

Propriedades Físico-Químicas e Toxicológicas Importantes para o Atendimento às Emergências Químicas (parte 1)

Edson Haddad, Químico da CETESB

Introdução

Muitos perigos podem estar presentes em uma emergência química. É importante entender os fundamentos e as relações de cada um desses perigos de modo que possam ser adotadas práticas seguras de trabalho visando a redução do risco às equipes de atendimento, à população e ao meio ambiente.

O estado físico e as propriedades de uma substância perigosa determinam o seu comportamento com relação ao espalhamento e dispersão, assim que esta é liberada ao meio. O conhecimento dessas propriedades permite prever tanto o comportamento do produto no meio, quanto auxiliar às equipes de atendimento na definição dos equipamentos de proteção individual - EPI's adequados, das técnicas de combate a serem utilizadas para a contenção e para o controle e monitoramento da situação.

São apresentadas a seguir as principais propriedades das substâncias químicas bem como suas aplicações práticas, com a finalidade de auxiliar as equipes na resposta às emergências químicas. Além dessas, outras propriedades podem ser necessárias de acordo com o cenário e as características do produto envolvido.

Densidade/Gravidade Específica de Gases e Vapores

Densidade

É a razão entre o peso do gás e o volume por ele ocupado à pressão atmosférica e à temperatura de 0°C. É normalmente expressa em g/L. O ar tem densidade de 1,29 g/L.

Gravidade Específica

É a razão entre o peso de um certo volume de um gás ou vapor e o peso do mesmo volume de ar seco, medidos à mesma pressão e temperatura. Por ser uma relação entre a densidade do produto e a do ar, a gravidade específica não tem unidade, é portanto adimensional.

Para a estimativa da gravidade específica, assumiu-se que o valor para o ar é igual a 1,0. Dessa forma, as substâncias com densidade do gás/vapor menor que 1,29 g/L ou gravidade específica menor do que 1, são consideradas mais leves que o ar. Inversamente, substâncias com densidade acima de 1,29 g/L ou gravidade específica maior do que 1.0 são consideradas mais pesadas que o ar.

Todos os gases e vapores, após um tempo adequado, são miscíveis com o ar independente de sua densidade ou gravidade específica.

Numa situação emergencial as substâncias mais leves que o ar representam, normalmente, um risco menor, quando comparada às pesadas, uma vez que liberadas ao meio tendem a se dispersar verticalmente, condição essa válida para situações onde não há confinamento do produto.

Já para gases e vapores mais densos que o ar, o risco será muito maior visto que:

- tendem a se acumular junto ao solo ou nas áreas mais baixas;
- podem deslocar o ar ambiente, tornando-o não respirável;
- se a substância for inflamável, haverá possibilidade de ocorrência de incêndio ou explosão próxima ao solo.



Foto 1 - monitoramento ambiental deve considerar a densidade dos gases ou vapores

Densidade e Gravidade Específica de Líquidos e Sólidos

Densidade

Densidade (d) é a razão entre a massa (m) de uma substância e o volume (V) por ela ocupada, a uma dada temperatura. Ao se aumentar a temperatura, haverá uma diminuição da densidade devido ao aumento do volume. É normalmente expressa em gramas por mililitro ou centímetro cúbico (g/mL ou g/cm³) ou ainda quilogramas por metro cúbico (kg/m³). Dessa forma, $d = m / v$. A água tem densidade de 1,0 g/mL ou 1000 kg/m³.

Gravidade Específica

É a razão entre o peso de um sólido ou líquido e o peso do mesmo volume de água a uma dada temperatura (normalmente 4°C). Portanto:

$$\text{gravidade específica} = \frac{\text{peso da substância}}{\text{peso do mesmo volume de água}}$$

Conforme mostra a relação acima, a gravidade específica é um número adimensional e representa quantas vezes uma substância é mais leve ou mais pesada que a água. Se a gravidade específica for menor que 1.0 a substância será mais leve e flutuará sobre a água, desde que não ocorra reação com essa água. Caso contrário, ou seja, caso a substância seja mais pesada que a água, tenderá a afundar.

Por exemplo, o ácido sulfúrico apresenta uma densidade de 1,84 g/mL. Para a determinação da sua gravidade específica basta dividir 1,84 por 1.0 que representa o peso de 1 mL de água. Portanto, o ácido sulfúrico é 1,84 vezes mais pesado do que a água.

A densidade ou a gravidade específica de uma substância deve ser utilizada tanto na seleção do método de remoção do produto de um corpo d'água, como no combate a incêndios.

Supondo que um líquido imiscível em água e com gravidade específica menor do que 1.0, encontre-se armazenado em tambores ou mesmo em tanques, caso ocorra a sua ignição, a água será, via regra, ineficiente no combate ao incêndio, uma vez que esta é mais pesada que o produto e portanto irá afundar permanecendo abaixo da superfície do combustível. Se, devido a adição de água, houver o transbordamento do tambor ou tanque, ocorrerá a liberação do material combustível e não da água. Assim sendo, a aplicação de água em tais situações pode contribuir para o espalhamento do fogo.

Inversamente, considerando um líquido imiscível em água e com gravidade específica maior que 1.0, no caso da ignição, a água atuará de forma efetiva como agente de extinção. Neste caso, a água, por ser mais leve que o combustível flutuará e abafará o incêndio, pois dificultará o contato do combustível com o ar atmosférico.

Os produtos insolúveis, imiscíveis e mais leves do que a água, quando derramados sobre um corpo d'água, tenderão a se espalhar rapidamente de acordo com a movimentação da mesma. Já os produtos mais pesados, tenderão a se acumular no fundo do corpo d'água e, normalmente, com pequena movimentação.



Foto 2 - contenção com barreira absorvente de líquido insolúvel e mais leve que a água

Limite de Percepção Olfativa - LPO

É a menor concentração no ar de um vapor ou gás de uma substância que pode ser detectada através do odor pela maioria das pessoas. É, normalmente, expresso em ppm (partes por milhão) ou mg/m^3 (miligramas por metro cúbico de ar).

Esta informação é útil às equipes de emergência, no entanto, não pode ser utilizada para prevenir intoxicações, pois:

- nem todas as substâncias químicas apresentam odor, como por exemplo, o monóxido de carbono;
- a sensibilidade olfativa varia de indivíduo para indivíduo;
- muitas vezes o limite de percepção olfativa encontra-se acima do limite de tolerância recomendado para aquele produto, como no caso da amônia: LPO = 25 ppm e $\text{LT}^* = 20$ ppm; isocianato de metila: LPO = 4 ppm e $\text{LT}^* = 0,02$ ppm;
- o odor da substância pode ser mascarado por outros odores;
- alguns odores inibem o sistema olfativo após curto período de exposição, como o gás sulfídrico acima de 100 ppm.

Obs.: *LT - Limite de Tolerância

Peso Molecular

É a soma dos pesos atômicos dos elementos que compõem uma molécula. É normalmente expresso em mol. O peso molecular de um produto é útil para:

- determinar a relação entre pressão, volume e temperatura de gases e vapores, por meio da equação $PV = \frac{\text{massa}}{\text{mol}}RT$;
- comparar propriedades da mesma família química; por exemplo, no caso de hidrocarbonetos, quanto maior for o peso molecular de uma substância, maior será a sua temperatura de ebulição, menor será sua pressão de vapor, maior será a densidade do vapor, etc (compostos inorgânicos contendo fluor, nitrogênio ou oxigênio nem sempre obedecem esta regra);
- determinar a densidade de vapor de um gás em relação a outro; por exemplo, o mol de metano é igual a 16, enquanto que o do ar é igual a 29; para obtenção da densidade de gás metano em relação a do ar, basta dividir 16 por 29 que resulta em 0,55, ou seja, o gás metano apresenta uma densidade que equivale praticamente à metade da densidade do ar.
- para os hidrocarbonetos, aumentando o peso molecular, haverá um aumento da temperatura de ebulição do produto.

Pressão de Vapor

É a pressão exercida pelos vapores acima do nível de líquido. Representa a tendência de uma substância líquida ou sólida em gerar vapores. É normalmente expressa em milímetros de mercúrio (mmHg) a uma dada temperatura (20°C em geral). É portanto, função da temperatura. Quanto maior a temperatura, maior será a pressão de vapor, e portanto, maior será a evaporação do produto.

A pressão de vapor atmosférica ao nível do mar é de 760 mmHg, sendo esta a pressão máxima que uma substância pode apresentar em áreas abertas (veja ponto de ebulição). Dessa forma, qualquer produto com uma pressão de vapor de 760 mmHg tenderá rapidamente a passar completamente ao estado gasoso. Portanto, a geração de vapores será maior quanto mais elevada for a pressão de vapor, ou seja, quanto mais próxima esta estiver de 760 mmHg.

Líquidos com alta pressão de vapor são, normalmente, mais perigosos que os demais, pois o volume de vapor gerado poderá ser suficiente para causar intoxicação e incêndio/explosão.

Para o armazenamento, o aumento da temperatura acarretará no aumento da pressão interna, a qual poderá resultar na ruptura do recipiente, causando danos mais severos.



Foto 3 - abatimento de vapores em função da alta pressão de vapor do produto