

**Duas abordagens para o ensino de segurança de processos nos cursos de graduação e pós-graduação em engenharia química no Brasil****Two approaches to teaching process safety in undergraduate and postgraduate courses in chemical engineering in Brazil**

DOI:10.34117/bjdv5n6-133

Recebimento dos originais: 18/04/2019

Aceitação para publicação: 03/05/2019

**Carlos André Vaz Junior**

Doutor em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos pela Universidade Federal do Rio de Janeiro

Instituição: Escola de Química / Universidade Federal do Rio de Janeiro

Endereço: Sala E-201, Departamento de Engenharia Química, Bloco E, Centro de Tecnologia, UFRJ, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Email: cavazjunior@eq.ufrj.br

**Américo Diniz Carvalho Neto**

Mestre em Administração pela Universidade Federal da Bahia, ênfase em Confiabilidade Humana.

Instituição: RSE Gerenciamento de Risco e Sustentabilidade Empresarial

Endereço: Av. Tancredo Neves, 805 - 401 - Caminho das Árvores, Salvador, Bahia

Email: americodcn@rsem.com.br

**RESUMO**

A indústria química é parte fundamental do desenvolvimento econômico e social brasileiro, porém, sua imagem muitas vezes está relacionada com acidentes e danos ambientais. Mudar esta visão passa por aumentar, cada vez mais, o nível de gerenciamento de segurança de processos nas plantas químicas nacionais, seja através de mudanças tecnológicas, reduzindo a severidade e probabilidade dos cenários, seja através de mudanças técnicas ou do investimento em formação e capacitação. Criar uma cultura de segurança é uma etapa fundamental para obter um processo mais seguro. Acreditando que a cultura de segurança deva ser parte integrante da formação acadêmica do profissional da engenharia química, este trabalho tem como objetivo apresentar duas abordagens, já em andamento, para o ensino de segurança de processos no Brasil. A primeira abordagem baseia-se na experiência observada em cursos de graduação de engenharia química, em particular na UFRJ e na USP. A segunda abordagem promove uma visão inovadora, onde a segurança de processos é ensinada a partir dos elementos de gestão de segurança propostos pela AIChE. Esta abordagem está sendo usada, de forma inédita, pela RSE Consultoria em seus cursos de pós-graduação e especialização em segurança de processo. Ao discutir ambas as abordagens espera-se promover o debate pela implementação de segurança de processos em outras IES brasileiras.

**Palavras chave:** ensino de segurança de processos, ensino de engenharia química, cultura de segurança, sistema de gestão em segurança de processos.

**ABSTRACT**

The chemical industry is a fundamental part of Brazilian economic and social development, however, its image is often related to accidents and environmental damage. To change this vision is to increase, increasingly, the level of process safety management in national chemical plants, either through technological changes, reducing the severity and probability of the scenarios, either through technical changes or investment in training and capacity building. Creating a safety culture is a key step in getting a safer process. Believing that the safety culture should be an integral part of the academic training of the chemical engineering professional, this paper aims to present two approaches, already underway, for the teaching of process safety in Brazil. The first approach is based on the experience of undergraduate courses in chemical engineering, particularly at UFRJ and USP. The second approach promotes an innovative vision, where process safety is taught from the safety management elements proposed by AIChE. This approach is being used, in an unprecedented way, by RSE Consultoria in its postgraduate courses and specialization in process safety. In discussing both approaches it is hoped to promote the debate for the implementation of process security in other Brazilian HEIs.

**Keyword:** teaching of process safety, teaching of chemical engineering, safety culture, process safety management system.

## 1 INTRODUÇÃO

Os grandes acidentes ocorridos ao longo da história da indústria química mundial elevaram a preocupação da sociedade, empresas e governos em relação aos riscos presentes nas operações de grandes plantas químicas. Eventos acidentais se mostraram potencialmente letais, não apenas destruindo instalações, lesionando ou matando empregados, mas também afetando dramaticamente a população externa, o meio ambiente e a própria sustentabilidade empresarial da corporação. A partir dos grandes acidentes ficou clara a necessidade de elevar o nível de segurança operacional. A partir deste ponto tornaram-se obrigatórios não apenas os investimentos em segurança, mas também a construção de todo um sistema de gestão que permitisse operar dentro de níveis de risco toleráveis, conforme critério de aceitabilidade de risco definido pela legislação ou pela empresa.

A partir deste ponto cresce a necessidade de iniciar o ensino dos conceitos básicos sobre segurança de processos já durante a formação acadêmica dos profissionais que irão atuar nas plantas industriais, em especial dos engenheiros químicos. O não desenvolvimento de uma cultura de segurança a partir do ambiente acadêmico prejudica o desenvolvimento do profissional recém-formado. De acordo com Louvar e Hendershot (2003), do mesmo modo que a cultura profissional é desenvolvida nas universidades, uma cultura de segurança também pode e deve ser.

O objetivo deste trabalho é discutir duas abordagens para o ensino de segurança de processos nos cursos de graduação e pós-graduação em engenharia química no Brasil. Foram

avaliadas as experiências, em andamento, no curso de graduação em engenharia química da UFRJ e nos cursos de pós-graduação da RSE Consultoria.

## **2 VISÃO GERAL DO ENSINO DE SEGURANÇA DE PROCESSOS**

Conforme Perrin e Laurent (2008), uma questão fundamental que precisa ser respondida é se os conceitos de segurança de processos devem ser incorporados ao longo de todo o curso de graduação ou pós-graduação, ou seja, distribuídos ao longo de diversas disciplinas, ou se devem ser tratados em uma única, e exclusiva, disciplina.

Nas IES (instituições de ensino superior) que adotaram a criação de uma disciplina especialmente desenvolvida para abordar os conceitos de segurança de processos, tais como a UFRJ (EQ, 2018a) e a USP (USP, 2018), tal disciplina, em geral, é alocada na parte final do curso, durante o ciclo profissional. Ou seja, a disciplina localiza-se no último ano de formação do aluno. Neste contexto, a disciplina toma como base conceitos e princípios desenvolvidos ao longo de toda a graduação, buscando uma visão ampla e multidisciplinar. Pode ser apresentada como disciplina obrigatória ou eletiva (opcional).

Por outro lado, pode-se também adotar uma abordagem de distribuir conceitos de segurança de processos ao longo de todo o curso, deixando de contar com uma disciplina exclusiva. Perrin e Laurent (2008) apresentam uma interessante relação entre tópicos de segurança de processos e tópicos de disciplinas tradicionais do currículo de engenharia química. Por exemplo, tópicos iniciais sobre risco químico e toxicologia poderiam ser tratados em disciplinas como “Química Geral”, “Química Orgânica” e “Química Inorgânica”. Do mesmo modo, emissões de gases tóxicos e formação de nuvens inflamáveis poderiam ser apresentadas em disciplinas de fenômenos de transporte, mecânica dos fluidos e transferência de massa. Operação segura de reatores químicos seria abordada na disciplina de “Cinética e Cálculo de Reatores”. Finalmente, critérios de aceitabilidade de risco e fatores humanos poderiam ser incorporados em disciplinas como “Ciências Sociais”, “Administração” e “Ética”.

## **3 ABORDAGEM ADOTADA NA EQ/UFRJ**

Na Escola de Química da UFRJ (EQ/UFRJ) a disciplina “Segurança de Processos e Prevenção de Perdas” é obrigatória para alunos do último ano do curso de engenharia química, apresentando carga horária teórica de 45 horas (EQ, 2018b). Sua ementa foi organizada tomando como base o livro “Chemical Process Safety – Fundamentals

withApplications”, de Daniel A. Crowl e Joseph F. Louvar, atualmente em sua 3ª edição. Em 2015 este livro ganhou uma versão em português, com o título “Segurança de Processos Químicos – Fundamentos e Aplicações”, lançada no mercado brasileiro pela editora LTC.

A estrutura adotada na EQ é bastante abrangente, promovendo uma visão geral da segurança de processos para o aluno de graduação. No tópico inicial, “Conceitos Fundamentais e Acidentes Passados”, o aluno é apresentado aos fundamentos mais básicos, assim como toma contato com os grandes acidentes ocorridos no passado, tais como Bhopal, Seveso, Flixborough e BP Texas City. Neste ponto inicia-se o segundo tópico: “Identificação de Perigos e Análise de Risco”. Trata-se de um ponto central da formação do aluno, pois é a partir de uma boa análise de risco que será possível criar cenários acidentais de interesse. Os cenários indicados na análise de risco serão tratados mais detalhadamente nos tópicos seguintes do curso. Ou seja, durante a análise de risco o aluno observa a presença do cenário: “grande vazamento de GLP com formação de nuvem inflamável”. No tópico 3 (“Análise de Vulnerabilidade: Modelos de Fonte e Dispersão”) tal nuvem será modelada matematicamente; no tópico 4 (“Proteção Contra Incêndios e Explosões”) são entendidos conceitos como Limites de Inflamabilidade e Fontes de Ignição; enquanto no tópico 5 (“Toxicologia Industrial e Higiene”) são avaliados os efeitos de uma nuvem tóxica sobre os seres-humanos.

Solução análoga, também baseada no livro de Daniel A. Crowl e Joseph F. Louvar, consta da grade curricular do curso de graduação em engenharia química da Escola Politécnica da USP (USP, 2018). Neste caso, tal disciplina é denominada: “Segurança de Processos da Indústria Química”, com carga horária total de 30 horas.

#### **4 ABORDAGEM ADOTADA PELA RSE CONSULTORIA**

Enquanto a solução encontrada pela UFRJ e USP tomam como base o livro do Crowl e Louvar, a abordagem proposta pela RSE Consultoria segue por um caminho distinto. A empresa fundamenta seu curso de “Pós-Graduação em Gerenciamento de Segurança de Processos” nos quatro pilares e vinte elementos do RBPS (*Risk Based Process Safety* ou Segurança de Processos Baseada em Risco), sistema de gestão de segurança de processos proposto pelo CCPS / AIChE (Center for Chemical Process Safety / American Institute of Chemical Engineers) (RSE, 2018).

O sistema de gestão de segurança de processos da AIChE conta com quatro pilares e vinte elementos (CCPS, 2014). O primeiro pilar, “Comprometimento com Segurança”, é

dividido em cinco elementos básicos, tais como “cultura de segurança” e “conformidade legal”. O segundo pilar, “Entendimento de Perigos e Risco”, busca identificar problemas, permitindo o gerenciamento dos riscos ao longo da operação, foco do terceiro pilar: “Gerenciamento de Riscos”. O terceiro pilar apresenta nove elementos, abordando desde “procedimentos operacionais” e “gestão de mudanças” (MOC - *Management of Change*) até “gestão de emergências”. Enquanto o segundo pilar identifica perigos e avalia riscos, o terceiro pilar cuida da operação segura, mantendo o risco em níveis toleráveis. Já o quarto pilar (“Aprendendo com a Experiência”) busca melhoria contínua. É neste pilar que estão localizados os elementos “investigação de acidentes”, “métricas e indicadores” e “auditoria”.

O curso de “Pós-Graduação em Gerenciamento de Segurança de Processos” da RSE é composto de 18 módulos, totalizando 450 horas (RSE, 2018). O conteúdo de cada módulo relaciona-se fortemente com um ou mais elementos do RBPS. Deste modo, ao mesmo tempo em que o aluno toma contato com os fundamentos da segurança de processo, o aluno também é apresentado ao assunto de forma sistêmica, compreendendo a amplitude do tema e seu caráter cíclico (melhoria contínua). Tal abordagem permite ao aluno, futuro profissional, conhecimento e cultura focados na prevenção de acidentes maiores e no gerenciamento de riscos, desde a concepção da tecnologia do processo, definida na fase de projeto da instalação, até a fase de eventual desativação da unidade.

## 5 CONCLUSÕES

É possível observar que diferentes abordagens são possíveis de serem adotadas durante a implementação do assunto “segurança de processos” nos cursos de graduação e pós-graduação em engenharia química no Brasil. A solução encontrada pela UFRJ e USP toma como base literatura acadêmica clássica, permitindo ao aluno ter contato inicial com tópicos bem estruturados, com boa relação com as demais disciplinas da grade curricular. Essa opção promove, ao final, boa visão geral da segurança de processos. Por outro lado, a solução inovadora proposta pela RSE Consultoria no curso de pós-graduação aproxima o ensino da segurança de processos de um sistema de gestão. Uma abordagem empresarial e de melhoria contínua são os diferenciais. Neste caso, o aluno é exposto a complexidade do tema e aos desafios de como implementar segurança de processos em uma empresa, considerando todo o ciclo de vida do empreendimento.

A partir do momento que se compreende a relevância de abordar o tema segurança de processos durante a formação acadêmica, cabe a IES encontrar sua própria solução. Não

existe uma abordagem única, assim como não existe um caminho ideal. As particularidades e limitações de cada IES precisam ser entendidas na busca por uma solução de interesse.

### REFERÊNCIAS

CENTER FOR CHEMICAL PROCESS SAFETY - CCPS, Diretrizes para Segurança de Processos Baseada em Risco, Editora Interciência, 2014.

ESCOLA DE QUÍMICA / UFRJ, Ementa disciplina Segurança de Processos e Prevenção de Perdas. Disponível em: <http://eq.ufrj.br> , 2018.

ESCOLA POLITÉCNICA / USP, Ementa disciplina Segurança de Processos da Indústria Química. Disponível em: <https://uspdigital.usp.br/jupiterweb/obterDisciplina?sgldis=PQI3412&codcur=3092&codhab=3000> , 2018.

LOUVAR, J. F.; HENDERSHOT, D. C. SACHE: 17 years of promoting teaching of safety to chemical engineering students. *Chemical Health & Safety*, v. 10, n. 5, p. 8-10, September/October 2003.

PERRIN, L.; LOURENT, A. Current situation and future implementation of safety curricula for chemical engineering education in France. *Education for Chemical Engineers*, n. 3, p. e84-e91, 2008.

RSE CONSULTORIA, Pós-graduação em Gerenciamento de Segurança de Processo. Disponível em: <https://www.rsem.com.br/posgraduacao/> , 2018.