

# A EFICÁCIA DA SEGURANÇA DE PROCESSO NAS EMPRESAS QUÍMICAS E PETROQUÍMICAS DO PÓLO PETROQUÍMICO DE CAMAÇARI/BAHIA

**Elisio Carvalho Silva (UNIFACS)**

elisio.carvalho@terra.com.br

**Francisco Uchoa Passos (UNIFACS)**

francisco.passos@unifacs.br



*Este artigo descreve uma pesquisa realizada em 16 empresas dos segmentos químico e petroquímico do Pólo Industrial de Camaçari (Bahia), que processam produtos perigosos. Tem como objetivo, averiguar as seguintes eventuais diferenças de eficácia: a) diferenças de eficácia entre os programas das empresas que adotam o modelo OSHA (Occupational Safety and Health Administration) e empresas que adotam outros modelos; b) diferenças de eficácia entre empresas do setor químico e empresas do setor petroquímico; e c) diferenças de eficácia entre empresas de capital nacional e empresas de capital internacional. Quanto às diferenças de eficácia entre os programas das empresas investigadas, verificou-se que as empresas que adotam o modelo da OSHA são mais eficazes que as empresas que adotam outros modelos, porque, aquelas reduziram acidentes e incidentes de maneira mais pronunciada. No que se refere às diferenças de eficácia entre os setores químico e petroquímico, evidenciou-se que não houve diferenças significativas entre as reduções de acidentes e incidentes nos dois setores. Ao estratificar-se a amostra de empresas quanto à origem do capital, não se pode desconsiderar por completo a ligeira vantagem de eficácia das empresas de capital internacional sobre as empresas de capital nacional, embora os testes de Mann-Whitney e t de Student não tenham apresentado os níveis de significância tidos como aceitáveis.*

*Palavras-chaves: segurança, processo, acidentes, incidentes.*

## 1. Introdução

O século passado, principalmente durante as décadas de 70 a 90, foi marcado por grandes acidentes nas indústrias química e petroquímica, que deixaram um grande número de vítimas fatais e enormes perdas materiais. Um exemplo que marcou o histórico mundial desses eventos foi o acidente ocorrido em 23 de dezembro de 1984 em Bhopal, na Índia, que custou a vida de cerca de 4000 pessoas. As causas principais deste acidente foram um grande estoque da substância metil isocianato e um padrão baixo de gerenciamento de segurança de processo. O produto entrou em contato com água, gerando uma grande quantidade de gases que vazou para a atmosfera. O efeito foi a contaminação de uma área extensa, que incluiu a cidade que ficava a poucos quilômetros da fábrica. Por causa da alta toxicidade desse produto, milhares de pessoas não resistiram ao efeito tóxico desta substância e pereceram. Outras, ficaram com seqüelas permanentes. Embora as empresas dos segmentos químico e petroquímico tivessem se preocupado com segurança ao longo dos anos, não tinha havido, ainda, um desenvolvimento tecnológico no sistema de gerenciamento de segurança e risco que acompanhasse a severidade crescente dos eventos, decorrente do aumento dos inventários de materiais exigidos pelo crescimento sistemático dos níveis de produção. Jelemenský e outros (2003) salientam que durante muito tempo não existiu um grande interesse, por parte da comunidade acadêmica, pelos assuntos relacionados com segurança, embora as plantas químicas e petroquímicas tenham considerado a segurança como um aspecto crítico de seus projetos e operações.

O mencionado acidente de Bhopal e mais os acidentes de Flixborough, Inglaterra, em 1974; Seveso, Itália, em 1976; Piper Alpha, Escócia, em 1988; e Longford, Austrália, em 1998, chamaram a atenção dos governos de vários países, porque ficou demonstrada a fragilidade da segurança nos meios industriais. A partir daí, foram lançados diversos padrões e regulamentos de segurança. Dentre os referidos padrões, destacam-se: (a) a Diretiva de Seveso I, na Europa; (b) os padrões da *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) e da *Environmental Protection Agency* (EPA), nos Estados Unidos da América; (c) o sistema de gerenciamento *Control of Major Accident Hazard* (COMAH), na Inglaterra; (d) os padrões da *American Petroleum Institute* (API 750), conhecidos como *Recommended Practice for the Management of Process Hazards*, também nos Estados Unidos da América (EUA); e (e) a Convenção da Organização Internacional do Trabalho (OIT 174) sobre a prevenção de grandes acidentes industriais.

No Brasil, é muito recente a exigência de um sistema de gerenciamento de segurança de processo. A OIT 174 foi ratificada somente em 2001 e, a partir daí, alguns estados do país têm adotado regulamentos para esta área. É o caso do estado de São Paulo, através da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), com a Norma CETESB P4.261 (Manual de Orientação para a Elaboração de Estudos de Análise de Riscos). De forma semelhante, no estado do Rio Grande do Sul, a Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Roessler (FEPAM) adotou o seu Manual de Análise de Riscos Industriais. Recentemente, a Bahia, através da Portaria 5210/05 do Centro de Recursos Ambientais (CRA), passou a exigir a elaboração do Programa de Gerenciamento de Risco para todas as empresas instaladas no Pólo Industrial de Camaçari.

Por causa destas novas exigências, as empresas dos segmentos químico e petroquímico passaram a preocupar-se com a realização de análises sistemáticas de riscos e com a implantação de programas de gerenciamento de segurança de processos, a fim de convencer

as agências governamentais de que as suas tecnologias são seguras. Além da simples exigência legal, há, também, o interesse da empresa por processos isentos de acidentes, bem como os anseios das comunidades por uma vida mais segura, principalmente, aquelas que ficam próximas às empresas dos segmentos químico e petroquímico. Por tudo isto, é fundamental que o gerenciamento de segurança de processo adotado como suporte às tecnologias industriais seja eficaz na redução de acidentes e incidentes.

O Pólo de Camaçari (BA) 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 (WAHLSTRÖM e outros, 1994). Além disso, ao longo dos últimos anos, modelos de programa de gerenciamento de segurança de processo (PGSP) 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 os modelos de gerenciamento de segurança de processo nas empresas do Pólo de Camaçari suscita o questionamento que dá origem ao presente estudo.

Assim, três perguntas emergem do referido questionamento: (a) existem diferenças de eficácia entre empresas que adotam o modelo da OSHA e empresas que adotam outros programas? (b) existem diferenças de eficácia entre empresas do setor químico e empresas do setor petroquímico? e (c) existem diferenças de eficácia entre empresas de capital nacional e empresas de capital internacional?

As respostas às questões acima vieram de uma pesquisa feita em uma amostra de empresas dos segmentos químico e petroquímico do Pólo de Camaçari, que será descrita no presente texto. Na avaliação das práticas dos PGSPs das empresas da amostra utilizou-se, como referência, o modelo de gerenciamento de segurança de processo 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 considerações finais e as contribuições deste trabalho.

## 2. Aporte teórico

O gerenciamento de riscos tem sido 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*.

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 livre 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 contidos.

#### **a) Informações de segurança de processo**

Este elemento prescreve o fornecimento de todas as informações de segurança do processo às pessoas expostas aos riscos da operação (incluindo dados sobre equipamentos, materiais utilizados e cinética de reações), para que as mesmas conheçam os riscos e saibam eliminá-los e/ou controlá-los. Balakrishnan (2004), *Center for Chemical Process Safety-CCPS* (1995), Asfahl (2004) e Wilson e McCutcheon (2003) destacam a importância do adequado fornecimento das informações de segurança de processo.

#### **b) Análise de riscos de processo**

A OSHA (2000) 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. Wahlström e outros (1994) destacam a utilidade da análise de risco, vista como um modelo que permite simular eventos, os quais, se ocorrerem, poderão causar severos danos à comunidade. Mitchison e Porter (1998) e Rangarajan (2004) reforçam a importância da análise de riscos.

#### **c) Procedimentos operacionais**

Conforme Mitchison e Porter (1998), a existência de procedimentos operacionais é fundamental para a operação segura de uma planta industrial. Hammer (1972) adiciona que os procedimentos servem para reduzir os erros humanos, porque eles mostram como as tarefas serão feitas corretamente. 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. Clemens (2002) e a OSHA (2000) salientam que os procedimentos relacionados com cada tarefa necessitam ser claros, consistentes e - não menos importante - precisam ser adequadamente comunicados aos operadores.

#### **d) Participação dos empregados no PGSP**

A OSHA (2000) e o *Health and Safety Executive* (HSE) (2001b) consideram 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 os primeiros a tomar conhecimento dos problemas que ocorrem na planta, uma vez que estão mais próximos do processo (HAMMER; PRICE, 2001).

#### **e) Realização de Treinamentos**

A OSHA (2000) ressalta 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) e *Center for Chemical Process Safety - CCPS* (2001) 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 destaca que em uma planta que lida com produtos perigosos é necessário considerar que todas as tarefas devam 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. Hammer (1972), Roland e Moriarty (1990) e a CCPS (1995) reforçam esta necessidade.

#### **g) Revisão de segurança de pré-partida**

A OSHA (2000) menciona que antes de introduzir-se qualquer produto perigoso no processo será feita uma revisão de segurança. Em adição, um Programa de Gerenciamento de Segurança de Processo requererá uma revisão de segurança antes da partida (pré-partida) seja realizada para novas instalações e para instalações modificadas. Hammer e Price (2001) e Bendure (1999) enfatizam a importância deste tipo de revisão prévia.

#### **h) Integridade mecânica de equipamentos críticos**

A OSHA (2000) afirma que, para garantir-se a integridade mecânica e a eliminação de falhas dos equipamentos considerados críticos, procedimentos de inspeções preditivas e preventivas serão estabelecidos. Fernandez (2004) e Bird, Germain e Clark (2003) sugerem realizar-se inspeção planejada para itens críticos. Ainda na mesma linha de pensamento, Hammer (1972) defende a FMECA (*Failure Modes, Effects and Criticality Analysis*) como uma excelente ferramenta para determinar a criticidade de um equipamento ou componente.

#### **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 (2000), uma permissão de trabalho será emitida sempre que seja efetuado um trabalho a quente na área operacional ou perto dela. Asfahl (2004) contribuiu 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 (2000) 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, que muitos acidentes têm ligações com mudanças organizacionais as quais podem resultar na perda do conhecimento tecnológico adquirido, o que aumentaria o potencial de acidentes. Wahlström e



outros (1994) adicionam que mudanças no processo, operação ou manutenção que não sejam percebidas como tais têm alto potencial de risco.

#### **k) Investigação de incidentes e acidentes**

A OSHA (2000) considera que a investigação de incidentes e acidentes é um elemento fundamental para o programa de Gerenciamento de Segurança de Processo. Para tanto, serão 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 (2000), Mitchison e Porter (1998), Martini (2003) consideram 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**

Wilson e McCutcheon (2003) e OSHA (2000) consideram, 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 garantirá que os procedimentos desenvolvidos para o programa estarão adequados e serão seguidos.

#### **n) Proteção dos segredos das informações**

Por fim, a OSHA (2000) 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**

Este estudo foi realizado com os seguintes objetivos: (a) averiguar eventuais diferenças de eficácia entre os programas das empresas que adotam o modelo OSHA e empresas que adotam outros modelos; (b) averiguar eventuais diferenças de eficácia entre empresas do setor químico e empresas do setor petroquímico; e (c) averiguar eventuais diferenças de eficácia entre empresas de capital nacional e empresas de capital internacional.

As informações foram obtidas a partir das percepções de profissionais de segurança que atuam nas empresas investigadas, conforme procedimento metodológico cujo resumo está descrito a seguir.

#### **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, foi encaminhado um questionário onde seriam registrados os dados que comporiam a descrição de práticas e esforços dos Programas de Gerenciamento de Segurança de Processo (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 pesquisa. Um dos questionários respondidos foi descartado por falhas no preenchimento, de modo que a amostra utilizada nesta pesquisa 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, por que: (a) contém mais de 50% da população objeto do estudo; (b) as empresas 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.

### **O instrumento de pesquisa**

Como instrumento para a coleta dos dados desta pesquisa utilizou-se um questionário segmentado em duas partes, cada uma das quais contendo dados e informações resultantes da percepção do respondente, conforme se descreve na continuação deste trabalho.

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 internacional); e adesão explícita aos padrões da OSHA (por indicação do respondente, entre as alternativas “sim” ou “não”).

E, 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 gradação, 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%.

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.

### **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 (redução de acidentes e redução de incidentes), com o objetivo de decidir-se quanto ao emprego dos tratamentos estatísticos se seriam 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 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

–A variável que mede a eficácia pela redução de incidentes seguia a distribuição normal, recebendo, por consequência, tratamento por estatística paramétrica nas verificações de diferenças entre empresas (prova t de Student).

### **Verificações de diferenças de eficácia entre os programas**

Como foi dito, 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 de 16 empresas 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 internacionais).

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 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.

### **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**

### **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 01), 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 02), 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.

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

Tabela 01 – Teste Mann-Whitney OSHA vs. Acidentes

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

Tabela 02 – Teste Mann-Whitney – Estatística do teste OSHA vs. Acidentes



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 03), 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 04), 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.

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

Tabela 03 – Teste t – 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

Tabela 04 – Teste t – Teste de amostras independentes OSHA vs. Incidentes

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

Não há diferenças significativas 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 05), com um nível de significância de 0,680 (Tabela 06). 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.

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

Tabela 05 – Teste Mann-Whitney Setor de Atividade vs. Acidentes

Estatísticas do Teste <sup>b</sup>	
Mann-Whitney U	28,000
Wilcoxon W	73,000
Z	-0,412
Sig. Assintótica (Bilateral)	0,680

Tabela 06 – Teste Mann-Whitney Setor de atividade vs. Acidentes

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 07 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 08 indica que essa pequena diferença não é significativa ( $p = 0,678$ ), pois há, praticamente, 68% de probabilidade da mesma decorrer de um erro amostral.

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

Tabela 07 – Teste t – 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

Tabela 08 – Teste t – Teste de Amostra Independentes Setor de Atividade vs. Incidentes

### Diferenças de eficácia entre empresas de capital nacional e empresas de capital Internacional

O teste de Mann-Whitney não revelou diferenças estatisticamente significativas entre os grupos nacional e internacional de empresas da amostra, no que se refere à eficácia medida pela redução de acidentes. A Tabela 09 mostra que o grupo de 10 empresas de capital internacional 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 10), 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 de capital internacional sobre as de capital nacional, no que diz respeito à eficácia medida pela redução de acidentes.

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

Tabela 09 – Teste Mann-Whitney – Origem Capital vs. Acidentes

Estatísticas do Teste <sup>b</sup>	
Mann-Whitney U	16,000
Wilcoxon W	37,000
Z	-1,690
Sig Assintótica (Bilateral)	0,091

Tabela 10 – Mann-Whitney – Estatística do teste Origem Capital vs. Acidentes

Por fim, os resultados do teste de t-de Student confirmam não haver diferenças entre empresas de capital nacional e de capital internacional, quanto à eficácia aferida pela redução de incidentes. A Tabela 11 aponta que o grupo das empresas de capital internacional 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), Tabela 12, tem significância associada de 0,670, existindo, portanto, uma probabilidade de 67% de erro amostral no teste, incompatível com o erro admissível de 5%.

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

Tabela 11 – Teste t – 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

Tabela 12 – Teste t – Teste de Amostra independentes Origem Capital vs. Incidentes

## 5. Considerações Finais

No que se refere às 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 sistemático, 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 internacional sobre as empresas de capital nacional.

Novas pesquisas poderão responder às seguintes perguntas: a) por que o programa baseado no padrão da OSHA se mostrou mais eficaz que os outros programas? b) por que houve uma ligeira inclinação para que as empresas de capital internacional tivessem uma maior eficácia em relação à redução de acidentes do que as empresas de capital nacional? As respostas a estas perguntas são relevantes para os segmentos industriais químico e petroquímico do Pólo de Camaçari, e possivelmente para os complexos químico e petroquímico do Brasil, pois os mesmos se beneficiarão com uma visão mais clara sobre qual o melhor modelo de PGSP a ser implantado nas suas empresas.

## 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](http://www.eps.ufsc.br/disserta96/anete/index/indx_ane.htm#index)>. Acesso em 18 de nov. 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 Sripurumbudur India October 8, 2004. Disponível em: <<http://mail.svce.ac.in/~bnedu/Subjects/SAFETY/safety-book.pdf>>. Acesso em: 20 agos. 2006.

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](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.; GERMAIN, George L.; CLARK, M. Douglas. **Loss Control Management**. 3th Duluth: Det Norske Veritas, 2003. 488 p.

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.

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.

HAMMER, W. **Handbook of System and Product Safety**, 1a ed.. Englewood Cliffs. Printice Hall, 1972.

HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE (HSE). **Involving Employees in Health and Safety**. Norwich: HSE, 2001b. ISBN 0717620530.

HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE (HSE.). **Involving Employees in Health and Safety**. 1st Norwich: Hse, 2001. 67 p.

JELEMENSKÝ, L. et al. **Reliable Risk Estimation in the Risk Analysis of Chemical Industry Case Study: Ammonia Storage Pressurized Spherical Tank**. Bratislava: Department of Chemical And Biochemical Engineering, Faculty of Chemical And Food Technology, Slovak University of Technology, 2003. Disponível em: <<http://www.chempap.org/papers/581a48.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2007.

MARTINI, Luiz Carlos De. A Comunicação de Riscos na Emergência. **Revista Saneamento Ambiental**, São Paulo, v. 49, n. , p.46-50, (2003). Disponível em: <<http://mail.svce.ac.in/~bnedu/Subjects/SAFETY/safety-book.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2006.

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.

**Process Safety Management**, OSHA 3132, 2000 (Reprinted)  
<<http://www.osha.gov/Publications/osha3132.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2006.

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.

ROLAND, H. E. e MORIARTY, B. **System Safety Engineering and Management**. New York. Willy-Interscience Publication, 1990.

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.

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

WAHLSTRÖM, B. et al. **Safety of Nuclear Power; Who learns from Whom?** Technical Research Centre of Finland, VTT Automation, P.O.Box 1300, FIN-02044 VTT, Finland, 1994. Disponível em: <[http://www.bewas.fi/safe\\_proc\\_94.pdf](http://www.bewas.fi/safe_proc_94.pdf)>. Acesso em: 25 mai. 2006.

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.

WILSON, L. e MCCUTCHEON, D. Industrial Safety e Risk Management. Alberta. The University of Alberta Press, 2003.