



**SEGURANÇA DE PROCESSOS NO PÓLO DE CAMAÇARI/BAHIA –
UMA INVESTIGAÇÃO DOS PROGRAMAS DE EMPRESAS QUÍMICAS E
PETROQUÍMICAS**

**PROCESS SECURITY, SECURITY MANAGEMENT, CHEMICAL AND
PETROCHEMICAL PLANTS, PETROCHEMICAL CLUSTERS.**

**SEGURIDAD DE PROCESOS EN POLO DE CAMAÇARI-BA: INVESTIGACIÓN EN
EMPRESAS QUÍMICAS Y PETROQUÍMICAS.**

Francisco Uchoa Passos, Dr.
Universidade Salvador/Brazil
francisco.passos@unifacs.br

Elisio Carvalho
Universidade Salvador/Brazil
evhrcarvalho@terra.com.br

RESUMO

Este artigo descreve uma investigação realizada em 16 empresas dos segmentos químico e petroquímico do Pólo Industrial de Camaçari (Bahia), que processam produtos perigosos, com a finalidade de avaliar os seus *Programas de Gerenciamento de Segurança de Processos*, utilizando-se, como referência, uma norma da OSHA (*Occupational Safety and Health Administration*), órgão do governo norte americano para a normatização em assuntos de segurança. Dois objetivos de pesquisa foram colocados: (a) avaliar a natureza e intensidade das práticas; e (b) averiguar eventuais diferenças de eficácia entre os programas, tendo como indicadores as reduções de acidentes e as reduções de incidentes. Os resultados do trabalho mostram que a maioria das empresas da amostra adere ao conjunto dos elementos da norma da OSHA, mesmo aquelas que não explicitam a adesão à referida norma. No que se refere a diferenças de eficácia entre os programas, verificou-se que as empresas que adotam, explicitamente, o modelo prescrito pela OSHA são mais eficazes do que as empresas que adotam outros modelos. Observa-se, também, uma ligeira vantagem de eficácia das empresas de capital não-nacional sobre as empresas de capital nacional, embora os testes de significância não validem essa diferença.

ABSTRACT

This paper describes a survey on 16 plants at Polo Camaçari/BA that process harmful products. The study aimed to evaluate the Programs of Process Security of the plants related to the OSHA standard (*Occupational Safety and Health Administration*). Two objectives have been placed by the authors: a) evaluate the character and intensity of the practices and b) verify eventual differences of efficacy among the programs measured respectively as accident reduction and incident reduction. The results show that most of the plants follow in some ways OSHA standard prescriptions. With respect to differences among the plants it was observed that plants following OSHA standard seem to show much efficacy than the other ones. Multinational plants present also much efficacy but that could not be proved by statistical significance tests.

Keywords: Process security; security management; chemical and petrochemical plants; petrochemical clusters.

RESUMEN

Este artículo describe una investigación en 16 empresas químicas y petroquímicas del Polo Industrial de Camaçari-BA las cuales procesan productos peligrosos. La finalidad fue evaluar sus programas de gestión de seguridad de procesos, con respecto a la norma OSHA del gobierno americano para seguridad de procesos. Dos objetivos han sido colocados: a) evaluar la naturaleza e intensidad de las prácticas y b) verificar eventuales

diferencias em la eficacia de los programas com base en reduccion de accidentes y incidencias. Los resultados han demostrado que la mayor parte de las empresas sigue la norma OSHA. En cuanto a las diferencias entre empresas se percibe que aquellas que siguen OSHA son más eficaces (menos accidentes/menos incidencias). Empresas multinacionales son igualmente más eficaces pero sin peso estadístico.

Palavras-clave: Seguridad de procesos; gestión de seguridad; empresas químicas/petroquímicas; polos industriales.

1 INTRODUÇÃO

Grandes acidentes deixaram marcas na história das indústrias química e petroquímica. As décadas de 80 e 90 do século passado testemunharam um crescimento inusitado desses eventos, resultando em perdas de vidas, grandes prejuízos patrimoniais e impactos ambientais adversos, tudo em proporções nunca registradas anteriormente. As consequências dos acidentes vêm sendo cada vez mais severas, em razão do aumento sistemático dos inventários de produtos perigosos nas plantas industriais, que procuram dar resposta ao crescimento dos mercados por meio do processamento de quantidades cada vez maiores de materiais. O acidente de Bhopal, na Índia, em 23 de dezembro de 1984, é um marco assustador na história da indústria química, quando um vazamento de água para um tanque de metil isocianato provocou uma violenta reação descontrolada, com emissão de grande quantidade de gases tóxicos para a atmosfera. O evento resultou na morte de cerca de quatro mil pessoas e deixou quatrocentos mil feridos. Embora o acidente de Bhopal seja, pelas proporções, um caso isolado, o referido evento, juntamente com outros acidentes da indústria de produção contínua, sinalizaram para a necessidade da implantação de formas mais eficazes de gerenciamento de segurança de processos, conduzidas em bases sistêmicas e vistas como efetivo suporte às tecnologias de produção.

O Pólo Industrial de Camaçari, na Bahia, localizado na Região Metropolitana de Salvador reúne, atualmente, cerca de sessenta empresas de diversos segmentos, como químico, petroquímico, automotivo, metalúrgico, celulose e outros. Dessas empresas, aproximadamente a metade está constituída de grandes plantas químicas e petroquímicas, estas últimas pertencentes às chamadas primeira e segunda gerações de processamento de produtos de petróleo, sendo, portanto, plantas de grande porte, que transformam e movimentam grandes quantidades de produtos classificados como perigosos. O Pólo fica a cinco quilômetros do município de Camaçari e a sete quilômetros do município de Dias D'Ávila, ambos no entorno de Salvador, perfazendo uma população total de 250.000 habitantes, o que representa um denso contingente de pessoas vivendo nas proximidades do complexo, em área passível de ser atingida por grandes vazamentos de produtos perigosos.

O Pólo de Camaçari iniciou suas operações em 1978 e, desde então, não registrou qualquer evento significativo que afetasse a comunidade circunvizinha. Foram realizadas duas abrangentes análises de riscos (Appolo 1 e Appolo 2), coordenadas pelo Comitê de Fomento Industrial de Camaçari (COFIC), a primeira delas em 1993 e a última entre 2002 e 2003. Essas análises de riscos deixaram sua contribuição para o aprimoramento da segurança de processo das empresas que participaram daquele esforço.

Entretanto, sabe-se que análise de riscos é apenas uma das componentes de um sistema de gerenciamento de segurança de processo (ARENDRT, 2006). Além disso, ao longo dos últimos anos, modelos de gerenciamento de segurança têm sido otimizados e passaram a fazer parte integrante da tecnologia dos modernos processos industriais contínuos que utilizam ou produzem produtos perigosos. Uma reflexão sobre o estado atual

do gerenciamento de segurança nas empresas do Pólo de Camaçari suscita o questionamento que dá origem ao presente estudo.

Assim, duas perguntas emergem do referido questionamento: (a) qual o perfil das atuais práticas de segurança das empresas químicas e petroquímicas do Pólo, ou seja, qual a natureza e intensidade dos esforços empreendidos por seus Programas de Gerenciamento de Segurança de Processos (PGSPs)?; e (b) existem diferenças de eficácia entre os PGSPs das empresas do Pólo, ou seja, há empresas que se destacam das demais no exercício daquelas ações?

As respostas às questões acima vieram de um estudo feito em uma amostra de empresas dos segmentos químico e petroquímico do Pólo de Camaçari, que será descrito no presente texto. Na avaliação das práticas dos PGSPs das empresas da amostra utilizou-se, como referência, o modelo de gerenciamento de segurança prescrito pela OSHA (*Occupational Safety and Health Administration*), instituição do Governo dos EUA responsável pela normatização de procedimentos para a saúde ocupacional e a segurança de processos. Para aferir as eficácias dos programas, empregou-se a métrica da redução de acidentes e de incidentes nas plantas.

Este artigo consta desta seção introdutória (seção 1), seguida de um breve aporte teórico (seção 2), o qual apresenta as prescrições da OSHA e os posicionamentos de alguns autores que estudam a temática do gerenciamento de segurança. A seção 3 (Metodologia) descreve o delineamento da pesquisa e os tratamentos estatísticos dos dados colhidos. Na seção 4 (Resultados), analisam-se e comentam-se as informações propiciadas pela pesquisa e, finalmente, a seção 5 reúne as conclusões e as contribuições deste trabalho.

2 APORTE TEÓRICO

Por muito tempo, o gerenciamento de riscos foi o foco prioritário dos esforços para a garantia da segurança das plantas que processam produtos perigosos. No Brasil, a justa preocupação com o gerenciamento de riscos ainda está refletida em trabalhos acadêmicos, como os de Alberton (1996), Souza (1995) e Webster (2001). No entanto, a abordagem da segurança operacional das referidas plantas tem evoluído para sistemas mais abrangentes que, além de envolver a análise de riscos, contemplam, ainda, um conjunto amplo de esforços, constituindo o que se denomina *gerenciamento de segurança de processo*. Arendt (2006) ressalta que muitas empresas já vêm aplicando gerenciamento de risco de forma mais abrangente por mais de vinte anos e têm obtido bons resultados na redução de grandes acidentes. Whipple e Pitblado (2010) também mencionam o gerenciamento de risco de forma ampla, visto como um sistema de gestão atualmente utilizado para redução dos grandes acidentes. O *Center for Chemical Process Safety* (CCPS) (2011) e a *International Association of Oil & Gas Producer* (OGP) (2011) vão além, ao adicionar que o gerenciamento de risco robusto tem a configuração de um sistema amplo, necessitando de indicadores de desempenho pró-ativos e reativos para garantir eficácia de desempenho. Tal abordagem está na raiz de alguns modernos sistemas de segurança operacional de plantas, prescritos por entidades de reconhecimento internacional, dentre os quais podem ser citados:

- a) O modelo das Diretivas de Seveso, elaboradas sob o patrocínio da Comunidade Econômica Européia;
- b) O modelo proposto na Norma API 750, intitulada *Recommended Practices for the Management of Process Hazards*, publicada pelo *American Petroleum Institute* (API);

- c) O modelo da Norma EPA – 40 CFR 68, publicada pela *Environmental Protection Agency (EPA)*, no âmbito do seu programa para controle e minimização de consequências de vazamentos de produtos tóxicos;
- d) modelo da *OSHA (Occupational Safety and Health Administration)* para produtos perigosos.

Pela sua abrangência, rigor e enfoque gerencial, o modelo da OSHA ganhou grande repercussão internacional e foi adotado, no presente estudo, como referência para avaliação empírica dos programas de gerenciamento de segurança de processo da amostra de empresas do Pólo de Camaçari. O modelo da OSHA contém quatorze elementos, que configuram práticas ou esforços voltados para o objetivo de manter a operação do processo a salvo de acidentes e/ou incidentes. A seguir, encontram-se descritos os elementos do modelo OSHA, acrescidos de referências a autores que legitimam as exigências neles contidas.

a) Informações de segurança de processo

Esse elemento prescreve o fornecimento de todas as informações de segurança do processo às pessoas envolvidas na sua operação (incluindo dados sobre equipamentos, materiais utilizados e cinética de reações), para que as mesmas conheçam os seus riscos e saibam eliminá-los e/ou controlá-los. Balakrishnan (2004), *Center for Chemical Process Safety-CCPS* (1995), Asfahl (2004), Hassan e outros (2010), e Whipple e Pitblado (2010) destacam a importância do adequado fornecimento das informações de segurança de processo.

b) Análise de riscos de processo

A OSHA (2012) recomenda a prática estruturada e sistemática da análise de riscos de processo, de forma a permitir a identificação e avaliação dos riscos de um processo com produtos perigosos. Mitchison e Porter (1998) e Rangarajan (2004) reforçam a importância da análise de riscos. Baybutt (2012) acrescenta que realizar apenas uma metodologia de análise de risco pode fornecer informações insuficientes e por isso é importante a avaliação das camadas de proteção por meio da metodologia LOPA (*Layer of Protection Analysis*). Campa e Gómez (2010) destacam a importância da metodologia de análise de risco denominada de HAZOP (*Hazard and Operability*) para contribuir na análise das camadas de proteção e, daí, encontrar os sistemas instrumentados de segurança (SIS) e os seus níveis de integridade de segurança (SIL), no intuito de fortalecer ainda mais a segurança dos processos industriais.

c) Procedimentos operacionais

Conforme Mitchison e Porter (1998), os procedimentos operacionais são fundamentais para a operação segura de uma planta industrial. Bird, Germain e Clark (2003) acrescentam que os referidos procedimentos mostram como realizar uma tarefa do início ao fim, detalhando-se cada passo, com o propósito de garantir a sua execução de maneira apropriada e segura. A norma da OSHA (2012) salienta que os procedimentos relacionados com cada tarefa necessitam ser claros, consistentes e - não menos importante - precisam ser adequadamente comunicados aos operadores. Whipple e Pitblado (2010) enfatizam que procedimentos são ferramentas importantes na segurança de processo, para que se obtenha uma contínua redução de risco.

d) Participação dos empregados no PGSP

A OSHA (2012) considera importante a participação dos empregados na implantação do Programa de Gerenciamento de Segurança de Processo. Primeiro, pela contribuição que eles podem trazer ao programa; segundo, pelo maior envolvimento em segurança, durante as atividades do processo. A participação dos operadores de processos industriais nos programas de gerenciamento de segurança de processo é importante, também, porque eles são as principais fontes de informações para melhoramento do sistema de gerenciamento (ARENDRT, 2006).

e) Realização de Treinamentos

A OSHA (2012) e Arendt (2006) ressaltam que a realização de um programa efetivo de treinamento é um dos passos mais importantes que uma empresa toma para aumentar a segurança dos processos. Walter (2002), Center for Chemical Process Safety - CCPS (2001) e Baker (2007) enfatizam que para se obter excelência em segurança operacional é fundamental adotar algumas práticas, dentre elas destaca-se o treinamento para todos os empregados envolvidos.

f) Procedimentos de Segurança para Contratados

Contratados são funcionários que não pertencem ao quadro próprio da empresa contratante, porém trabalham nas dependências desta última. A OSHA (2012) destaca que em uma planta que lida com produtos perigosos é necessário considerar que todas as tarefas deverão ser executadas com segurança, tanto aquelas realizadas por funcionários próprios, quanto as executadas por contratados. A mencionada organização considera que é obrigação da empresa contratante a adoção de procedimentos de segurança para empregados contratados, bem como a verificação do cumprimento dos mesmos. Baker (2007) menciona que os procedimentos de segurança relacionados aos contratados são meios eficazes na prevenção de acidentes com produtos perigosos.

g) Revisão de segurança de pré-partida

A OSHA (2012) menciona que antes de introduzir-se qualquer produto perigoso no processo deverá ser feita uma revisão de segurança. Em adição, um Programa de Gerenciamento de Segurança de Processo deve requerer que uma revisão de segurança antes da partida (pré-partida) seja realizada para novas instalações e para instalações modificadas. Arendt (2006) destaca que a execução das ações provenientes de revisões de segurança de pré-partida ajudam a aumentar a eficácia do gerenciamento do risco na prevenção de acidentes.

h) Integridade mecânica de equipamentos críticos

A OSHA (2012) afirma que, para garantir-se a integridade mecânica e a isenção de falhas dos equipamentos considerados críticos, procedimentos de inspeções preditivas e preventivas deverão ser estabelecidos. Fernandez (2004) e Bird, Germain e Clark (2003) sugerem realizar-se inspeção planejada para itens críticos. Ainda na mesma linha de pensamento, Ternowchek e Deonarine (2010) enfatizam a utilização de ondas ultrassônicas e testes de partículas magnéticas fluorescentes úmidas para aperfeiçoar a avaliação de tanques críticos para certos processos.

i) Permissão para trabalho a quente

Trabalhos a quente são aqueles trabalhos que provocam faísca, chama aberta ou aquecimento a um nível de temperatura igual ou maior que o ponto de ignição dos produtos existentes na unidade operacional. Conforme a OSHA (2012), uma permissão de trabalho deverá ser emitida sempre que seja efetuado um trabalho a quente na área operacional ou perto dela. Asfahl (2004) contribui para reforçar a importância de permissões para trabalhos a quente, quando argumenta que faíscas de soldas são os principais fatores de risco para a ignição de produtos inflamáveis.

j) Gerenciamento de mudanças

Mudanças realizadas nos processos e instalações provavelmente tornam sem efeito as avaliações de riscos feitas anteriormente. Diante disto, a OSHA (2012) recomenda que, ao realizar-se mudanças no processo, a planta disponha de um sistema de gerenciamento para garantir o mesmo padrão de segurança que a instalação tinha antes da realização da mudança. Bell e Healy (2006) dizem que há evidências, de acordo com casos estudados, de que muitos acidentes têm ligações com mudanças organizacionais que podem resultar na perda do conhecimento tecnológico adquirido, o que aumentaria o potencial de acidentes. Baker (2007) enfatiza a importância do gerenciamento de mudanças, pois, um dos fatores contribuintes para o acidente da *British Petroleum*, em 2005, foi a instalação de um container dentro da área operacional para alojamento de pessoas, sem a avaliação adequada dos riscos.

k) Investigação de incidentes e acidentes

A OSHA (2012) considera que a investigação de incidentes e acidentes é um elemento fundamental para o programa de Gerenciamento de Segurança de Processo. Para tanto, deverão ser estabelecidos procedimentos para identificar as causas-raízes daqueles eventos, a fim de que sejam implantadas as medidas preventivas, no intuito de evitar a recorrência dos mesmos. Doggett (2005) afirma que se a causa-raiz não for identificada, simplesmente serão corrigidos apenas os sintomas e o evento poderá ocorrer novamente.

l) Plano de resposta a emergências

Mesmo aplicando-se o programa de Gerenciamento de Segurança de Processo integralmente, é possível que ocorra um acidente. Por isso, a OSHA (2012) considera importante a existência de um plano de resposta a emergências, a fim de deixar os empregados atentos e prontos para executar as ações adequadas, no caso da ocorrência de um acidente. Fazem parte do planejamento de resposta a emergências os treinamentos e exercícios simulados.

m) Auditorias do PGSP

A OSHA (2012) considera, ainda, que para garantir a eficácia do Programa de Gerenciamento de Segurança de Processo é necessário que se implante um sistema de avaliação sistemática de todo o programa, na forma de auditorias, com a frequência de, pelo menos, uma vez a cada três anos. Isto garantiria que os procedimentos desenvolvidos para o programa estarão adequados e serão seguidos.

n) Proteção dos segredos das informações

Por fim, a OSHA (2012) prescreve que o empregador tem o direito de proteger as informações de seu interesse, requerendo, das pessoas que recebem informações no âmbito do programa de gerenciamento de segurança de processo, a preservação das referidas informações, inclusive na forma de acordos formais de confidencialidade.

3 METODOLOGIA

As respostas às perguntas do presente estudo foram dadas com a realização dos seguintes objetivos de pesquisa:

- a) avaliar a natureza e intensidade das práticas e esforços dos programas de gerenciamento de segurança de processo (PGSPs) de uma amostra de empresas químicas e petroquímicas do Pólo de Camaçari; e
- b) averiguar eventuais diferenças de eficácia entre os programas das empresas investigadas, tendo como indicadores de eficácia as reduções de acidentes e de incidentes.

Para a consecução destes objetivos, foi seguido o procedimento metodológico cujo resumo está descrito à continuação.

3.1 A amostra

Nos registros do Comitê de Fomento Industrial de Camaçari (COFIC) foram identificadas 27 empresas dos segmentos químico e petroquímico implantadas no Pólo Industrial de Camaçari, para cada uma das quais foi encaminhado um questionário onde seriam registrados os dados que comporiam a descrição de práticas e esforços dos PGSPs, permitindo-se, por tratamento subsequente dos referidos dados, averiguar eventuais diferenças entre os PGSPs das empresas respondentes. Os pesquisadores receberam, em retorno, 17

questionários preenchidos, um índice de respostas (63%), considerado alto para este tipo de investigação. Um dos questionários respondidos foi descartado por falhas no preenchimento, de modo que a amostra utilizada neste trabalho terminou composta por 16 empresas.

Embora pequena do ponto de vista absoluto, supõe-se que a referida amostra é razoavelmente representativa do universo das empresas químicas e petroquímicas do Pólo e atende aos objetivos deste estudo, porque: (a) contém mais de 50% da população objeto do estudo; (b) as empresas da amostra processam produtos perigosos; e (c) por comparação com os registros do COFIC, trata-se das maiores unidades industriais daqueles segmentos instaladas no Pólo, convergindo com o interesse em avaliar programas de plantas que processam grandes volumes de produtos perigosos.

3.2 O instrumento de pesquisa

Utilizou-se, como instrumento para a coleta dos dados, um questionário segmentado em três partes, cada uma das quais contendo dados e informações resultantes da percepção do respondente, conforme se descreve a seguir.

Na primeira parte do questionário, o respondente forneceu as seguintes informações sobre a sua empresa: ramo de atividade (químico ou petroquímico); grau de risco da operação (conforme Norma NR4 do Ministério do Trabalho); porte (avaliado pelo número de empregados); origem do capital (nacional ou não-nacional); e adesão explícita aos padrões da OSHA (por indicação do respondente, entre as alternativas “sim” ou “não”).

Na segunda parte, o respondente avaliou a eficácia do programa de gerenciamento de segurança de processo de sua empresa (PGSP), respectivamente, quanto à redução de acidentes e de incidentes, por intermédio de uma escala ordinal de graduação, do tipo Likert, com 5 pontos (1 a 5), de acordo com a seguinte correspondência: **1** → redução de 1% a 19%; **2** → redução de 20% a 39%; **3** → redução de 40% a 59%; **4** → redução de 60% a 79%; e **5** → redução de 80% a 100%.

Finalmente, na terceira parte do questionário, solicitou-se que fossem aferidos cada um dos 14 elementos do modelo de gerenciamento de segurança de processo prescrito pela OSHA, de acordo com a percepção que o respondente tinha da sua real implantação na empresa. Para cada elemento, fez-se uma correspondente descrição afirmativa, evidenciando que o mesmo achava-se plenamente implantado na empresa investigada. Na aferição da afirmativa, foi utilizada uma escala de Likert, com 7 pontos (1 a 7), em que a posição **1** significava discordância total quanto à implantação do elemento na empresa; e a posição **7** significava concordância total com a mesma. As posições entre 1 e 7, ou seja, os pontos **2, 3, 4, 5 e 6**, ofereciam cinco possibilidades gradativas intermediárias para o pronunciamento do respondente quanto ao grau de realização das práticas e esforços prescritos em cada um dos 14 elementos da OSHA.

Os questionários foram respondidos por gerentes de segurança das empresas da amostra e, nos poucos casos em que tal não ocorreu, os respondentes eram profissionais com suficiente conhecimento dos respectivos programas de gerenciamento de segurança de processos.

3.3 Verificação da normalidade das variáveis que medem eficácia

Para o tratamento estatístico dos dados coletados, utilizou-se o programa SPSS, versão 13.0 para *Windows*. Inicialmente, empregou-se o teste de Kolmogorov-Smirnov, para investigar o grau de normalidade dos dois conjuntos de variáveis que medem a eficácia dos PGSPs, com o objetivo de decidir-se quanto ao emprego de tratamentos estatísticos paramétricos (caso de variáveis com distribuição normal) ou não-paramétricos (caso de variáveis com distribuição não-normal). Como resultado do referido teste, as variáveis apresentaram o seguinte comportamento:

- a) A variável que mede a eficácia pela redução de acidentes não seguia a distribuição normal, portanto, nas posteriores verificações de diferenças entre empresas, aplicou-se, para a mesma, tratamento por estatística não-paramétrica nas verificações de diferenças entre empresas (prova U de Mann-Whitney); e
- b) A variável que mede a eficácia pela redução de incidentes segue a distribuição normal, recebendo, por consequência, tratamento por estatística paramétrica nas verificações de diferenças entre empresas (prova t de Student).

3.4 Aferição do grau de aproximação dos programas com os elementos da OSHA

Como foi dito, a natureza e intensidade das práticas e esforços dos programas de gerenciamento de segurança de processo (PGSPs) da amostra foram aferidas pelo grau de aproximação com os elementos da OSHA. Para tanto, utilizou-se a estatística descritiva das frequências das respostas, destacando-se, para as aferições, os percentuais de pontuações no extremo superior da escala, representado pelas posições 6 e 7. Considerou-se que o somatório das frequências destas duas pontuações refletia adesão ao cumprimento pleno (ou praticamente pleno) do elemento da OSHA considerado.

3.5 Verificações de diferenças de eficácia entre os programas

Conforme previamente estabelecido, a eficácia foi medida por dois indicadores: a redução de acidentes e a redução de incidentes. Para identificar diferenças entre as empresas, quanto aos referidos indicadores, a amostra foi segmentada, de cada vez, em dois grupos, pelos três seguintes fatores de corte: (a) adesão explícita aos padrões da OSHA (grupo de 8 empresas que seguem o modelo da OSHA *versus* grupo de 8 empresas que seguem outros modelos); (b) setor de atividade a que as empresas pertencem (grupo de 7 empresas do setor químico *versus* grupo de 9 empresas do setor petroquímico); e (c) origem do capital (grupo de 6 empresas nacionais *versus* grupo de 10 empresas não-nacionais).

Sabe-se que ocorrem diferenças estatisticamente significativas entre dois grupos quando os dados da variável considerada para cada grupo forem provenientes de distribuições diferentes. Em todos os casos de verificação de diferenças de eficácia entre os programas, utilizou-se um nível de significância de 5% (0.05), aplicando-se, conforme já mencionado, a prova U de Mann-Whitney para a eficácia medida a partir da redução de acidentes e a prova t de Student para a eficácia medida a partir da redução de incidentes.

3.6 Limitações metodológicas

O questionário foi submetido a um pré-teste com três especialistas em segurança que atuam em empresas da amostra, o que resultou no aprimoramento do instrumento. Mesmo assim, como as informações foram obtidas com base nas percepções dos indivíduos que responderam ao questionário, as mesmas podem conter vieses, em face de interpretações e julgamentos introduzidos pelos respondentes. Outra limitação diz respeito ao critério de amostragem empregado, que, embora observe os cuidados com o percentual de empresas investigadas e com o porte das mesmas, não foi validado estatisticamente.

4 RESULTADOS

4.1 O perfil das práticas e esforços dos PGSPs das empresas do Pólo de Camaçari

Conforme a Tabela 1, conclui-se que cerca de 81% dos respondentes (13 empresas) atribuíram pontuações 6 ou 7 à disponibilidade de informações de segurança de processo, o que é considerado expressivo. Assim, parece que a maioria das empresas disponibiliza informações técnicas para as pessoas que mantêm contato com o processo.

Observando-se a Tabela 2, percebe-se que 87,5% dos respondentes pontuaram com 6 ou 7 a afirmativa que reflete a realização de análises de risco. Desse modo, entende-se que a grande maioria das empresas (14 empresas) utiliza, com intensidade relativamente alta, metodologias de análises de risco de processos.

Tabela 1 – Disponibilidade de Informações de segurança de processo

| Pontuação | Frequência | Percentual |
|-----------|------------|------------|
| 2 | 1 | 6,3 |
| 5 | 2 | 12,5 |
| 6 | 3 | 18,8 |
| 7 | 10 | 62,5 |
| Total | 16 | 100,0 |

Tabela 2 — Análises de risco de processo

| Pontuação | Frequência | Percentual |
|-----------|------------|------------|
| 2 | 1 | 6,3 |
| 4 | 1 | 6,3 |
| 6 | 2 | 12,5 |
| 7 | 12 | 75,0 |
| Total | 16 | 100,0 |

Pela Tabela 3, vê-se que um pouco mais de 81% dos respondentes (13 empresas) afirmam seguir procedimentos operacionais adequados para o gerenciamento de segurança de processo (pontuações 6 ou 7).

Os dados da Tabela 4 são mais dispersos: cerca de 69% dos respondentes (11 empresas) atribuíram pontuações 6 ou 7 à variável “participação no PGSP”, refletindo que, na maioria das empresas, os funcionários

participam plenamente do programa. Por outro lado, extrai-se que cerca de 31% dos respondentes (5 empresas) atribuíram àquela variável pontuações 2, 3, 4 ou 5, revelando a existência expressiva de empresas que não envolvem plenamente os empregados nos assuntos relacionados à segurança de processo.

Tabela 3 – Procedimentos operacionais

| Pontuação | Frequência | Percentual |
|-----------|------------|------------|
| 4 | 1 | 6,3 |
| 5 | 2 | 12,5 |
| 6 | 2 | 12,5 |
| 7 | 11 | 68,8 |
| Total | 16 | 100,0 |

Tabela 4 – Participação dos empregados no PGSP

| Pontuação | Frequência | Percentual |
|-----------|------------|------------|
| 2 | 1 | 6,3 |
| 3 | 1 | 6,3 |
| 4 | 2 | 12,5 |
| 5 | 1 | 6,3 |
| 6 | 6 | 37,5 |
| 7 | 5 | 31,3 |
| Total | 16 | 100,0 |

A Tabela 5 permite dizer que cerca de 75% dos respondentes concordam com a existência de programas satisfatórios de treinamentos para pessoas expostas aos riscos (pontuações 6 ou 7). Esta percepção está presente em 12 das 16 empresas consultadas.

Quanto aos procedimentos de segurança para os contratados (Tabela 6), conclui-se que 75% dos respondentes atribuíram pontuação 6 ou 7 àquele item, o que leva a entender que, em sua maioria (12 empresas), as empresas da amostra, enquanto contratantes, possuem procedimentos de segurança para os contratados.

Tabela 5 – Realização de treinamentos

| Pontuação | Frequência | Percentual |
|-----------|------------|------------|
| 3 | 2 | 12,5 |
| 4 | 2 | 12,5 |
| 6 | 3 | 18,8 |
| 7 | 9 | 56,3 |
| Total | 16 | 100,0 |

Tabela 6 – Procedimentos de segurança para contratados

| Pontuação | Frequência | Percentual |
|--------------|------------|--------------|
| 2 | 1 | 6,3 |
| 3 | 2 | 12,5 |
| 5 | 1 | 6,3 |
| 6 | 4 | 25,0 |
| 7 | 8 | 50,0 |
| Total | 16 | 100,0 |

A Tabela 7, abaixo, revela que 11 empresas (cerca de 69% dos respondentes) atribuíram pontuação 6 ou 7 para a prática de revisão de segurança de pré-partida. Observa-se que cerca de 31% dos respondentes atribuíram pontuações menores (1, 3 ou 5) ao elemento em questão, inferindo-se que 5 das 16 empresas da amostra não praticam revisões de segurança de pré-partida na plenitude prescrita pela OSHA.

No que diz respeito aos procedimentos para a integridade mecânica de equipamentos críticos (Tabela 8), tem-se que, pelas respostas de 87,5% dos profissionais consultados (14 empresas), os referidos procedimentos estão sendo aplicados em grau compatível com as prescrições da OSHA (pontuações 6 ou 7). Destaque-se que as 2 outras empresas atribuíram pontuação 5 àquele elemento, fazendo ver que, em geral, o mesmo é bem observado nas empresas da amostra.

Tabela 7 – Revisão de segurança de pré-partida

| Pontuação | Frequência | Percentual |
|--------------|------------|--------------|
| 1 | 1 | 6,3 |
| 3 | 1 | 6,3 |
| 5 | 3 | 18,8 |
| 6 | 2 | 12,5 |
| 7 | 9 | 56,3 |
| Total | 16 | 100,0 |

Tabela 8 – Integridade mecânica de equipamentos críticos

| Pontuação | Frequência | Percentual |
|--------------|------------|--------------|
| 5 | 2 | 12,5 |
| 6 | 4 | 25,0 |
| 7 | 10 | 62,5 |
| Total | 16 | 100,0 |

Extraí-se, da Tabela 9, que 100% dos respondentes (todas as empresas) deram pontuação 6 ou 7 ao elemento que prescreve a permissão para trabalho a quente, sendo que 15 das 16 empresas atribuíram, ao mesmo, pontuação máxima. Assim, entende-se que as empresas da amostra aparentemente garantem que os

trabalhos a quente são precedidos por uma permissão de execução, no intuito de avaliar e controlar os riscos envolvidos.

A Tabela 10 aponta que aproximadamente 63% dos respondentes (10 empresas) pontuaram o item de gerenciamento de mudanças com 6 ou 7. Em outra leitura, vê-se que 37,5% dos respondentes atribuíram pontuação 3 ou 5 àquele item, indicando que 6 das 16 empresas investigadas não possuem procedimentos de gerenciamento de mudanças plenos.

Tabela 9 – Permissão para trabalho a quente

| Pontuação | Frequência | Percentual |
|-----------|------------|------------|
| 6 | 1 | 6,3 |
| 7 | 15 | 93,8 |
| Total | 16 | 100,0 |

Tabela 10 – Gerenciamento de mudanças

| Pontuação | Frequência | Percentual |
|-----------|------------|------------|
| 3 | 2 | 12,5 |
| 5 | 4 | 25,0 |
| 6 | 3 | 18,8 |
| 7 | 7 | 43,8 |
| Total | 16 | 100,0 |

Pela Tabela 11, conclui-se que 100% dos respondentes pontuaram com 6 ou 7 o item referente à investigação de incidentes e acidentes, sendo que 14 das 16 empresas foram pontuadas com nota máxima. Assim, entende-se que a totalidade das empresas investigadas adota procedimentos plenos (ou praticamente plenos) para a investigação de acidentes e incidentes.

Ao analisar-se a Tabela 12, percebe-se que quase 88% dos respondentes (14 empresas) atribuíram pontuação 6 ou 7 à existência de planos adequados para dar resposta a emergências, o que pode ser considerado um percentual alto. Assim, parece que, de um modo geral, as empresas da amostra observam aquele elemento da OSHA, visto que as 2 empresas restantes atribuíram pontuação 5 ao mesmo, reforçando a ideia de que o referido elemento é relativamente bem aplicado.

Tabela 11 – Investigação de incidentes e acidentes

| Pontuação | Frequência | Percentual |
|-----------|------------|------------|
| 6 | 2 | 12,5 |
| 7 | 14 | 87,5 |
| Total | 16 | 100,0 |

Tabela 12 – Plano de resposta a emergências

| Pontuação | Frequência | Percentual |
|-----------|------------|------------|
| 5 | 2 | 12,5 |
| 6 | 3 | 18,8 |
| 7 | 11 | 68,8 |
| Total | 16 | 100,0 |

Conforme a Tabela 13, abaixo, cerca de 69% dos respondentes atribuíram pontuação 6 ou 7 à existência de auditorias sistemáticas dos programas de gerenciamento de segurança de processo. Assim, entende-se que mais da metade da amostra (11 empresas) possui sistema de auditoria dos elementos do PGSP. Por outro lado, é possível também extrair que 31% dos respondentes atribuíram graus de concordância 2, 4 ou 5, indicando que existem 5 empresas que não possuem sistemas de auditorias plenamente implantados.

Por fim, da análise da Tabela 14 percebe-se que 87,5% dos respondentes (14 empresas da amostra de 16) atribuíram pontuação 6 ou 7 ao item que trata da proteção dos segredos das informações, o que pode ser considerado um percentual relativamente alto. Assim, entende-se que, de uma forma geral, as empresas observam aquele elemento da OSHA.

Tabela 13 – Auditorias do PGSP

| Pontuação | Frequência | Percentual |
|-----------|------------|------------|
| 2 | 1 | 6,3 |
| 4 | 2 | 12,5 |
| 5 | 2 | 12,5 |
| 6 | 1 | 6,3 |
| 7 | 10 | 62,5 |
| Total | 16 | 100,0 |

Tabela 14 – Proteção dos segredos das informações

| Pontuação | Frequência | Percentual |
|-----------|------------|------------|
| 3 | 1 | 6,3 |
| 5 | 1 | 6,3 |
| 6 | 4 | 25,0 |
| 7 | 10 | 62,5 |
| Total | 16 | 100,0 |

4.2 Diferenças de eficácia entre empresas que adotam o modelo da OSHA e empresas que adotam outros modelos

O grupo de empresas que possui programa de gerenciamento de segurança de processo baseado no padrão OSHA (8 empresas) obteve resultados de eficácia na redução de acidentes significativamente mais altos do que o grupo de empresas (igualmente, 8 empresas) que não possui o programa baseado no padrão OSHA. O

teste de Mann-Whitney mostra essa diferença (Tabela 15), por intermédio da média dos postos para o primeiro grupo (11,38) e para o segundo grupo (5,63). O nível de significância do teste foi de 0,015 (Tabela 16), indicando que a probabilidade desse resultado ter ocorrido devido a um erro amostral é de apenas 1,5%, compatível, portanto, com o erro admissível de 5% estabelecido previamente.

Tabela 15 – Teste Mann-Whitney

OSHA vs. Acidentes

| Possui OSHA? | N | Md. dos postos | Soma dos Postos |
|--------------|----|----------------|-----------------|
| Não | 8 | 5,63 | 45 |
| Sim | 8 | 11,38 | 91 |
| Total | 16 | | |

Tabela 16 – Teste Mann-Whitney –

Estadística do teste - OSHA vs. Acidentes

| Estatísticas do Teste ^b | |
|------------------------------------|--------|
| Mann-Whitney U | 9,000 |
| Wilcoxon W | 45,000 |
| Z | -2,688 |
| Sig. Exata [2 (unilateral)] | 0,015 |

Quando a eficácia foi expressa em termos de redução de incidentes, o grupo de empresas que possui programa de gerenciamento de segurança de processo baseado no padrão OSHA também obteve resultados mais altos do que o grupo que não adota aquele padrão. O teste t-de Student mostra essa diferença (Tabela 17), em que a média do primeiro grupo é 3,88 e a do segundo grupo é 2,13. O módulo da diferença de médias entre os dois grupos de empresas foi de 1,75 (Tabela 18), encontrando-se no intervalo de confiança de 0,90 a 2,60. O nível de significância do teste ($p = 0,001$), sendo menor que o erro admissível de 5% (0,05) confirma que a diferença é significativa, portanto, as empresas que adotam programas de gerenciamento de segurança de processo baseados no padrão OSHA têm maior redução de incidentes que aquelas que não adotam o referido padrão.

Tabela 17 – Teste t –OSHA vs. Incidentes

| Estatísticas dos grupos | | | |
|-------------------------|---|-------|---------------|
| Possui OSHA? | N | Média | Desvio Padrão |
| Não | 8 | 2,13 | 0,991 |
| Sim | 8 | 3,88 | 0,354 |

Tabela 18 – Teste t – Teste de amostras independentes OSHA vs. Incidentes

| Teste de Amostras Independentes | | | | |
|------------------------------------|------------|-----------------|----------------------------|--------|
| Teste t para a Igualdade de Médias | | | | |
| t | Sig (Bil.) | Dif. das Médias | IC de 95% para a Diferença | |
| -4,704 | 0,001 | -1,75 | -2,595 | -0,905 |

4.3 Diferenças de eficácia entre empresas do setor químico e empresas do setor petroquímico

Não há diferença significativa de eficácia - medida pela redução de acidentes - entre empresas dos setores químico e petroquímico. No teste de Mann-Whitney, a média dos postos para as 7 empresas químicas foi 9,0 e para as 9 empresas petroquímicas foi 8,11 (Tabela 19), com um nível de significância de 0,680 (Tabela 20). Portanto, a probabilidade dessa pequena diferença ter ocorrido devido a um erro amostral é de 68%, concluindo-se que empresas químicas e petroquímicas não se diferenciam quanto à eficácia medida pela redução de acidentes.

Tabela 19 – Teste Mann-Whitney

Setor de Atividade vs. Acidentes

| Setor de atividade | N | Md. dos postos |
|--------------------|----|----------------|
| Química | 7 | 9,0 |
| Petroquímica | 9 | 8,11 |
| Total | 16 | |

Tabela 20 – Teste Mann-Whitney

Setor de atividade vs. Acidentes

| Estatísticas do Teste ^b | |
|------------------------------------|--------|
| Mann-Whitney U | 28,000 |
| Wilcoxon W | 73,000 |
| Z | -0,412 |
| Sig Assintótica (Bilateral) | 0,680 |

Resultado semelhante observa-se, também, quando se compara a diferença de eficácia entre os dois grupos de empresas - respectivamente, químicas e petroquímicas - agora medida pela redução de incidentes. A Tabela 21 mostra que, no teste de t-de Student, o grupo de empresas do setor químico obteve média de 2,86 e o do setor petroquímico registrou uma média de 3,11. A Tabela 22 indica que essa pequena diferença não é significativa ($p = 0,678$), pois há, praticamente, 68% de probabilidade da mesma decorrer de um erro amostral.

Tabela 21 – Teste t – Setor de Atividade vs. Incidentes

| Estatísticas dos grupos | | |
|-------------------------|---|-------|
| Setor de Atividade | N | Média |
| Química | 7 | 2,86 |
| Petroquímica | 9 | 3,11 |

Tabela 22 – Teste t – Teste de Amostra Independentes

Setor de Atividade vs. Incidentes

| Teste de Amostras Independentes | | | | |
|------------------------------------|-----------|---------------|----------------------------|------|
| Teste t para a Igualdade de Médias | | | | |
| t | Sig (Bil) | Dif. das Mds. | IC de 95% para a Diferença | |
| -0,424 | 0,678 | -0,254 | -1,538 | 1,03 |

4.4 Diferenças de eficácia entre empresas nacionais e empresas não-nacionais

O teste de Mann-Whitney também não revelou diferenças estatisticamente significativas entre os grupos nacional e não-nacional de empresas da amostra, no que se refere à eficácia medida pela redução de acidentes. A Tabela 23 mostra que o grupo de 10 empresas de capital não-nacional obteve média dos postos de 9,90, enquanto que a média dos postos das 6 empresas de capital nacional foi de 6,17. O nível de significância do teste foi de 0,091 (Tabela 24), apontando que a probabilidade desse resultado ter ocorrido devido a um erro amostral é de 9,1%, superior, portanto, ao erro admissível de 5%. Mesmo assim, os valores tabulados apresentam uma discreta vantagem das empresas não-nacionais sobre as nacionais, no que diz respeito à eficácia medida pela redução de acidentes.

Tabela 23 – Teste Mann-Whitney – Origem Capital vs. Acidentes

| Capital Nacional? | N | Md. dos postos |
|-------------------|----|----------------|
| Não | 10 | 9,90 |
| Sim | 6 | 6,17 |
| Total | 16 | |

Tabela 24 – Mann-Whitney – Estatística do teste

| Origem Capital vs. Acidentes | |
|------------------------------------|--------|
| Estatísticas do Teste ^b | |
| Mann-Whitney U | 16,000 |
| Wilcoxon W | 37,000 |
| Z | -1,690 |
| Sig Assintótica (Bilateral) | 0,091 |

Por fim, os resultados do teste de t-de Student confirmam não haver diferenças entre empresas nacionais e não-nacionais, quanto à eficácia aferida pela redução de incidentes. A Tabela 25 aponta que o grupo das empresas de capital não-nacional obteve média 3,1 e o grupo das empresas de capital nacional registrou uma média de 2,83. A diferença de médias entre os dois grupos de empresas (0,267), vista na Tabela 26, tem significância associada de 0,670, existindo, portanto, uma probabilidade de 67% de erro amostral no teste, incompatível com o erro admissível de 5%.

Tabela 25 – Teste t – Origem Capital vs. Incidentes

| Capital Nacional? | N | Média |
|-------------------|----|-------|
| Não | 10 | 3,1 |
| Sim | 6 | 2,83 |

Tabela 26 – Teste t – Teste de Amostra Independentes

| Origem Capital vs. Incidentes | | | | |
|------------------------------------|--------------|-----------------------|-------------------------------|-------|
| Teste de Amostras Independentes | | | | |
| Teste t para a Igualdade de Médias | | | | |
| t | Sig (Bil) | Dif. das Médias | IC de 95% para a Diferença | |
| 0,235 | 0,67 | 0,267 | -1,048 | 1,582 |

5 CONCLUSÕES E CONTRIBUIÇÕES DA INVESTIGAÇÃO

Quanto à natureza e intensidade das práticas e esforços dos programas de gerenciamento de segurança de processo (PGSPs) das empresas químicas e petroquímicas do Pólo de Camaçari, constatou-se que a maioria das empresas da amostra do estudo adere ao conjunto dos elementos da norma da OSHA, mesmo aquelas que não explicitam a adesão à referida norma. Embora a norma atribua igual relevância a todos os seus elementos, não discriminando elementos de maior ou de menor importância relativa, observou-se, na presente investigação, que não há uniformidade de adesão aos referidos elementos. Assim, os elementos com cumprimento pleno **mais difundidos** na amostra são: a **permissão para trabalho a quente**; e a **investigação de incidentes e acidentes**.

Por outro lado, os elementos com cumprimento pleno **menos difundidos** são: a **participação dos empregados no PGSP**; a **revisão de segurança de pré-partida**; o **gerenciamento de mudanças**; e as **auditorias do PGSP**.

Os elementos que possuem maior adesão estão fundados na tradição, fazem parte de ações indispensáveis à segurança das plantas, podendo estar, de certa maneira, desvinculados de ações gerenciais sistêmicas.

Observando-se os elementos menos pontuados, conclui-se que a fraca participação dos empregados na gestão dos programas pode refletir características de gestão centralizada e pouco participativa nas empresas observadas. A pouca ênfase no gerenciamento de mudanças e nas revisões de pré-partida aponta para um possível relaxamento nas práticas que recomendam verificações destinadas a garantir que, após modificações na planta, os níveis de segurança se mantenham. Por fim, a baixa difusão da prática de auditorias formais dos programas pode revelar que o enfoque sistêmico do gerenciamento de segurança apresenta espaço para melhoria. Surge, aqui, uma oportunidade para que estudos posteriores possam investigar, em profundidade, esse comportamento geral observado nas empresas do Pólo de Camaçari e explicar suas causas.

No que se refere a diferenças de eficácia entre os programas das empresas investigadas, tendo como indicadores as reduções de acidentes e de incidentes, verificou-se que as empresas que adotam, explicitamente, o modelo da OSHA são mais eficazes que as empresas que adotam outros modelos, visto que aquelas reduziram, tanto acidentes quanto incidentes, de maneira mais intensa. Essa constatação fornece argumentos em favor da adoção do padrão da OSHA, provavelmente por sua maior abrangência e caráter sistêmico, quando comparado com outros padrões.

Quanto à eficácia na redução específica de acidentes, embora sem comprovação estatística, não se pode desconsiderar por completo a ligeira vantagem das empresas de capital não-nacional sobre as empresas de capital nacional, surgindo, daí, mais um foco de investigação para novos estudos.

Artigo submetido para avaliação em 06/09/2009 e aceito para publicação em 05/11/2012

REFERÊNCIAS

ALBERTON, A. **Uma Metodologia para Auxiliar no Gerenciamento de Riscos e na Seleção de Alternativas de Investimentos em Segurança**. Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina para obtenção do grau de mestre em Engenharia de Produção. Florianópolis, 1996. Disponível em: <http://www.eps.ufsc.br/disserta96/anete/index/indx_ane.htm#index>. Acesso em 18 de nov. 2006.

ARENDRT, S. **Continuously Improving PSM Effectiveness—A Practical Roadmap**. American Institute of Chemical Engineers, Process Safety Progress, Vol.25, No.2, 2006.

ASPHAL, C. R. **Industrial Safety and Health Management**. 5ª ed. New Jersey: Prentice Hall, 2004.
BALAKRISHNAN, R. R. **Losses of the past and Lessons for the future in Industrial Safety and Risk Management**. Department of Chemical Engineering Sri Venkateswara College of Engineering Sriperumbudur India October 8, 2004. Disponível em: <<http://mail.svce.ac.in/~bnedu/Subjects/SAFETY/safety-book.pdf>>. Acesso em: 20 agos. 2006.

BAKER, J. A. **The Report of the BP U.S. Refineries Independent Safety Review Panel**. 2007. Disponível em: <http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/globalbp/globalbp_uk_english/SP/STAGING/local_assets/assets/pdfs/Baker_panel_report.pdf>. Acessado em: 20 jun. 2008.

BAYBUTT, P. **Conducting Process Hazard Analysis to Facilitate Layers of Protection Analysis**. Process Safety Progress, Vol.31, No.. 2012.

BELL, J e HEALEY, N. **The Causes of Major Hazard Incidents and How to Improve Risk Control and Health and Safety Management: A Review of the Existing Literature** Disponível em: <http://www.hse.gov.uk/research/hsl_pdf/2006/hsl06117.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2007.

BENDURE, A. O. **Readiness Reviews: Key to Successfully Implementing Enterprise Systems**. Sandia National Laboratories PO Box 5800Albuquerque, NM 87185-087, 1999. Disponível em: <<http://www.osti.gov/bridge/servlets/purl/5918-0dLfvN/webviewable/5918.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2007.

BIRD, Frank E. Jr; GERMAIN, George L; CLARK, M.D.. **Practical Loss Control Leadership**, 3rd ed. Georgia: Det Norske Veritas, 2003.

CAMPA, H. J. C. e GÓMEZ, M. J. C. **Determine SIS and SIL Using HAZOPS**. Process Safety Progress, Vol.29, No.1. 2010.

CCPs – Center for Chemical Process Safety. **Layer of Protection Analysis**. New York, American Institute of Chemical Engineers, 2001.

CCPs - Center for Chemical Process Safety. **Guidelines for Process Safety Fundamentals in General Plant Operations**. New York, American Institute of Chemical Engineers, 1995.

CCPs - Center for Chemical Process Safety. **Process Safety Leading and Lagging Metrics**. January, 2011 Disponível em: <http://www.aiche.org/sites/default/files/docs/pages/CCPS_ProcessSafety_Lagging_2011_2-24.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2012.

CLEMENS, P.L. **Guidelines for Writing Operating Procedures**. Jacobs Sverdrup, February 2002. Disponível em: <<http://www.jacobstechnology.com/safety/guidelines.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2007.

DOGGETT, A. M. **Root Cause Analysis: A Framework for Tool Selection**. The American Society for Quality (ASQ), v. 12, n. 4, p. 34-45, 2005.

FERNANDEZ, A. P. **Reliability & Safety in Industrial Safety and Risk Management**, Department of Chemical Engineering Sri Venkateswara College of Engineering Sriperumbudur India October 8, 2004. Disponível em: <<http://mail.svce.ac.in/~bnedu/Subjects/SAFETY/safety-book.pdf>>. Acesso em: 20 agos. 2006.
HAMMER, W. e PRICE, D. **Occupational Safety Management and Engineering**, 5a edição. New Jersey. Printice Hall, 2001.

HASSAN, C.R.C et al. **Quantitative Risk Assessment for the Transport of Ammonia by Rail**. Process Safety Progress, Vol.29, No.1. 2010.

OGP - International Association of Oil & Gas Producer. **Process Safety – recommended Practice on Key performance Indicator**. November, 2011. Disponível em: <<http://www.ogp.org.uk/pubs/456.pdf>>. Acesso em: 10 mai. 2012.

MITCHISON, N. e PORTER, S. Guidelines on a Major Accident Prevention Policy and Safety Management System, as required by Council Directive 96/82/EC (SEVESO II), 1998 ISBN 92-828-4664-4, EUR 18123 EN. Disponível: <<http://mahbsrv.jrc.it/downloads-pdf/smsf.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2007.

Occupational Health and Safety Management System – **Guidelines for the Implementation of OHSAS 18001**. Occupational Health and Safety Assessment Series (OHSAS 18002:2000). BSI, 2002.

OSHA - **Process safety management of highly hazardous chemicals**. March 26, 2012 <http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadis.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9760>. Acesso em: 23 out. 2012.

RANGAJARAN, S. **Hazard Evaluation in Industrial Safety and Risk Management**. Department of Chemical Engineering Sri Venkateswara College of Engineering Sriperumbudur India October 8, 2004. Disponível em: <<http://mail.svce.ac.in/~bnedu/Subjects/SAFETY/safety-book.pdf>>. Acesso em: 20 agos. 2006.

SOUZA, E. A. de. **O Treinamento Industrial e a Gerência de Riscos – Uma Proposta de Instrução Programada**. Florianópolis, 1995. Disponível em:<<http://www.eps.ufsc.br/disserta/evandro/indice/index.htm#index>>. Acesso em: 20 fev. 2007.

TEMOWCHEK, S e DEONARINE, S. **Repair and Online Mechanical Integrity Monitoring**. Process Safety Progress, Vol.29, No.1. 2010.

WALTER, R.J. **Discovering Operational Discipline**. Amherst: HRD Press, Inc., 2002

WEBSTER, M. F. **Um modelo de Melhoria Contínua Aplicado à Redução de Riscos no Ambiente de Trabalho**. Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina para obtenção do grau de Mestre em Engenharia, Florianópolis, 2001. Disponível em: <<http://www.lgti.ufsc.br/public/webster.pdf>>. Acesso em 18 dez. 2006.

WHIPPLE, T. e PITBLADO, R. **Applied Risk-Based Process Safety: A Consolidated Risk Register and Focus On Risk Communication**. Process Safety Progress, Vol.29, No.1, 2010.