste estudo concluíram que este trabalho é consistente com os estudos anteriores conduzidos pela 3M, que encontraram uma vida útil na atmosfera para o fluido Novec™ 1230 em torno de 5 dias - ou aproximadamente 1 semana.^[3]

Impacto na Mudança Climática

O potencial de impacto do fluido Novec™ 1230 no balanço radiativo na atmosfera (ex. mudança climática) é limitado pela sua baixa vida útil na atmosfera e pelo seu baixo potencial de aquecimento global. A seção transversal IV do fluido Novec™ 1230 foi medida de acordo com a Seção 4.6 do Protocolo U.S. EPA FTIR.^[4] As medições de IV

foram feitas com uma resolução espectral de $0,5 \text{ cm}^{-1}$ a 293K em um espectrômetro FTIR MIDAC (Modelo I2001), que emprega um detector infravermelho de telureto de mercúrio-cádmio mantido a 77 K. A configuração experimental utilizou um percurso óptico nominal de 4 m, que foi calibrado utilizando-se padrões de gás etileno certificados.

Utilizando a seção transversal IV medida e o método de *Pinnock*.^[5] a força radiativa instantânea para o fluido Novec™ 1230 é calculada como sendo $0,50 \text{ W/m}^2\text{ppbv}^{-1}$. Este valor de força radiativa e uma vida útil atmosférica de 1 semana resultam nos valores de potencial de aquecimento global abaixo, utilizando-se o método IPCC 2001.^[1] O valor mais comumente citado de potencial de aquecimento global é aquele calculado utilizando-se um horizonte de tempo de integração de 100 anos.

Composto	Vida útil atmosférica (anos)	Força Radiativa ($\text{W/m}^2\text{ppbv}^{-1}$)	20 anos ITH	100 anos ITH	500 anos ITH
$\text{C}_2\text{F}_5\text{C}(\text{O})\text{CF}(\text{CF}_3)_2$ Fluido Novec™ 1230	0,014	0,50	4	1	0

Este cálculo de potencial de aquecimento global (GWP) e o método de *Pinnock* adotam a hipótese de que o composto emitido para a atmosfera será completamente misturado em toda a troposfera. Um material com vida útil tão baixa como o fluido Novec™ 1230 não pode razoavelmente atender esta condição, uma vez que é rapidamente removido da atmosfera. Como resultado, este cálculo superestima o potencial de aquecimento global para este composto. Por essa razão, *Taniguchi* concluiu que “com uma vida útil atmosférica de 1-2 semanas, o $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{C}(\text{O})\text{CF}(\text{CF}_3)_2$ terá um potencial de aquecimento global, para todos os propósitos práticos, desprezível.”

Potencial de Aquecimento Global Direto vs. Indireto

O potencial de aquecimento global calculado até aqui é o potencial direto, que considera o efeito do GWP devido ao composto original liberado na atmosfera. Em alguns casos, é possível calcular um potencial indireto, em uma tentativa de considerar os efeitos de contribuição dos produtos de degradação desse composto original. Ainda que o IPCC tenha indicado que estes potenciais de aquecimento global indireto são muito menos certos,^[1] é possível estimar um potencial indireto para o fluido Novec™ 1230, uma vez que a sua química atmosférica é bem compreendida.

O mecanismo de decomposição determinado por *Taniguchi* indica que o fluido Novec™ 1230 gera produtos de degradação fluorados, que têm pequena vida útil na atmosfera,^[6] resultando em um potencial de aquecimento desprezível. Entretanto, este mecanismo de decomposição indica que 1 mol de fluido Novec™ 1230 produzirá 4 moles de CO_2 . Uma vez que os potenciais de aquecimento diretos são calculados numa base mássica, os potenciais indiretos também precisam ser calculados nessa mesma base. Dessa forma, a liberação de 1 kg de fluido Novec™ 1230 para a atmosfera produzirá 0,56 kg de CO_2 .

$$1.000 \text{ g fluido Novec}^{\text{TM}} 1230 / (316 \text{ g/mol}) * (4 \text{ moles } \text{CO}_2 / \text{mol fluido Novec}^{\text{TM}} 1230) * (44 \text{ g/mol}) = 556 \text{ g } \text{CO}_2$$

Isto resulta em um potencial indireto de 0,56, independentemente do horizonte de tempo escolhido. Consequentemente, tanto o potencial de aquecimento direto quanto o indireto do fluido Novec™ 1230 são inferiores a 1. Claramente, compostos com tão baixo potencial de aquecimento não são uma preocupação em relação ao potencial de mudança climática.

Comparação com outros Halocarbonos

Compostos altamente fluorados tipicamente têm um potencial de aquecimento global igual ou superior a 1.000, significando que 1 kg desse composto tem o mesmo efeito climático que 1 ton ou mais de CO₂. Por exemplo, os potenciais de aquecimento global do HFC-227ea, HFC-125 e HFC-23, todos substitutos de primeira geração do halon, são 3.220, 3.500 e 12.000, respectivamente. Devido ao excepcionalmente baixo tempo de vida na atmosfera do fluido Novec™ 1230, seu potencial de aquecimento global é extremamente baixo - apenas 1, o equivalente ao do CO₂. Tal potencial de aquecimento global tão baixo é virtualmente sem precedentes para um composto fluorado, tornando o fluido Novec™ 1230 uma tecnologia alternativa única e sustentável ao halon e aos substitutos de primeira geração.

Referências

1. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), *Climate Change 2001: The Scientific Basis*, editado por J. T. Houghton, et al., Cambridge University Press, Cambridge, U.K., 2001.
2. Taniguchi, N., Wallington, T.J., Hurley, M.D., Guschin, A.G., Molina, L.T., Molina, M.J., *Journal of Physical Chemistry A*, 107(15), 2674-2679, 2003.
3. Plummer, G., "Laboratory measurements and calculations related to the photo-dissociation of L-15566 in the Earth's lower atmosphere," 3M Environmental Laboratory Report Number E01-0549, 2001.
4. Addendum to Method 320 – Protocol for the Use of Extractive Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectrometry for the Analyses of Gaseous Emissions from Stationary Sources (40 CFR Part 63).
5. Pinnock, S., Hurley, M.D., Shine, K.P., Wallington, T.J., Smyth, T.J., *J. Geophys. Res.*, 100, 23227, 1995.
6. Wallington, T.J., Schneider, W.F., Worsnop, D.R., Nielsen, O.J., Sehested, J., Debruyn, W.J., Shorter, J.A., *Environ. Sci. Technol.*, 28, 320, 1994.

Uso do produto: Todas as declarações, informações técnicas e recomendações contidas neste documento são baseadas em testes e experiências que a 3M acredita que sejam confiáveis. Contudo, muitos fatores além do controle da 3M podem afetar o uso e o desempenho de um produto 3M em uma aplicação específica, inclusive as condições sob as quais o produto da 3M é usado e as condições temporais e ambientais nas quais se espera que o produto tenha seu desempenho. Como esses fatores estão unicamente dentro do conhecimento e controle do usuário, é essencial que o usuário avalie o produto da 3M para determinar se ele é adequado para um propósito específico e adequado para o método de aplicação do usuário.

Garantia e Responsabilidade Limitada: A menos que declarado de outra forma em literaturas do produto ou embalagens, a 3M garante que cada produto 3M atende às especificações aplicáveis no momento da expedição da 3M. Produtos individuais podem ter garantias adicionais ou diferentes das declaradas nas literaturas do produto ou embalagens. A 3M NÃO OFERECE NENHUMA OUTRA GARANTIA, EXPRESSA OU IMPLÍCITA, INCLUINDO MAS NÃO LIMITADA A QUAISQUER GARANTIAS IMPLÍCITAS DE COMERCIALIZAÇÃO OU ADEQUAÇÃO PARA UM PROPÓSITO ESPECÍFICO OU QUALQUER GARANTIA IMPLÍCITA ADVINDA DE UM PROCESSO DE NEGOCIAÇÃO, COSTUME, OU USO COMERCIAL. O usuário é responsável por determinar se o produto 3M é adequado a um propósito específico e adequado para a aplicação do usuário. Se o produto apresentar defeito dentro do prazo de garantia, sua compensação exclusiva e a única obrigação da 3M será, à escolha da 3M, reparar ou substituir o produto ou reembolsar o preço de compra.

Limitação de Responsabilidade: Exceto onde proibido por lei, a 3M e o vendedor não são responsáveis por qualquer perda ou dano decorrente deste produto da 3M, quer direta, indireta, especial, incidental ou conseqüente, independentemente da teoria legal empregada, incluindo responsabilidade de garantia, contrato, negligência, ou estrita.

3M Eletrônicos

Linha Aberta 3M: 0800-0132333

E-mail: faleconosco@mmm.com

www.3M.com/novec1230fluid

www.youtube.com/user/3MEletronicos

