

Congresso ABRISCO 2017

O Uso de Ferramentas Computacionais no Ensino de Análise de Risco

Carlos André Vaz Junior

Jéssica Barbosa

Escola de Química / Universidade Federal do Rio de Janeiro

INTRODUÇÃO

A indústria química representa um pilar fundamental para o desenvolvimento da sociedade moderna. Porém, o desenvolvimento do setor não ocorreu sem acidentes. Acidentes catastróficos foram observados, especialmente nas décadas de 70 e 80 [1]. Um dos eventos mais desastrosos ocorreu em dezembro de 1984, em Bhopal na Índia. O vazamento de aproximadamente 30 toneladas de gás tóxico causou milhares de mortes e marcou a história da indústria química mundial. Os acidentes revelaram, de forma inequívoca, a necessidade que o risco presente nas instalações industriais fosse corretamente gerenciado. Perdas poderiam ser prevenidas, acidentes evitados e danos minimizados através da aplicação de políticas de segurança e prevenção de perdas. Os desastres serviram como incentivo à busca de novos conhecimentos sobre segurança de processos, bem como para conscientizar profissionais sobre os riscos potenciais de suas atividades [2].

A crescente preocupação com o tema nas corporações também se reflete na necessidade de mudanças na formação de profissionais que irão atuar no setor. Segundo Herdershot [2], os profissionais com maior potencial para entender e analisar os riscos envolvidos em processo são aqueles que melhor entendem os fenômenos físicos e químicos envolvidos na operação. Destaca-se assim o papel do engenheiro químico no desenvolvimento e manutenção da cultura de segurança dentro da empresa. A formação deste profissional é bastante ampla, envolvendo desde conceitos básicos de cálculo, física e química, até conceitos de engenharia de processos, equipamentos, operações unitárias e fenômenos de transporte. A incorporação de conceitos de segurança de processos nos cursos de graduação em engenharia química no Brasil ainda encontra-se incipiente. Poucos são os cursos que incorporam tal conhecimento na grade curricular. Segundo Kletz [3], universidades que não abordam o tema de segurança de processos não estão preparando seus estudantes para as questões que terão que lidar quando graduados. A discussão sobre as várias abordagens possíveis para o ensino de segurança de processos ao longo do curso de graduação encontra-se em andamento, não havendo consenso [4,5].

Embora esta discussão ultrapasse o escopo do presente estudo, fato é que o ensino de segurança de processos nos cursos de graduação em engenharia química é uma necessidade nos dias atuais. Neste contexto, o uso de ferramentas computacionais ligadas à segurança de processo, especialmente simuladores de cenários acidentais, mostra-se promissor.

OBJETIVO DO TRABALHO

O presente trabalho busca apresentar proposta para uso de software de simulação de acidentes industriais no âmbito do ensino de segurança de processos nos cursos de graduação de engenharia química no Brasil.

SIMULAÇÃO DE CENÁRIOS ACIDENTAIS E ENSINO DE SEGURANÇA

Observa-se que nas Instituições de Ensino Superior (IES) brasileiras que já incorporaram o ensino de

segurança de processos nos cursos de graduação em engenharia química, em geral opta-se por uma abordagem generalista [4]. Busca-se criar noção inicial sobre o tema. Tal visão é empregada, por exemplo, na ementa da disciplina “Segurança de Processos e Prevenção de Perdas”, presente na grade curricular do curso de engenharia química da Universidade Federal do Rio de Janeiro [5]. A disciplina divide-se em: introdução, toxicologia, proteção contra incêndios, modelagem de vazamentos e dispersão atmosférica, e identificação e análise de riscos. A ementa baseia-se fortemente no livro “Segurança de Processos – Fundamentos e Aplicações”, de Crowl e Louvar [7]. O uso de simulação computacional mostra-se especialmente interessante na discussão da modelagem de cenários de perda de contenção primária, formação de nuvens e dispersão atmosférica, e especialmente na identificação e análise de riscos.

A perda de contenção primária é um dos cenários mais importantes da segurança de processos. Estimar a vazão de vazamento, assim como a quantidade total liberada, é fundamental para a caracterização do evento e sua severidade. Também é fundamental estimar as dimensões da nuvem, tóxica ou inflamável, formada. A modelagem matemática de vazamentos e sua dispersão atmosférica é razoavelmente discutida na literatura clássica de segurança de processos [7]. Porém, a simples dedução matemática em sala de aula, e seu emprego na resolução de exercícios e provas, pode afastar o estudante do real significado dos resultados. A gravidade do cenário encontrado pode não estar clara. A visão total do cenário acidental, assim como a correta compreensão do que ele representa em segurança fica resumida a um sistema de equações. É neste momento que o uso de softwares torna-se interessante. A rapidez e facilidade no processamento matemático, e especialmente as saídas na forma gráfica, são recursos promissores.

FERRAMENTA DE SIMULAÇÃO ALOHA - EPA

Diferentes softwares de simulação de cenários acidentais encontram-se atualmente disponíveis, com capacidades, aplicações e preços diversos. Neste estudo optou-se pela utilização do software ALOHA, desenvolvido pela EPA, agência ambiental americana. Essa ferramenta, distribuída gratuitamente, é capaz de simular diferentes cenários acidentais envolvendo agentes químicos. Destina-se a simulação inicial de cenários emergenciais. O ALOHA possui recursos de simulação dos efeitos de dispersão atmosférica, com formação de nuvem inflamável ou tóxica, e estimativa da radiação liberada por incêndios. A ferramenta é capaz ainda de estimar a sobrepressão gerada por explosões. As principais informações que devem ser inseridas para a simulação de um dado cenário acidental envolvendo liberação de gás tóxicos são: agente químico, condições de armazenamento, diâmetro de furo e condições atmosféricas. Nesta simulação o software irá estimar as vazões máxima e média de vazamento, duração total do vazamento, e quantidade total vazada, além de estimar a concentração do agente químico em um dado ponto no espaço.

Embora a facilidade no processamento matemático seja interessante, são as capacidades gráficas da ferramenta que elevam seu potencial de uso no ensino. A Figura 1(a) exibe uma estimativa da nuvem formada em um cenário acidental. As cores representam a concentração do agente químico em cada ponto, tendo como referência o indicador de toxicologia de emergência AEGL (Acute Exposure Guidelines Level) [8]. A cor vermelha indica concentrações superiores a AEGL-3, enquanto a cor laranja é usada para AEGL-2 e coloração amarela para AEGL-1. As dimensões da nuvem podem ser facilmente compreendidas a partir da figura, permitindo ao aluno estimar mais adequadamente a severidade do cenário acidental identificado na análise de riscos. De modo similar, a Figura 1(b) representa a região afetada pelo cenário de explosão de vaso com formação de bola de fogo. As cores representam a radiação térmica que atinge a região.

De forma a complementar o cenário desenvolvido no ALOHA, a EPA também disponibiliza gratuitamente o programa MARPLOT. Trata-se de ferramenta que emprega ampla base mundial de mapas, sendo usado para representar a saída gráfica gerada pelo ALOHA sobre o mapa da região afetada (Figura 2). Ou seja, é possível visualizar diretamente no mapa a área que seria afetada caso o cenário acidental proposto realmente se concretizasse. A Figura 2 possibilita uma visão mais clara sobre os impactos causados na população vizinha pelo cenário acidental simulado. Para cenários simulados em território norte-americano, o MARPLOT conta ainda com acesso aos dados do censo daquele país. Torna-se possível estimar a população afetada. Este recurso não está disponível no Brasil.

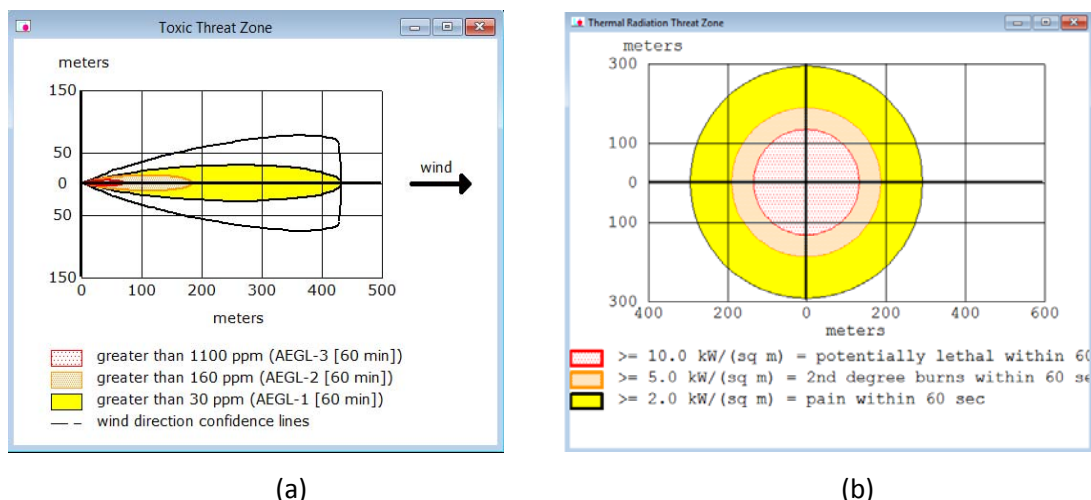


FIGURA 1 – Representação da nuvem formada a partir da dispersão atmosférica resultante de cenário de perda de contenção primária de agente químico (a), representação da radiação térmica emitida em cenário com formação de bola de fogo (b)

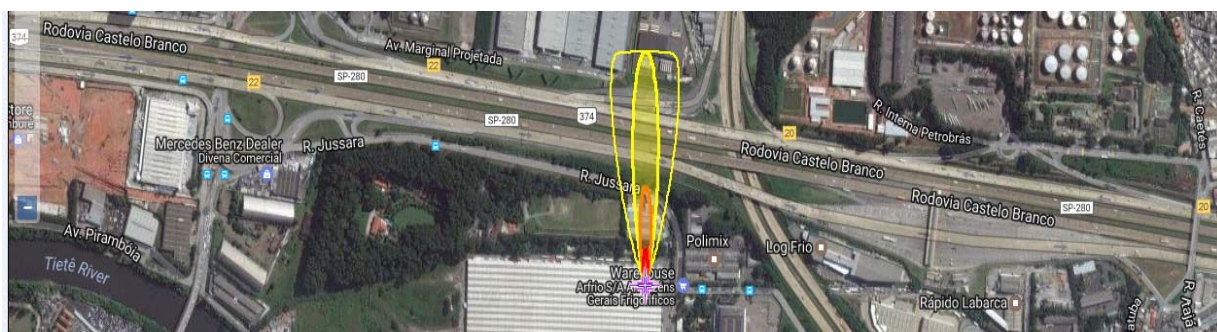


FIGURA 2 – Gráfico da dispersão do gás tóxico de amônia no mapa da região afetada.

PROPOSTA DE INCORPORAÇÃO DO SOFTWARE

A adoção do conjunto ALOHA / MARPLOTT ao longo da disciplina de segurança de processos pode ser feita de forma rápida e simples. Ambas as ferramentas exigem pouca capacidade de processamento computacional, reduzido espaço em disco, e elevada compatibilidade, sendo viável sua instalação na maior parte dos computadores empregados para projeção de apresentações. Havendo possibilidade, os dois softwares poderiam estar disponíveis em laboratórios de informática, permitindo o uso simultâneo por parte de professores e alunos. A facilidade de uso, a baixa exigência computacional e a possibilidade de uso gratuito, formam os fatores fundamentais para a escolha desta solução para o ensino de graduação.

O aprendizado das ferramentas é rápido, especialmente quando o aluno já domina a modelagem usada. Deste modo, a proposta aqui apresentada é de um treinamento com duração total de quatro horas. Esta pequena carga horária facilita a adoção desta solução em diferentes cursos de graduação, mesmo quando a grade curricular já se encontra sobrecarregada.

A ementa tem como principal objetivo abranger, de forma prática, a simulação dos principais cenários acidentais identificados na análise de risco de uma planta industrial. Inicialmente seriam adotados os seguintes módulos, com duração de 30 minutos cada: i. Introdução e procedimentos de instalação dos softwares; ii. Modelagem fenomenológica de vazamentos e dispersão atmosférica de gases (conceitos básicos); iii. Limites de segurança para exposição a agentes químicos e radiação térmica; iv. Modelagem Fenomenológica de Incêndios – Jet Fire, Pool Fire, Fire Ball (Conceitos Básico); v. Exemplo 1: simulação de cenário acidental envolvendo formação de nuvem tóxica. vi. Exemplo 2: simulação de cenário acidental envolvendo formação de nuvem inflamável. vii. Exemplo 3: simulação de cenário acidental envolvendo incêndio e explosão. viii. Conclusões e debate final.

CONCLUSÕES

A construção de uma cultura em segurança de processos nasce nas salas de aula dos cursos de graduação. A inserção do tema na grade curricular é um debate atual e necessário. Porém, a abordagem não pode estar limitada ao uso de modelos matemáticos e equações cujos resultados se afastam do dia a dia dos alunos. Do mesmo modo, as técnicas de análise de risco não podem ser vistas como meras geradoras de planilhas com cenários fictícios e severidades artificiais. Buscando permitir uma melhor visualização dos cenários acidentais levantados, o presente trabalho propõe o uso de ferramenta de simulação computacional. Embora com recursos limitados, o software aqui proposto é de fácil emprego, reduzida demanda computacional e de uso gratuito. Os resultados na forma de gráficos e o emprego de mapas reais, tem como potencial permitir que o aluno de graduação entenda a criticidade dos eventos, assim como a real necessidade de um bom sistema de gestão de segurança de processos.

REFERÊNCIAS

- [1] HENDERSHOT, D. C.; LOUVAR, J. F.; KUBIAS, F. O. “Add chemical process safety to the chemistry curriculum”. *Chemical Health and Safety*, v. 6, n. 1, p. 16-22, January/February 1999.
- [2] HENDERSHOT, D. C. “Guest perspective on Bhopal - Why can't we do better?” *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, v. 36, p. 183-184, 2015. ISSN 0950-4230
- [3] KLETZ, T. “What You Don't Have, Can't Leak”. *Chemistry and Industry*, p. 287-292, 1988.
- [4] VAZ JUNIOR, C.A., “Diferentes Abordagens para o Ensino de Segurança de Processos”, *Congresso Brasileiro de Engenharia Química - COBEQ*, 2016
- [5] PERRIN, L., LAURENT, A., “Current Situation and Future Implementation of Safety Curricula for Chemical Engineering Education in France”. *Education for Chemical Engineers*, v 3, p e84-e91, 2008.
- [6] UFRJ *Programa da Disciplina Segurança de Processos e Prevenção de Perdas*. Disponível em: <http://www.eq.ufrj.br/graduacao/programas/deq/eqe592.pdf> , 2017
- [7] CROWL, D.A., LOUVAR, J.F.; *Segurança de Processos – Fundamentos e Aplicações*. LTC; Edição: 3ª, Brasil (2014).
- [8] UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Acute Exposure Guidelines Levels (AEGLs)*. Disponível em: <<https://www.epa.gov/aegl/about-acute-exposure-guideline-levels-aegls>>. Acesso em 22 jun. 2017.