

ABORDAGEM DO TEMA “SEGURANÇA DE PROCESSO” NOS CURSOS DE ENGENHARIA QUÍMICA DE SALVADOR

Caroline Silva Riccio – carol.riccio@hotmail.com

Luiz Antônio Magalhães Pontes – uolpontes@uol.com.br

Universidade Federal da Bahia, Departamento de Engenharia Química

R. Prof. Aristίδes Novis, 2 – Federação

40210-630 - Salvador – BA

Resumo: Grandes acidentes mundiais têm colocado em evidência para a sociedade o dano que a indústria química pode causar às pessoas e ao meio ambiente. Nesse contexto, a existência de profissionais capacitados em Segurança de Processo tornou-se imprescindível. Uma das primeiras entradas para conceitos de segurança emerge na própria graduação e, por isso, departamentos de Engenharia Química nas universidades ao redor do mundo estão se atentando para a incorporação dessa temática no currículo de seus cursos. Assim, esse trabalho avaliou a situação da abordagem desse tema nos cursos de Engenharia Química de Salvador de diferentes Instituições de Ensino Superior (IES). Através do levantamento de dados das grades e ementas das disciplinas e da aplicação de pesquisa junto ao corpo discente, verificou-se que, em geral, os alunos soteropolitanos se formam com relativamente bons conceitos quanto aos perigos associados ao manuseio de substâncias químicas, mas com pouco conhecimento quanto às diferentes formas de evitar os perigos e minimizar os riscos de acidentes.

Palavras-chave: Segurança de Processo. Educação e Ensino. Engenharia Química.

1 INTRODUÇÃO

Diversos acidentes catastróficos em plantas químicas marcaram o século passado e levaram ao questionamento público sobre a segurança das instalações industriais. Dentre alguns acidentes, pode-se citar Flixborough (Inglaterra, 1974), Bhopal (Índia, 1984), Cidade do México (México, 1984) e Plataforma P-36 (Brasil, 2001). Esses e outros acidentes mundiais foram de tal magnitude que enfatizaram a necessidade do desenvolvimento da Segurança de Processo nas indústrias químicas e petroquímicas, acarretando no surgimento de regulamentações e normas mais rígidas para segurança e contenção de perdas das instalações. Em resposta a essa conscientização global da necessidade de segurança das instalações, cresceu a importância da educação dos profissionais da indústria química em torno da Segurança de Processo, sendo o nível universitário a porta de entrada para o conhecimento sobre a temática.

A presença da Segurança de Processos nos currículos universitários é uma forma de preparar os futuros engenheiros às realidades da própria carreira. Ela é uma disciplina voltada para a gestão da integridade de processos de instalações químicas aplicando bons princípios de projeto, engenharia, operação e manutenção, focando na identificação, prevenção e mitigação dos perigos associados ao processo, como incêndios, explosões e liberações tóxicas, que podem vir a gerar diversos impactos sérios, como perdas humanas, danos ambientais, perda de ativos e perda de produção (KHAN; HASHEMI, 2017). Apesar disso, de modo geral, a Segurança de Processo ainda é um tema que está pouco presente nos cursos universitários. Atualmente, o

ensino desse assunto nos cursos faz parte dos requerimentos de acreditação de diferentes órgãos internacionais, como o *Institution of Chemical Engineers* (IChEm), desde 2012, e o *Accreditation Board for Engineering and Technology* (ABET), desde 2011, o que deve levar a uma mudança desse panorama nos próximos anos.

Como destacado por JÜRGEN (2013), as plantas são seguras porque os conceitos de segurança são continuamente questionados e provados serem os melhores. Por isso programas como o *Safety and Chemical Engineering Education* (SACChE) incentivam a incorporação desse tema nos currículos de Engenharia Química (EQ) de forma a instituir a cultura de segurança nos graduandos e gerar o próprio desenvolvimento da área. Em 2010, este programa, que é um esforço cooperativo entre o *Center for Chemical Process Safety* (CCPS) e as escolas de Engenharia Química dos Estados Unidos, publicou algumas recomendações de como os programas de EQ poderiam implementar os requerimentos do ABET em seus currículos, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Recomendações do SACChE para os requerimentos do ABET quanto ao Conteúdo de Segurança em Engenharia Química, 2010

- 1) Os graduandos devem entender a importância da segurança de processo e os recursos e comprometimento requeridos. Deve-se incluir os importantes acidentes que definiram a segurança de processo e como esses acidentes afetaram a prática da engenharia química.
- 2) Os graduandos devem ser capazes de caracterizar os perigos associados com os compostos químicos e outros agentes. Devem-se incluir perigos tóxicos, inflamáveis e reativos.
- 3) Os graduandos devem entender e ser capazes de aplicar os conceitos de projeto inerentemente seguro.
- 4) Os graduandos devem entender como controlar e mitigar perigos para prevenir acidentes. Isso deve incluir sistemas de gerenciamento geralmente aceitos, procedimentos de plantas e projeto para prevenir acidentes.
- 5) Os graduandos devem estar familiarizados com as regulamentações maiores que tem impacto na segurança de plantas químicas.
- 6) Os graduandos devem entender as consequências de um acidente em uma planta química devido a liberações e exposições crônicas e agudas a compostos químicos
- 7) Os graduandos devem ser razoavelmente proficientes em pelo menos um procedimento de identificação de perigos.
- 8) O graduando deve ter uma introdução ao processo de avaliação de perigos e riscos.

Fonte: SACChE, 2010 (Tradução Livre)

O Ministério da Educação (MEC) também destaca nos Referenciais Curriculares Nacionais dos Cursos de Bacharelado e Licenciatura, de 2010, que um Engenheiro Químico brasileiro deve, entre outras coisas, atuar considerando “a ética, a segurança e os impactos sócio-ambientais”. Apesar disso tudo, a comunidade acadêmica brasileira ainda não entende completamente a importância da segurança e, particularmente, da Segurança de Processo como componente curricular dos cursos de Engenharia Química.

Assim, esse trabalho pretendeu analisar a abordagem realizada nos cursos de Engenharia Química de Salvador sobre a temática “Segurança de Processo” em seus currículos e em sala de aula, verificando a ênfase e importância dada a esse tema entre as instituições de ensino de Salvador, através de comparação de grades e ementas; comparando a abordagem que é realizada nessa cidade com outras partes do mundo; preparando, submetendo e analisando um formulário para verificar o nível de conhecimento dos alunos do curso sobre o tema; e avaliando o nível de importância da temática considerando os resultados obtidos.

2 METODOLOGIA

Para a realização desse trabalho, inicialmente obteve-se informações para a construção de um panorama geral dos cursos de Engenharia Química em Salvador referente ao ensino de Segurança de Processo nos mesmos. Para tanto, foram realizadas pesquisas nas universidades e também em sites de órgãos oficiais, onde coletou-se dados acerca do número de cursos existentes na Bahia, suas respectivas universidades, variação de nomenclaturas e grades curriculares. Além disso, também foi realizada uma pesquisa com alguns coordenados, feita principalmente através de contato telefônico.

A segunda etapa correspondeu a um estudo exploratório, com levantamento bibliográfico e colhimento de dados estatísticos junto ao Portal do MEC, além de artigos científicos e anais de congresso que abordam a informações sobre os cursos de Engenharia Química e a educação em Segurança de Processo ao redor do mundo.

A terceira etapa foi a realização de uma pesquisa entre os alunos do último ano do curso de Engenharia Química nos principais centros universitários de Salvador sobre a abordagem do tema "Segurança de Processo" nessas localidades. Essa pesquisa foi realizada utilizando a plataforma *Google Forms*, no período de 2 de maio a 6 de junho de 2018, com ampla divulgação nos centros universitários.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Panorama Geral dos Cursos de Engenharia Química de Salvador

Conforme pesquisa realizada nas universidades e no site E-MEC, que é uma base de dados oficial e única de informações relativas às Instituições de Educação Superior (IES) e cursos de graduação do Sistema Federal de Ensino, a cidade de Salvador encontrava-se até o meio de 2018 com 12 cursos presenciais ativos de Bacharelado em Engenharia Química, o que correspondia a 67% dos cursos de Engenharia Química existentes no Estado da Bahia. Desses 12 cursos, somente 2 (16,6%) eram públicos e federais, enquanto os outros eram particulares. A Tabela 2 apresenta os dados sobre os cursos avaliados nessa pesquisa.

Tabela 2 - Cursos de Bacharelado em Engenharia Química em Salvador Ativos em 2018

Instituição de Educação Superior	Data de Início de Funcionamento	Vagas Anuais	Enade 2014	Carga Horária
Universidade Federal da Bahia - UFBA	05/03/1942	90	4	4029
Universidade Salvador – UNIFACS	01/03/1998	200	3	3603
Centro Universitário Regional do Brasil - UNIRB	04/08/2008	200	1	3780
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia - IFBA	02/03/2009	60	5	3900
Centro Universitário Jorge Amado - UNIJORGE	07/02/2011	120	-	4220
Universidade Católica do Salvador - UCSAL	04/10/2013	240	-	3620
Faculdade de Tecnologia e Ciências - FTC	02/01/2015	160	-	3760
Faculdade Delta – FACDELTA	23/02/2015	120	-	
Centro Universitário Uninassau de Salvador - UNINASSAU	03/03/2015	120	-	3660
Centro Universitário Senai Cimatec	17/06/2015	50	-	4050
Faculdade Ruy Barbosa	18/11/2015	200	-	3620
Faculdade Área I	05/04/2016	200	-	3600

Fonte: E-MEC

Conforme observa-se na Tabela 2, até o fim do século passado, apenas dois cursos existiam e eram realmente responsáveis pela qualidade da maioria dos profissionais de Engenharia Química atuantes no Estado da Bahia. Com a virada do século, houve um crescimento de 600% na quantidade de cursos em apenas 8 anos, decorrentes, provavelmente, do grande incentivo do MEC e de outras entidades governamentais para que turmas de engenharia fossem abertas, como reflexo do crescimento acelerado que o Brasil passava no começo dos anos 2000 e da consequente necessidade de profissionais da área. Entretanto, apesar da grande quantidade de cursos existentes atualmente em Salvador, a maioria é muito recente, sendo somente 5 (41,7%) das IES analisadas que realmente haviam formado profissionais de Engenharia Química até a data de conclusão desse trabalho.

Das 12 IES, verificou-se através do acesso à grade atual das instituições e através de entrevistas com coordenadores dos cursos, que apenas 4 (33%) das universidades apresentavam uma disciplina obrigatória exclusiva correspondente ao ensino de "Segurança de Processo" em sua grade (Tabela 3). Alguns coordenadores declararam que conceitos dessa área estavam inseridos em disciplinas no decorrer do curso, como na disciplina de "Controle de Processos" e de "Operações Unitárias". Também teve o caso declarado por uma IES, em que uma disciplina correspondente ao tema estava em elaboração para ser inserida no curso como optativa aos alunos no próximo semestre letivo da instituição.

Tabela 3 – IES de Salvador com Disciplinas Obrigatórias que Abordam a Segurança de Processo

IES	Disciplina Ofertada	Semestre Alocado	Carga Horária	Tópicos Abordados
UFBA	Operação e Segurança de Plantas Industriais	9º	68h	Confiabilidade; Análise de Riscos; Sistemas de Segurança (drenagem, gás inerte, ventilação natural, alívio); Operação de Plantas (problemas mais frequentes, partidas e paradas, hibernação de plantas)
UNIFACS	Análise de Risco na Indústria	8º	33h	Segurança do Trabalho na Indústria; Riscos graves; Investigação das causas dos acidentes; Proteção de Máquinas e Equipamentos; Riscos Ambientais; Análise de Acidentes; Riscos Industriais; Medidas de Risco Industrial; Critérios de Aceitabilidade dos Riscos Industriais; Gerenciamento de Segurança de Processo; Técnicas para Reconhecimento e Análises de Riscos; Integridade Mecânica de Equipamentos
SENAI CIMATEC	Segurança em Processos Industriais	4º ano (2º trimestre)	60h	**
UCSAL	Segurança e Confiabilidade de Processos	9º	60h	**

** Dados completos não obtidos

Das instituições que possuem a disciplina como uma matéria obrigatória do curso de Engenharia Química em Salvador, todas alocam a mesma em semestres superiores ao 8º semestre. A presença dessa disciplina nos últimos semestres do curso decorre do fato desta disciplina ser interdisciplinar, necessitando de conceitos técnicos integrados provenientes das "Operações Unitárias" e "Reatores", entre outros, para uma visão mais completa da disciplina.

Além disso, todas as disciplinas do tema ofertadas pelas diferentes IES possuem como tópico coberto semelhante e de maior foco a “Identificação e Análise de Riscos e Perigos”, como pode ser verificado na Tabela 3 e conforme verificado junto aos coordenadores dos cursos. Isso inclui o entendimento das análises, principalmente, qualitativas de risco, com utilização de técnicas como HAZOP e APP na identificação das mesmas. Outros tópicos como “Investigação de Acidentes”, “Projeto de Sistemas de Alívio” e “Análise de Casos Históricos” são tópicos que, também, são abordados por algumas delas.

Observou-se também que 8 (66,6%) das IES apresentam a disciplina de “Higiene e Segurança do Trabalho” como uma disciplina obrigatória na grade de Engenharia Química. Vale ressaltar que 2 instituições que ofertavam a disciplina referente a “Segurança de Processo” não ofertavam a referente a “Segurança do Trabalho” como obrigatória, mas esta estava presente no quadro de optativas da instituição. Além disso, teve o caso especial de uma IES em que as duas disciplinas eram ofertadas como obrigatórias aos seus alunos. Apenas 2 (16,6%) instituições não apresentavam nenhuma das duas disciplinas presentes na sua grade.

Como notado anteriormente por MOREIRA (2015), a “Segurança de Processo” não é explicitamente citado como tema na formação de um Engenheiro Químico pelo MEC, apresentando apenas a disciplina “Ergonomia e Segurança do Trabalho” como referência. Tal fato pode explicar a maior presença dessa última nas grades curriculares das IES de Salvador em comparação com as disciplinas que abordam a Segurança de Processo.

3.2 Comparação com Outros Cursos no Brasil e no Mundo

Uma pesquisa similar a esse trabalho foi conduzida nos Estados Unidos por HASAN (2012), do *Mary K. O'Connor Process Safety Center*, da Universidade do Texas A&M. Nessa pesquisa foi constatado que apenas 50% de 106 instituições de ensino de Engenharia Química nos Estados Unidos ofereciam uma disciplina obrigatória ou optativa na grade aos alunos relativa à Segurança de Processo, sendo as disciplinas obrigatórias correspondentes a 27,3% das instituições, uma porcentagem um pouco menor, mas bem similar a observada nas IES de Salvador.

Ainda sobre os Estados Unidos, no estudo apresentado por DEE et al. (2015), observa-se que os departamentos de Engenharia Química do país ainda se encontram no processo de adaptação aos novos requerimentos do ABET. Nesse caso, as faculdades também apresentam diferentes formas de abordagem, como em uma disciplina exclusiva, inseridas nas disciplinas e também através das duas formas integradas. Os cursos dedicados apresentam temas como toxicologia, higiene industrial, inflamabilidade, incêndios e explosões, modelos de dispersão e modelos de fonte, projeto de sistemas de alívio, identificação de perigos, análise de riscos, investigação de acidentes, casos históricos e projetos inerentemente seguros.

Esse mesmo conteúdo é apresentado pelo caso brasileiro da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), conforme observado no estudo de MOREIRA (2015). O curso de Engenharia Química dessa IES possui uma disciplina obrigatória dedicada à “Segurança de Processo” na sua grade há 20 anos, cujo conteúdo foi organizado com base no livro “Chemical Process Safety”, de Daniel A. Crowl e Joseph F. Louvar, apresentando os mesmos tópicos observados no caso americano.

No caso francês, PERRIN et al (2018) aponta que a França evoluiu muito de 2008 até 2018 no que se refere ao ensino de segurança na universidade. Houve uma gradual generalização nas suas IES na introdução de Saúde e Segurança Ocupacional nas grades e uma transição para a Segurança de Processo está ocorrendo atualmente. Essa é uma situação que se assemelha a apresentada nos cursos de Salvador, em que há um grande número de IES com a disciplina relativa à Segurança Ocupacional, conforme já analisado anteriormente.

Encontrar espaço na grade curricular foi um dos desafios apontados nesses e outros estudos, podendo ser também aplicado à realidade baiana. Conforme observa-se na Tabela 2, os cursos de Engenharia Química em Salvador apresentam atualmente uma carga horária considerável e acrescentar uma disciplina a mais no mesmo, no caso das IES que não o possuem, poderia tornar o curso ainda mais pesado para os alunos. A opção da abordagem contextualizada é possível, mas também pode se mostrar difícil, uma vez que os tópicos podem ser preteridos em relação à assuntos mais técnicos das disciplinas, não tendo o foco e tempo necessários para os mesmos.

3.2 Avaliação da Pesquisa com Alunos de Engenharia Química de Salvador

De modo a verificar o real conhecimento de um aluno prestes a sair do curso de graduação em Engenharia Química em Salvador em relação à “Segurança de Processo”, foi aplicado um formulário junto aos alunos do Curso. A pesquisa foi aplicada em 6 universidades soteropolitanas: UFBA, UNIFACS, UNIRB, IFBA, UNIJORGE e UCSAL, com adesão de 69 alunos. O público alvo foi constituído de alunos matriculados no nono ou décimo semestre, que tenham cursado mais que 85% da graduação.

Escolheu-se esse público alvo, pois as universidades que apresentavam alguma disciplina relativa à Segurança de Processo, conforme observado anteriormente, alocam a mesma nos últimos semestres. Além disso, este público corresponde ao mais próximo dos futuros profissionais na indústria e que já detém um grande conhecimento da sua área de atuação.

Buscando-se conhecer um pouco mais do perfil dos entrevistados, 53% declararam ter alguma experiência industrial, seja estagiando ou trabalhando no setor. Dos que estagiaram ou trabalharam no setor industrial, mais da metade (56%) declarou que creditam pouco ou pouquíssimo o conhecimento que possuem referente à Segurança de Processo à sua Instituição de Ensino. Esse resultado era esperado, já que a vivência em um ambiente industrial releva a real importância que a Segurança de Processo possui para o setor, o que muitas vezes passa despercebido durante a vida acadêmica universitária, como notado pela própria ausência da disciplina na grade de muitas universidades.

Quanto a relevância que dão à Segurança de Processo, 92% dos entrevistados consideram a disciplina como muito ou bastante importante. Além disso, 88% consideraram muito ou bastante importante a abordagem contextualizada do tema nas suas disciplinas durante o curso. Apesar desses dois dados, 54% declararam que muito pouco é discutido sobre o tema, nas disciplinas do seu curso de Engenharia Química.

De modo a verificar quanto que realmente os alunos sabiam sobre alguns temas relacionados à Segurança de Processo, foram realizadas perguntas abertas aos entrevistados para que se pudesse obter respostas espontâneas dos mesmos sobre o tema.

Uma delas foi sobre os principais acidentes industriais que mudaram a história da indústria química. O acidente mais lembrado foi o de Bhopal, citado por 40,6% dos entrevistados, seguido pelo acidente de Flixborough (15,9%), Chernobyl (11,6%) e Seveso (8,7%). Dentre os acidentes brasileiros, o acidente de Mariana (5,8%) e o da plataforma P-36 (2,9%) foram lembrados por alguns. Fora esses, acidentes como o Piper Alpha, Golfo do México, Texas City, PEPCON e Three Mile Island também foram citados em menor escala. Preocupantemente, entretanto, 45,7% dos entrevistados não responderam a essa pergunta ou responderam a mesma de forma errônea. Isso corresponde a quase metade do público alvo. O conhecimento do passado é um dos itens necessários e essenciais para que se haja prevenção de acidentes similares futuros. A ausência de conhecimento e de discussão entre os alunos sobre os acidentes e os motivos que os causaram gera uma lacuna nos mesmos que pode ser gatilho para ocorrência de acidentes industriais semelhantes no futuro.

Uma outra questão aberta abordada foi em relação às técnicas de análise de risco que os alunos conheciam, que como anteriormente observado, é um dos tópicos mais presentes nos



curso de Engenharia Química de Salvador sobre Segurança de Processo. A técnica mais lembrada foi HAZOP, por 55,1% dos entrevistados, seguida por APP/APR (31,8%), mostrando realmente um grande conhecimento dos alunos em técnicas qualitativas de análise de risco. Outras técnicas também foram citadas como FMEA (18,8%), LOPA (14,5%) e Árvore de Falha (11,6%).

Além das perguntas abertas, verificou-se, com os alunos, o grau do conhecimento que cada um acreditava deter das 8 (oito) recomendações sugeridas pelo SACHÉ no que se refere ao conhecimento necessário que um Engenheiro Químico deve ter para atender aos requerimentos do currículo da ABET de 2011 quanto à Segurança de Processo. Tais resultados estão expostos da Figura 1 a Figura 8.

Figura 1 – Recomendação 1. Conhecimento sobre Acidentes que definiram a Segurança de Processo e como Esses Acidentes Afetaram a Prática da Engenharia Química

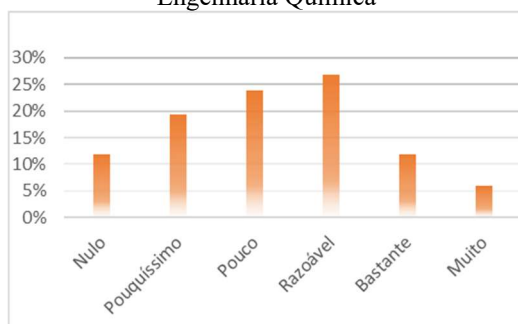
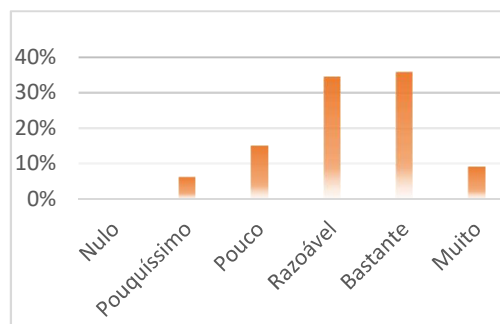


Figura 2 – Recomendação 2. Conhecimento sobre os perigos associados com produtos químicos e outros agentes (tóxicos, inflamáveis, reativos)



O resultado da primeira recomendação, que considera os conhecimentos dos acidentes industriais, converge com o resultado da questão aberta similar já analisada anteriormente. Nesse caso os próprios alunos declararam o pouco do conhecimento que detinham sobre o assunto (Figura 1). Esse assunto é muito importante, pois acaba sendo a própria introdução da Segurança de Processo aos alunos. É o tipo de informação que poderia estar presente na disciplina de introdução à Engenharia Química e ser reforçada com análise de casos famosos em outras disciplinas, mas que aparentemente não é tanto abordada.

A segunda recomendação, referente ao conhecimento dos agentes químicos e seus perigos, apresentou uma grande noção por parte dos alunos (Figura 2). Tal fato decorre, provavelmente, por este assunto estar inserido nas diferentes disciplinas de química e nos laboratórios, onde fichas de toxicidade das substâncias químicas geralmente são apresentadas aos alunos e, com isso, os conhecimentos referentes aos perigos são conhecidos e debatidos.

Figura 3 – Recomendação 3. Conhecimento sobre os conceitos de projeto inerentemente seguro

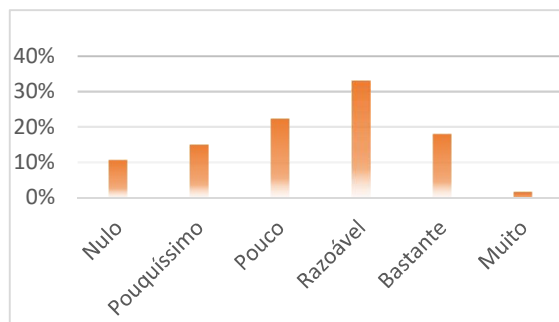
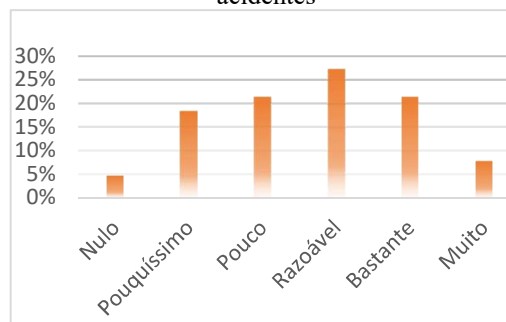


Figura 4 – Recomendação 4. Conhecimento sobre controle e mitigação de perigos para prevenir acidentes





A terceira recomendação questiona os conceitos de projeto inerentemente seguro. Esse quesito mostrou ser de pouco conhecimento por parte dos alunos, com cerca de 47% declarando o baixo conhecimento ou até nulo em relação a esse assunto. Esse é um dos conceitos mais importantes da Segurança de Processo, pois é o que define o próprio futuro das plantas com relação à segurança a ser realizada nelas. Os princípios desse tema incluem a substituição, a minimização, a moderação e a simplificação. Se um projeto é pensado de forma segura no período da sua própria concepção, as salvaguardas necessárias para a sua segurança durante o período de operação serão muito menores e com isso os próprios gastos e riscos associados com o mesmo serão pequenos. Preocupantemente, entretanto, foi observado casos de entrevistados que declaram ter estagiado ou trabalhado na área de projetos, mas que possuíam pouco ou pouquíssimo conhecimento a respeito do tema.

A quarta recomendação, que aborda o controle e mitigação de perigos para prevenir acidentes, também apresentou um baixíssimo conhecimento pelos alunos. Esta refere-se à atenuação dos perigos quando não é possível reduzi-lo a zero, ou seja, diminuir a probabilidade e impacto que um risco possa vir a ter em um processo. É um conhecimento que deveria ser formulado em disciplinas como em "Controle de Processos", onde aprende-se sobre a engenharia de controle das operações e sua administração, mas que aparentemente apresenta algum tipo de lacuna no ensino sobre esse assunto e o mesmo não está sendo assimilado completamente pelos alunos.

Figura 5 – Recomendação 5. Conhecimento sobre regulamentos e normas que impactam a segurança de processo das plantas químicas brasileiras

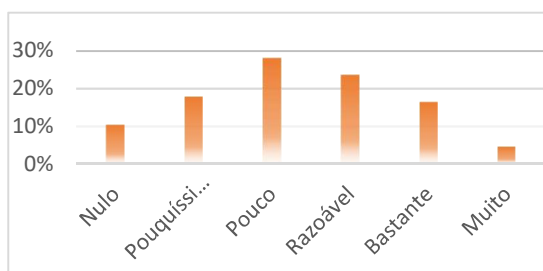
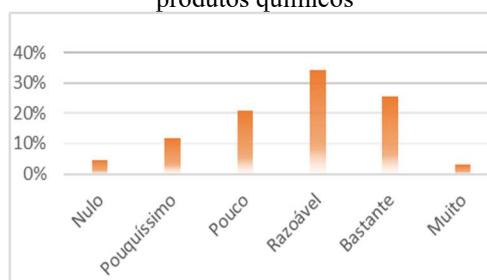


Figura 6 – Recomendação 6. Conhecimento sobre as consequências de acidentes em plantas químicas devido a exposição e liberação aguda e crônica de produtos químicos



A quinta recomendação refere-se ao conhecimento dos regulamentos que regem de alguma forma a Segurança de Processo das plantas brasileiras. Conforme observado, esse é um dos itens menos conhecidos pelos alunos. Esses também é um dos itens mais difíceis de se por em um currículo, uma vez que pode ser muito abrangente. A utilização de acidentes que já tenham acontecido e as legislações pertinentes a cada um é uma forma de abordar esse tema. Também a apresentação dos principais órgãos ambientais brasileiros, como CETESB, CONAMA, etc, é importante para o conhecimento dos alunos das regulamentações aplicáveis aos empreendimentos.

A recomendação 6, referente às consequências dos acidentes devido a liberações e vazamentos, apresentou um conhecimento razoável pelos alunos. Similarmente à recomendação 2, esse item acaba sendo citado durante os cursos nos laboratórios e de química, onde são apresentadas principalmente as consequências da exposição à alguma substância química. O ponto importante a se frisar aqui é os alunos conhecerem também a diferença na exposição a dado produto químico quando realizada de modo prolongado e também através de acidentes. Para tanto é necessário o conhecimento dos estudos toxicológicos, das equações de Probit, entre outros.

As recomendações 7 e 8, levam em conta o conhecimento de procedimento de identificação de perigo e, também, de alguma técnica de análise de risco. Como observado nas questões abertas, esses eram pontos bastante conhecidos pelos alunos, presentes na grade de algumas instituições e que se refletiu nas respostas obtidas nessa etapa do questionário.

Figura 7 – Recomendação 7. Conhecimento de algum procedimento de identificação de perigos

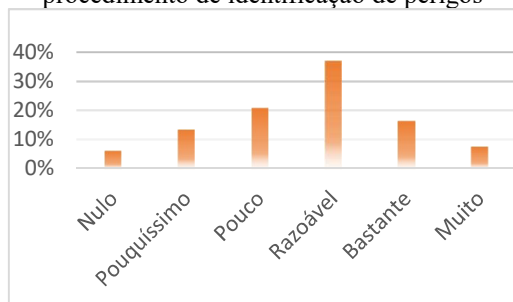
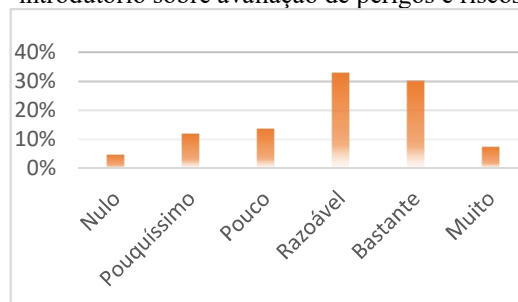


Figura 8 - Recomendação 8. Conhecimento introdutório sobre avaliação de perigos e riscos



Assim, de modo geral, os alunos soteropolitanos acabam saindo das IES apresentando conhecimentos relativamente bons quanto aos perigos associados com as substâncias químicas, mas pouco conhecimento quanto às diferentes formas de conter esses perigos e tornar os riscos associados com os mesmos os menores possíveis.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De modo geral, conforme avaliação das grades curriculares e resposta ao questionamento da pesquisa realizada neste trabalho, as IES soteropolitanas apresentaram uma abordagem aquém da necessária para que uma cultura de segurança seja incorporada nos alunos da capital baiana. Poucas apresentaram disciplinas relativas sobre o tema e, mesmo considerando a incorporação de tópicos ao longo do curso, o conhecimento sugerido pelos alunos sobre diversos temas demonstram que esses conhecimentos não estão sendo tão efetivamente aprendidos.

Os desafios para a incorporação de Segurança de Processo nos currículos soteropolitanos são diversos e se assemelham com os apresentados por outras instituições no Brasil e no mundo. As Instituições de Ensino soteropolitanas já apresentam carga horária de curso acima do exigido e o assunto não é efetivamente requerido pelo MEC. Porém, para tornar os alunos melhor preparados, se faz necessário a adaptação das grades curriculares de EQ, incorporando os conceitos de Segurança de Processo nas mesmas.

Em suma, a melhor formação dos alunos na área de Segurança de Processos industriais implica em comprometimento de todos: instituições de ensino, professores, alunos e indústria. Não se deve esperar que um desastre industrial considerável aconteça em território baiano para que o assunto seja repensado e medidas sejam aplicadas.

REFERÊNCIAS

CROWL, D.A., LOUVAR, J.F. **Chemical Process Safety, Fundamentals with Applications**. 2ª ed. Prentice Hall International: 2010.

DEE, Sean J.; COX, Brenton L.; OGLE, Russell A. **Process Safety in the Classroom: The Current State of Chemical Engineering Programs at US Universities**. Process Safety Progress. Vol.00, No.00. (2015) DOI: 10.1002/prs.11732

HASAN, Patricia B.. **Process Safety Curriculum in the United States**. The Mary Kay O'Connor Process Safety Center. Centerline. Vol 16. No 2. Summer 2012

JÜRGEN, Schmidt. **Process and Plant Safety – Research & Education Strategy to Keep Long Term Competences**. The Italian Association of Chemical Engineering. Chemical Engineering Transactions. Vol 31. (2013). DOI: 10.3303/CET1648146

KHAN, Faisal; HASHEMI, Seyed J.. **Methods in Chemical Process Safety**. Vol1. Cap 1. Elsevier, Canada: 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/bs.mcps.2017.01.001>

MEC. Referenciais Curriculares Nacionais dos Cursos de Bacharelado e Licenciatura. Brasília: Abril de 2010.

MOREIRA, L.C.; JUNIOR, C.A.VAZ. **Rumos para o Ensino de Segurança de Processos nos Cursos de Graduação em Engenharia Química no Brasil – Uma Visão Preliminar**. XI Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica. Unicamp, São Paulo: 2015.

PERRIN, Laurent; GABAS, Nadine; CORRIOU, Jean-Pierre; LAURENT, André. **Promoting safety teaching: an essential requirement for the chemical engineering education in the French Universities**. Journal of Loss Prevention in the Process Industries. (2018). DOI: 10.1016/j.jlp.2018.03.017

SACHE. **SACHE Recommendations for ABET Safety Content in Chemical Engineering**. Fevereiro 2010. Disponível em: www.sache.org. Acessado em: maio 2018.

Sistema E-MEC. Ministério da Educação 2018. Disponível em: <http://emec.mec.gov.br/>. Acessado em: Maio 2018

APPROACH OF "PROCESS SAFETY" IN SALVADOR CHEMICAL ENGINEERING PROGRAMS

Abstract: *Major worldwide accidents have warned society about the damage that can be caused to people and the environment by the chemical industry. In this context, the existence of trained professionals in Process Safety has become essential. One of the first presentation to safety concepts emerges on the undergraduate level and, therefore, Chemical Engineering departments at universities around the world are looking for the incorporation of this theme into their programs. Thus, this work evaluated the situation of the approach of this theme in Salvador Chemical Engineering programs in different institutions. Through the data collection of courses syllabi and the application of research to the student body, it was found that, in general, students of Salvador have relatively good concepts regarding the hazards associated to the handling of chemical substances, but little knowledge of the different ways to avoid the risks and hazards associated to accidents.*

Key-words: *Process Safety. Education and Teaching. Chemical Engineering.*