

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Danilo Fortes Faria

Prevenção de Acidentes Maiores

Taubaté – SP

2009

**Ficha catalográfica elaborada pelo
SIBi – Sistema Integrado de Bibliotecas / UNITAU**

F224p Faria, Danilo Fortes
Prevenção de acidentes maiores / Danilo Fortes Faria. - 2009.
65f. : il.

Monografia (especialização) - Universidade de Taubaté, Departamento de Engenharia Civil, 2009.
Orientação: Prof. Eng. Augusto Jorge Alvares Marques, Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação.

1. Prevenção de acidentes maiores. 2. PSM. 3. Decreto 4.085/02.
I. Título.

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Danilo Fortes Faria

Prevenção de Acidentes Maiores

Monografia apresentada para obtenção do Certificado de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Taubaté.

Orientador: Eng. Augusto Jorge Álvares Marques

Taubaté – SP

2009

DANILO FORTES FARIA
PREVENÇÃO DE ACIDENTES MAIORES

Monografia apresentada para obtenção do Certificado de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Taubaté.

Data: 26/03/2009

Resultado:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Eng. Augusto Jorge Álvares Marques Faculdade de Engenharia Industrial
Assinatura _____

Prof. Carlos Alberto Guimarães Garcez Universidade de Taubaté
Assinatura _____

Prof. Oseias Narcizo Simões Sene Universidade de Taubaté
Assinatura _____

Aos meus pais, Francisco e Maria Aparecida, que são para mim, exemplos de garra e perseverança, sendo a minha inspiração, na construção de minha vida. Tenho orgulho de ser filho de vocês. Vocês são os responsáveis pelo meu sucesso, profissional e pessoal.
Amo vocês.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Rinaldo Torresani Linares que, primeiramente ofertou sua confiança profissional em mim, tornando essa relação profissional em uma saudável amizade. A Sílvia Antônio Cazzolato, que desde o estágio supervisionado sugere melhorias em minha vida profissional. A companhia agradável dos amigos Fabrício Costa Almeida e Andresa Lima Rodrigues que, além da companhia na conclusão do curso de Engenharia Ambiental, proporcionaram a satisfação da companhia também no curso de Engenharia de Segurança do Trabalho. A sólida e constante amizade de Valter de Oliveira, que fora supervisor de meu estágio, amigo de faculdade e pós-graduação e que sempre estará próximo. Aos companheiros de SEESMT das empresas Cognis do Brasil Ltda e Johnson & Johnson que possibilitaram estrutura e incentivo para conclusão do curso. A Rogério Rosa Silva que propôs ótimas dicas como auxílio para realização desta monografia. Toda paciência e sabedoria demonstrada durante a orientação técnica do amigo Augusto Marques. Agradeço também a Caroline Togni de Rezende, noiva, amiga e companheira de profissão, por todo incentivo que me deu para que eu pudesse me dedicar a este curso.

*“Conhecer é fundamental para sobreviver,
enquanto ignorar fundamentos da química, é
caminho certo para desastres”.*

.Howard H. Fawcett

RESUMO

A ocorrência dos acidentes maiores de Flixborough, Bhopal, Cidade do México e Seveso apresentaram milhares de mortes de trabalhadores e comunidade externa, consideráveis perdas patrimoniais e contaminações ambientais. Estes acidentes alertaram as autoridades mundiais para tomada de providências, como a elaboração da Diretiva Seveso, em 1.982 pela Comunidade Européia, que foi o primeiro ato para prevenção de acidentes maiores. Após algumas revisões, foi consolidado a Diretiva Seveso II em 1.996. Além da Comunidade Européia, o EUA publicou, em 1.992, através da OSHA, o Process Safety Management of Highly Hazardous Chemicals - PSM, no âmbito da segurança do trabalho. Já o Brasil, promulgou a Convenção 174 da Organização Internacional do Trabalho e a Recomendação 181 sobre a Prevenção de Acidentes Industriais Maiores, através do Decreto 4.085, de 15 de janeiro de 2002. Alguns importantes artigos deste decreto ainda não foram implantados, havendo falhas, principalmente, no desempenho do papel da autoridade-competente, impossibilitando que o empregador consiga praticar o requisito legal. Ao final desta monografia, o empregador poderá adotar uma sistemática de prevenção de acidentes maiores, adotando os requisitos do PSM, que mesmo sendo uma legislação internacional possui profunda relação com os artigos do Decreto 4.085/02 e as normas regulamentadoras da Portaria 3214 de 08 de junho de 1.978.

Palavras-chave: Prevenção de Acidentes Maiores. PSM. Decreto 4.085/02.

ABSTRACT

The occurrence of bigger accidents, like in Flixborough, Bhopal, México City and Seveso represented thousands of workers and external communities casualties, considerable property losses and environmental pollution. These accidents alerted worldwide authorities to take actions, like the preparation of the Seveso Directive, in 1982, by the European Community, which was the first act to prevent bigger accidents. After some revisions, the Seveso Directive II, was consolidated in 1996. Beside European Community, USA issued, in 1992, through OSHA, the Process Safety Management of Highly Hazardous Chemicals – PSM, in the extent of occupational safety. By the other side, Brazil has issued the Convention 174, of the Labor International Organization and the Recommendation 181 about the Prevention of Bigger Accidents, through the Decree 4085, of January 15th, 2002. Some important articles of this Decree were not implemented yet, existing failures, mainly, in the role performed by the competent authority, thus making impossible for the employer to put into practice this legal requirement. At the end of this monograph, the employer can adopt a bigger accidents prevention system, applying PSM requirements, which in spite of being an international regulation keeps a deep relationship with the articles of Decree 4085/02 and the Regulatory Standards of Decree 3214, of June 8th, 1978.

Key words: Bigger Accidents Prevention. PSM. Decree 4085/02.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Resumo dos elementos do PSM.....	35
Tabela 2 Técnicas de análise de risco x fase do projeto.....	42
Tabela 3 Exemplo de PSI.....	47

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Gráfico 1 – Identificação das vítimas.....	17
Figura 2 Nypro Company antes do acidente.....	19
Figura 3 Nypro Company depois do acidente.....	19
Figura 4 Esquemático da tubulação de 20 polegadas de Flixborough.....	19
Figura 5 Vazamento de gasolina na Vila Socó.....	27

GLOSSÁRIO

ABIQUIM: sigla para Associação Brasileira de Indústrias Químicas.

Acidente maior: é todo e qualquer evento inesperado, como uma emissão, um incêndio ou uma explosão de grande magnitude, no curso de uma atividade dentro uma instalação exposta a riscos de acidentes maiores, envolvendo uma ou mais substâncias perigosas e que exponha os trabalhadores, a população ou o meio-ambiente a perigo de conseqüências imediatas ou de médio e longo prazo. (Decreto 4.085, de 15 de janeiro de 2002).

Bleve: do original ingles Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion. Fenômeno decorrente da explosão catastrófica de um reservatório, quando um líquido nele contido atinge uma temperatura bem acima da sua temperatura de ebulição à pressão atmosférica com projeção de fragmentos e de expansão adiabática.

By-pass: em hidráulica, um by-pass seria um caminho alternative por onde se pode fazer fluir o líquido ou gás alternativamente a um caminho principal.

Canadian Chemical Producers Association - CCPA: sigla em inglês para a associação dos produtores químicos canadenses.

Compliance Audits: elemento integrante do PSM para assegurar que o programa está operacional e integrado com os requisitos.

Consolidação das Leis Trabalhistas - CLT: principal norma legislativa brasileira referente ao direito do trabalho e o direiro processual do trabalho.

Emergency Planning and Response: elemento integrante do PSM para implantar um plano de combate à emergência.

Employee Participation: elemento integrante do PSM que significa a participação dos funcionários e seus representantes no programa.

EPI: sigla para equipamentos de proteção individual (Portaria 3214/78 – Norma Regulamentadora 06).

Incident Investigation: elemento integrante do PSM para garantir que haja análise e investigação de um acidente ou quase-acidente ocorrido.

Instalação exposta a risco de acidentes maiores: designa aquela que produz, transforma, manipula, utiliza, descarta ou armazena, de maneira permanente ou transitória, uma ou várias substâncias ou categorias de substâncias perigosas, em quantidades que ultrapassem a quantidade limite. (Decreto 4.085, de 15 de janeiro de 2002).

International Council of Chemicals Association - ICCA: sigla em inglês para o conselho internacional da associação dos químicos.

Management of Change – MOC: elemento integrante do PSM para gerenciamento de modificações de um processo perigoso.

MARS - Major Accident Report System: banco de dados internacional para comunicação de ocorrência de acidentes maiores.

Mechanical Integrity: elemento integrante do PSM para garantir a integridade e funcionamento adequado dos equipamentos do processo perigoso.

MTE: sigla para o ministério do trabalho e emprego brasileiro.

Non-routine work authorizations: elemento integrante do PSM para assegurar que medidas adequadas sejam tomadas para a segurança de uma operação não rotineira.

NR: sigla para normas regulamentadoras da portaria 3214/78.

OIT: sigla para Organização Internacional do Trabalho.

Operational Procedure: elemento integrante do PSM para fornecer instruções para operação do processo.

OSHA: sigla em inglês para Occupational Safety Health Administration.

Pré-Startup Safety Review: elemento integrante do PSM para condução de uma revisão de segurança antes da partida de novos ou modificados processos.

Process Hazard Analysis – PHA: elemento integrante do PSM para identificar e avaliar os riscos do processo.

Process Safety Information – PSI: elemento integrante do PSM que mantém as informações de segurança de processo agrupadas e atualizadas.

PSM: sigla em inglês para Process Safety Management.

Quantidade limite: diz respeito de uma substância ou categoria de substâncias perigosas à quantidade fixada pela legislação nacional com referência às condições específica que, se for ultrapassada, identifica uma instalação exposta a risco de acidentes maiores. (Decreto 4.085, de 15 de janeiro de 2002).

Quase-Acidente: designa qualquer evento inesperado que envolva uma ou mais substâncias perigosas que poderia ter levado a um acidente maior, caso ações e sistemas atenuantes não tivessem atuado. (Decreto 4.085, de 15 de janeiro de 2002).

Relatório de segurança: designa um documento escrito que contenha informação técnica, de gestão e de funcionamento relativa aos perigos e aos riscos que comporta uma instalação exposta a riscos de acidentes maiores e à sua prevenção, e que justifique as medidas adotadas para a segurança da instalação. (Decreto 4.085, de 15 de janeiro de 2002).

Subcontractor Safety: elemento integrante do PSM para assegurar nível de segurança adequado para o sub-contratado que estará envolvido no processo perigoso.

Substância perigosa: designa toda substância ou mistura que, em razão de propriedades químicas, físicas ou toxicológicas, seja uma só ou em combinação com outras, represente perigo. (Decreto 4.085, de 15 de janeiro de 2002).

Trade Secret: elemento integrante do PSM para garantir a confidencialidade das informações que devem ser sigilosas.

Training: elemento integrante do PSM para condução de treinamentos para os funcionários que são envolvidos nos processos perigosos.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	122
Objetivo Geral.....	14
Objetivos Específicos	14
2 REVISÃO DA LITERATURA	15
3 METODOLOGIA	36
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	36
5 CONCLUSÃO	59
REFERÊNCIAS.....	61
GLOSSÁRIO	63

1 INTRODUÇÃO

Com o domínio de tecnologias químicas mais complexas, onde são utilizados processos com maior pressão de trabalho, temperatura extrema, produto químico mais reativo e reações químicas complexas, riscos até então desconhecidos se tornam presentes.

Paralelamente aos avanços tecnológicos, um grande número de acidentes ampliados representou muitas mortes e um sério impacto ambiental sobre os países em desenvolvimento como Índia, México, Rússia e Brasil, em meados dos anos de 1980.

O surgimento dos acidentes ampliados está diretamente relacionado ao processo de industrialização e ao desenvolvimento de novas tecnologias de produção surgidos nas sociedades modernas a partir da Revolução Industrial.

As décadas de 1.970 e 1.980 foram marcadas por inúmeros acidentes maiores, que trouxeram conseqüências catastróficas como mortes, perda de patrimônio e contaminação ambiental. Por este motivo, atualmente há uma demanda maior sobre controle de rotinas operacionais, bem como em relação à própria segurança dos processos, cada vez mais complexos, conduzindo à necessidade da introdução de novos e sofisticados mecanismos de gestão de riscos. Políticas preventivas deveriam ser tomadas em nível mundial.

A Diretiva Seveso foi lançada em 1.982 pela Comunidade Européia, através do Conselho sobre Acidentes Maiores e Perigos para Determinadas Atividades Industriais e ficou conhecida como "Diretiva Seveso I". Em 1.996 e depois de

constantes revisões no escopo original, a Comunidade Européia publicou a Diretiva Seveso II.

Já nos Estados Unidos, em 1.992 a Occupational Standard Health Administration – OSHA, regulamentou e publicou a 29 CFR 1910.119 Process Safety Management of Highly Hazardous Chemicals, no âmbito da segurança do trabalho e que se mostra o programa mais adequado para aplicar-se em empresas com risco de ocorrências de acidentes maiores.

No Brasil, o dispositivo que regulamenta a prevenção de acidentes industriais maiores se resume ao Decreto 4.085, de 15 de janeiro de 2002, promulgando a Convenção 174 da OIT e a Recomendação 181. Alguns requisitos importantes não foram implantados, como a criação de uma lista de substâncias ou categoria de substâncias perigosas que inclua suas quantidades limites para definir se uma instalação está exposta a risco de acidentes maiores. Este e outros fatores contribuem para que o país não tenha uma política robusta e completa de prevenção de acidentes maiores, que se apresente de forma simplificada e integrada e que permita ser compreendida como uma sistemática de prevenção de acidentes maiores.

Ao final, o empregador poderá adotar uma sistemática de prevenção de acidentes maiores, adotando os requisitos do PSM, que mesmo sendo uma legislação internacional possui profunda relação com os artigos do Decreto 4.085/02 e as normas regulamentadoras da Portaria 3214 de 08 de junho de 1.978.

Este trabalho será discorrido de acordo com as responsabilidades do empregador e empregado na aplicação das diretrizes legais do Decreto nº 4.085/02, buscando a adoção de técnicas para gerenciamento de risco no âmbito da

segurança do trabalho. A conformidade legal será mostrada através da relação com as normas regulamentadoras aplicáveis.

O capítulo 2, revisão de literatura traz a descrição, mostra as causas e circunstâncias dos acidentes maiores que marcaram a história, bem como o histórico da criação dos requisitos legais aplicáveis na Europa, EUA e Brasil. O capítulo 3, metodologia demonstra a fundamentação do estudo. O capítulo 4, resultados e discussões propõe a aplicação do PSM para adequação aos requisitos do Decreto 4.085/02 e o último capítulo, o de numeral 5, é a conclusão deste trabalho.

1.1 Objetivo Geral

Adotar uma sistemática de prevenção de acidentes maiores, através dos requisitos legais do Decreto 4.085, de 15/01/2002 referente à Convenção OIT 174 sobre a Prevenção de Acidentes Industriais Maiores, elementos do Process Safety Management of Highly Hazardous Chemicals e estabelecer a relação entre acidentes maiores e as normas regulamentadoras da Portaria 3214 de 08 de junho de 1.978.

1.2 Objetivos Específicos

Ao adotar a sistemática de prevenção de acidentes maiores proposta, o engenheiro de segurança do trabalho terá condições de:

- Assegurar que os empregados foram consultados e possuem acesso a todos os elementos do programa.
- Manter informação precisa e completa sobre os aspectos do processo analisado.

- Identificar e analisar os riscos de um processo químico, através de técnicas de análise diversas.
- Criar plano de treinamento de capacitação e reciclagem.
- Incluir os empregados contratados no programa de gerenciamento de risco, fornecendo informações e abertura para contribuir com as análises.
- Garantir que os equipamentos críticos para o processo tenham a manutenção preventiva adequada.
- Implementar programa de gerenciamento de modificações ao processo.
- Reunir pessoas envolvidas em um acidente ampliado ou incidente e analisar suas causas principais e secundárias.
- Elaborar plano de planejamento e resposta à emergência.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Puiatti (2000) reforça que os primeiros a sofrer os danos causados pelos acidentes são os trabalhadores, pois a proximidade com o risco que deles decorrem torna-as vítimas potenciais. Assim, ao longo das últimas décadas, houve uma grande preocupação dos próprios trabalhadores e de seus representantes (sindicatos, comissões de fábrica) em buscar novas formas e sistemas de proteção, desde a intervenção no local de trabalho até a defesa de posições perante as confederações empresariais e os governos, por intermédio de suas instituições públicas de pesquisa, com vistas à criação de legislações nacionais e internacionais para a prevenção de acidentes maiores.

Os acidentes químicos ampliados produzem múltiplos danos em um único evento e tem o potencial de provocar efeitos que vão além do local e do momento de sua ocorrência (Freitas; Porto; Gómez; 1995).

De acordo com Vasconcelos e Gomez (1997) o choque do evento é responsável por conseqüências físicas ou psíquicas, com efeito, imediato ou retardado. Assim, por um lado, encontra-se a dificuldade de avaliação das várias conseqüências dos acidentes, que são de alta complexidade, e, por outro lado, depara-se com o grande desafio da formulação de estratégias para sua prevenção e controle, pois esses acidentes, em sua maioria, possuem características muito diversificadas.

Segundo Freitas; Porto; e Gomez; (1995), o MARS, sistema de informação para as Comunidades Européias sobre esses tipos de eventos, dos 121 acidentes registrados entre 1.980 e 1.991, 49,6% tiveram vítimas. Do total de 878 vítimas,

44,3% foram trabalhadores das próprias indústrias e 52,8% pessoas externas, sendo 2,8% não identificadas.

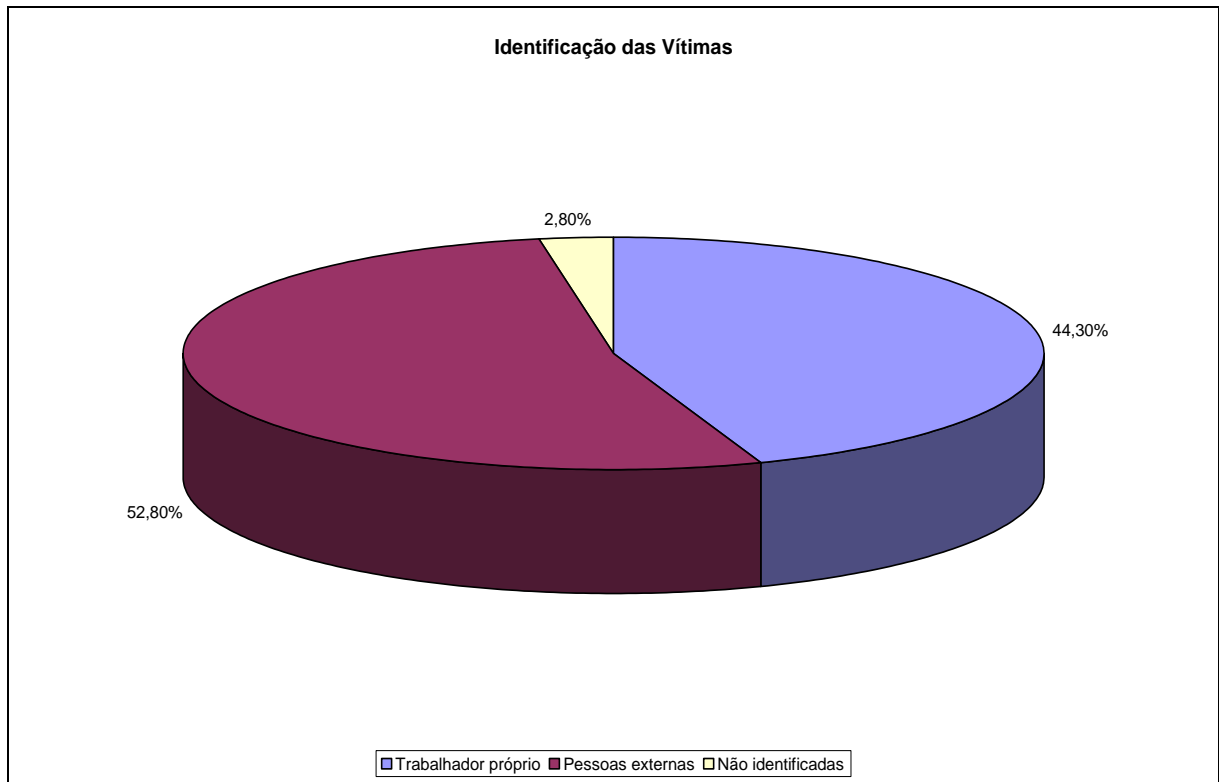


Figura 1 Identificação das vítimas

Fonte: elaborado pelo autor

2.1 Flixborough

A planta da Nypro Company era uma unidade para a oxidação de ciclohexano pela utilização do ar e que incluía seis reatores em seqüência, com capacidade de 45m³ cada um. O material de construção dos reatores era aço maciço (13mm), com chapas internas de 3mm protegidas contra corrosão. As válvulas de segurança eram calibradas para abertura com pressão de 11bar. Os reatores eram equipados com uma vareta agitadora central. A reação da oxidação do ciclohexano era realizada com um catalisador operando em temperatura de 155°C, sob pressão de 8,8 bar por meio de injeção de ar com auxílio de um gradiente perfurado. Cada reator continha 25m³ de produto. A circulação do produto da reação para o próximo reator era

através de tubulações de 28 polegadas, com vazão de 250 a 300 m³/hora (The Flixborough Disaster, 1.975). Aproximadamente às 17 horas do dia 01/06/1974, ocorreu uma explosão na planta de produção de caprolactama. A explosão ocorreu devido ao vazamento de ciclohexano, causado pelo rompimento de uma tubulação temporária instalada como by-pass devido à remoção de um reator para a realização de serviços em manutenção.

Em 27 de março de 1974, foi descoberto um pequeno vazamento de ciclohexano, provocado por uma rachadura no corpo do reator nº 5. Na manhã seguinte, foi realizada uma inspeção apenas neste reator, embora os demais reatores estivessem interligados através de tubulações e operando em série. A inspeção revelou que o reator nº 5 possuía uma rachadura de aproximadamente 2 metros e que por não haver condições seguras de operação, seria isolado dos demais para a continuidade do processo. Um by-pass seria a ponte entre o reator nº 4 e o reator nº 6. O by-pass foi construído com tubulação de 20 polegadas, embora o sistema de tubulações para interligação entre os reatores era de 28 polegadas. A pressão e a temperatura do processo não foram reduzidas para adequação ao diâmetro da tubulação by-pass (The Flixborough Disaster, 1.975).

Estimou-se que cerca de 30 toneladas de ciclohexano vazaram, formando rapidamente uma nuvem de vapor inflamável, a qual encontrou uma fonte de ignição entre 30 e 90 segundos após o início do vazamento (CETESB, 2009). Ocorrem danos catastróficos nas edificações próximas, situadas ao redor de 25 metros do centro da explosão. Além da destruição da planta, em função do incêndio ocorrido, 28 pessoas morreram e 36 foram gravemente feridas. Ocorreram ainda impactos nas vilas situadas nas proximidades da planta, afetando 1.821 residências e 167 estabelecimentos comerciais (CETESB, 2009).



Figura 2 Nypro Company antes do acidente

Fonte: CETESB, 2009



Figura 3 Nypro Company depois do acidente

Fonte: CETESB, 2009

A ruptura da tubulação de 20 polegadas foi atribuída a um projeto mal elaborado, uma vez que a estrutura instalada para a sustentação do duto não suportou a sua movimentação, em função da pressão e da vibração a que o tubo foi submetido durante a operação (CETESB, 2009).

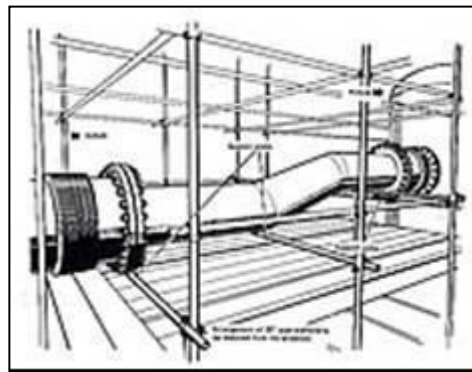


Figura 4 Esquemático da tubulação 20 polegadas de Flixborough

Fonte: CETESB, 2009

As possíveis causas para um aumento na pressão do tubo de 20 polegadas foram apontadas sendo: entrada de nitrogênio em alta pressão do sistema devido à avaria do instrumento, entrada de água no sistema, aumento da temperatura do sistema devido a um aquecimento excessivo por vapor de água no trocador de calor, vazamento de vapor a partir de um tubo do trocador de calor e explosão de peróxidos formados no processo (Mannan, 2004).

As lições aprendidas com esse acidente foram: havia quantidade maior de substâncias perigosas no estoque da planta, observou-se ausência de técnicos qualificados e com experiência (Melo, 2008). O projeto da tubulação e seu suporte foram projetados por um engenheiro que não tinha experiência (Kletz, 1993). Não havia regulamentação para tubulação e equipamentos sob pressão e verificou-se negligência de serviços de manutenção dos equipamentos, verificou-se que havia pouco conhecimento sobre explosão em nuvem de vapor e não havia um plano de emergência (Melo, 2008).

2.2 Seveso

Por volta das 12h30min do dia 10/06/1976, numa planta industrial situada em Seveso, uma província de Milão, ocorreu uma ruptura do disco de segurança de um reator, que resultou na emissão de uma grande nuvem tóxica (CETESB, 2009).

O reator fazia parte do processo de fabricação de TCP (triclorofenol) e a nuvem tóxica formada continha vários componentes, entre eles o próprio TCP, etilenoglicol e 2,3,7,8-tetraclorodibenzoparadioxina (TCDD). A nuvem se espalhou numa grande área, contaminando pessoas, animais e o solo da vizinhança na unidade industrial (CETESB, 2009).

A planta operava em regime de batelada e, no momento do acidente, encontrava-se paralisada para o final de semana. No entanto, o reator armazenava material a uma elevada temperatura. Provavelmente, a presença de etilenoglicol com hidróxido de sódio causou uma reação exotérmica descontrolada, fazendo com que a pressão interna do vaso excedesse a pressão de ruptura do disco causando a

emissão. A reação ocorrida, associada a uma temperatura entre 400 e 500°C, contribuiu para a formação do TCDD (CETESB, 2009).

O reator não possuía um sistema automático de resfriamento e como a fábrica se encontrava com poucos funcionários, já que paralisaria suas operações no final de semana, não foram desencadeadas ações de resfriamento manual do reator para minimizar a reação ocorrida. Desta forma, a emissão ocorreu durante cerca de 20 minutos, até que um operador conseguisse interromper o vazamento (CETESB, 2009).

Toda a vegetação nas proximidades da planta morreu de imediato devido ao contato com compostos clorados. No total, 1.807 hectares foram afetados. A região denominada Zona A, com uma área de 108 hectares possuía uma alta concentração da dioxina TCDD - 240 µg/m² (CETESB, 2009).

Foram evacuadas 736 pessoas da região, sendo que 511 retornaram para suas casas no final de 1977, mas as que moravam na Zona A perderam suas residências, em função do nível de contaminação ainda existente nesta área, a qual permaneceu isolada por muitos anos. Toda a vegetação e solo contaminado foram removidos e as edificações tiveram que ser descontaminadas. Os custos estimados na operação de evacuação das pessoas e na remediação das áreas contaminadas foram da ordem de US\$ 10 milhões (CETESB, 2009).

Não havia dispositivo coletor ou destruidor de materiais tóxicos. O fabricante do disco de ruptura recomendava que não se tenha perda de fluido tóxico em caso de abertura do disco. Deste modo, a planta deveria ter um equipamento coletor ou que neutralizasse a emissão de gás tóxico quando rompido o disco (Mannan, 2004).

As lições aprendidas com este acidente: a ausência de um plano de emergência e desconhecimento dos perigos e efeito tóxico do produto. Estas falhas seguramente condizem com falhas de análise de risco do processo e informação de segurança de processo, bem como, resposta a emergência (Melo, 2008).

2.3 Bhopal

Bhopal, cidade situada no centro da Índia, a beira de um lago tinha, na época do acidente aproximadamente 900.000 habitantes. A planta da Union Carbide fabricava o Sevin®, nome comercial para um pesticida, que atuava diretamente no sistema nervoso central das pragas (Willey; Hendershot; Berger; 2004). Em 03/12/1984 ocorreu um sério acidente maior e gerou aproximadamente 4.000 mortes com intoxicação de mais de 200.000 pessoas da comunidade.

A reação envolveu o metil isocianato que é reativo, tóxico, volátil e inflamável. O montante máximo de exposição (TLV-TWA) é de 0,02ppm por 8 horas de exposição. Os indivíduos começam a sentir irritação grave do nariz e da garganta em exposições superior a 21ppm. A exposição a concentrações elevadas pode provocar acúmulo de fluido nos pulmões suficiente para causar afogamento. Em níveis mais baixos de exposição, o gás afeta os olhos e pulmões, atua como agente corrosivo em mucosas e olhos. A densidade do vapor do MIC é aproximadamente 02 vezes maior que o ar (Willey; Hendershot; Berger; 2004).

A cronologia dos fatos demonstra a seqüência de eventos que proporcionaram o desastre (National Geographic Channel, 2004):

02/12/1984 - 20h15min: como um processo normal, uma mangueira de água foi alinhada em uma tubulação para remover sujeira do sistema formado durante o

processo. A sujeira saíria pelo dreno da tubulação, em um processo que levava horas para ocorrer. Antes do alinhamento desta mangueira com água, a tubulação deveria ser seccionada com um anteparo conhecido como “raquete”, constituído por uma placa de metal ovalado, com uma haste. Este procedimento, segundo um operador da planta, quase sempre era ignorado, conforme consulta realizada.

02/12/1984 – 20h45min: inicia-se um processo de entupimento da tubulação pela sujeira do sistema. Por este motivo, a água começa a retornar e caminhar sobre outros tubos do interior da planta.

02/12/1984 – 22horas: a água percorreu a tubulação da planta e atingiu os tanques de metil isocianato. Os tanques eram mantidos pressurizados com gás inerte para evitar contato com indesejáveis. Porém, havia 06 semanas que o manômetro de pressão indicava que não havia pressão nos tanques, devido a um vazamento na válvula entre a tubulação e o tanque. A reação química entre a água e o metil isocianato gera calor e dióxido de carbono. O calor aquece a mistura que acelera cada vez mais a reação.

03/12/1984 - 0horas: operador inspecionou a mangueira de água para lavagem da tubulação e detectou que a água vertia. Sentiu seus olhos arderem, alertando-o para um problema existente. Dirigiu-se a sala de controle e constatou a ausência de pressão do tanque. Quando o operador foi inspecionar o tanque, escutou estrondosos ruídos vindo do interior do tanque, onde se originava a reação exotérmica.

03/12/1984 – 00h15min: a válvula de alívio de pressão do tanque rompeu e mesmo alinhado ao lavador de gases, proporcionou que a nuvem tóxica de metil isocianato fosse liberada, pois este estava desligado, iniciando uma série de mortes e conseqüências para a saúde do povoado de Bhopal.

Com base em um inquérito exaustivo, que incluía a entrevista de testemunhas, revisão de milhares de registro, teste de válvula e tubos, centenas de periódicos científicos, experiências e os exames da planta e dos equipamentos que foi concluído um ano mais tarde ao acidente; a investigação demonstra que as causas não foram como as que foram popularmente relatada, mas sim foi o resultado de uma ligação direta da água para o reservatório (Kalelkar; Little 1988). Outras causas para o acidente foram apontadas (Willey; Hendershot; Berger; 2004):

- manter o sistema de lavador de gases em stand-by para economizar gastos operacionais;
- retirar o refrigerante utilizado para refrigeração dos tanques de metil isocianato;
- insuficiência de planejamento de emergência e sensibilização da comunidade, permitindo que o alarme de emergências para a população se mantivesse desligado;
- falta de consciência do impacto ambiental potencial do metil isocianato sobre a comunidade, onde a empresa permitiu e não propôs nenhum controle da comunidade que habitavam o entorno de uma empresa com manipulação de substâncias perigosas.

O sistema de lavador de gases era alinhado com o sistema de alívio de pressão e atuava como neutralizador da toxicidade das emissões. O sistema refrigerante atuava em conjunto com uma grossa camada de cimento que impedia a troca térmica entre atmosfera e tanque, no exaustivo calor da Índia, mantendo temperatura baixa na superfície dos tanques.

Apenas a causa apontada como sabotagem, não possui relação com possíveis falhas na análise de risco do processo, resposta à emergência, integridade mecânica de equipamentos críticos e procedimento operacional.

2.4 Cidade do México

Na manhã de 19/11/1984, por volta das 5h35m ocorreu uma explosão de uma nuvem de vapor e uma série de bleves na base de armazenamento e distribuição de gás liquefeito de petróleo, - GLP da empresa PEMEX, localizada no bairro de San Juanico, Cidade do México (CETESB, 2009). A base recebia GLP de três refinarias diferentes por meio de gasoduto. No momento do acidente, a PEMEX estava com o armazenamento em torno de 11.000 m³ de GLP (CETESB, 2009).

A catástrofe iniciou-se com o vazamento de gás devido à ruptura de uma tubulação de 08 polegadas de diâmetro que transportava o gás de uma das esferas para os reservatórios cilíndricos. A sala de controle da PEMEX registrou por volta das 5h30min uma queda de pressão em suas instalações e também em um duto localizado a 40km de distância, porém, a sala de controle não conseguiu identificar a causa desta queda de pressão. A liberação aconteceu por 5 a 10 minutos formando uma imensa nuvem de gás inflamável, a qual foi levada por um vento de destino sudoeste, ajudado pela inclinação do terreno, até encontrar a fonte de ignição e explodir. Neste caso, a fonte de ignição direta foi o queimador instalado inadequadamente ao nível do solo, pois, no entendimento da empresa, dado a força dos ventos no local, a instalação do queimador a uma altura mais elevada comprometeria a sua eficiência (CETESB, 2009).

A explosão da nuvem atingiu cerca de 10 residências e iniciou o incêndio nas instalações da base. A vizinhança pensou tratar-se de um terremoto devido ao forte barulho da explosão. Por volta das 5h45min da manhã ocorreu o primeiro bleve, após um minuto, outro bleve aconteceu, sendo o mais violento desta catástrofe, gerando uma bola de fogo com mais de 300m de diâmetro. Ocorreram mais de 15

explosões, bleve nas quatro esferas menores e em muitos dos reservatórios cilíndricos, explosões dos caminhões-tanque e botijões, chuva de gotículas de GLP, transformando tudo que atingiam em chamas, alguns reservatórios e pedaços das esferas transformaram-se em verdadeiros projéteis atingindo edificações e pessoas (CETESB, 2009).

Os trabalhos de extinção do fogo e prevenção de novas explosões terminaram às 23horas. As conseqüências deste acidente foram trágicas: morte de 650 pessoas, mais de 6.000 feridos e destruição total da base (CETESB, 2009).

Relatórios mostram que tal rompimento foi devido a um tanque que havia sido enchido demasiadamente e, por conta disso, a tubulação foi sobre-pressurizada. O rompimento da tubulação agregado à instalação do flare em local onde o acúmulo de gás era possível, devido sua densidade, vento predominante e topografia do terreno formam as causas do acidente (Kletz, 1993).

2.5 Vila Socó

Por volta das 22h30min do dia 24/02/1984 moradores da Vila Socó (atual Vila São José), Cubatão/SP, perceberam o vazamento de gasolina em um dos oleodutos da Petrobrás que ligava a Refinaria Presidente Bernardes ao Terminal de Alemoa (CETESB, 2009).

A tubulação passava em região alagadiça, frente à vila constituída por palafitas. Na noite do dia 24, um operador alinhou inadequadamente e iniciou a transferência de gasolina para uma tubulação (falha operacional) que se encontrava fechada, gerando sobrepressão e ruptura da mesma, espalhando cerca de 700 mil litros de gasolina pelo mangue. Muitos moradores visando conseguir algum dinheiro

com a venda de combustível, coletaram e armazenaram parte do produto vazado em suas residências. Com a movimentação das marés, o produto inflamável espalhou-se pela região alagada e, cerca de 2 horas após o vazamento, aconteceu a ignição seguida de incêndio. O fogo se alastrou por toda a área alagadiça superficialmente coberta pela gasolina, incendiando as palafitas (CETESB, 2009).

O número oficial de mortos é de 93, porém algumas fontes, citam uns números extra-oficiais superior a 500 vítimas fatais (baseado no número de alunos que deixaram de comparecer à escola e a morte de famílias inteiras sem que ninguém reclamasse os corpos), dezenas de feridos e a destruição parcial da vila (CETESB, 2009).



Figura 5 Vazamento de gasolina na Vila Socó

Fonte: Banco de Imagens CETESB, 1984.

2.6 Diretiva Seveso I e II

O acidente de Seveso contribuiu de uma forma dramática para o crescimento da preocupação pública com os riscos industriais associados à produção de substâncias químicas, pois houve danos de grandes proporções, tanto à saúde coletiva como ao meio-ambiente, acelerando a necessidade de uma resposta regulamentadora da segurança de instalações químicas (De Marchi; Funtowicz; Ravetz; 2000).

“Do ponto de vista cronológico, as primeiras normas sobre prevenção, preparo e resposta a acidentes industriais com efeitos transfronteiriços foram adotadas, no nível regional da Comunidade Européia, pela Diretiva nº 82/501, de 24 de junho de 1982, denominada Diretiva Seveso, editada em 1982” (Soares; 2001).

A Diretiva Seveso foi lançada pela Comunidade Européia, através do Conselho sobre Acidentes Maiores e Perigos para Determinadas Atividades Industriais e ficou conhecida como “Diretiva Seveso I”.

Em linhas gerais, a Diretiva estabelecia uma lista de substâncias químicas e de produtos que deveriam estar sob controle direto das autoridades, medidas de segurança, plano de urgência para os países, além de determinar aos Estados-membros a adoção de medidas necessárias para que todo empresário que exercesse as atividades constantes de seu anexo estivesse em condições de provar à autoridade competente que havia feito a avaliação dos riscos de acidentes maiores, tomando as medidas de segurança apropriadas, bem como equipado e treinado o pessoal que trabalhava no local onde a atividade era desenvolvida. Para os fabricantes, determina a necessidade de notificar às autoridades competentes as substâncias perigosas que fosse utilizada na produção ou que dela resultassem. Estabelecia a previsão de planos de emergência e de intervenção, e a comunicação imediata, no caso de ocorrência de um acidente maior. Aos Estados-Membros, impunha o dever de informar à Comissão da Comunidade Européia quaisquer acidentes de maiores proporções. Esta, por sua vez, poderia aconselhar aos outros Estados, caso houvesse a necessidade de intervenção dos mesmos em locais sob a sua jurisdição (Junior; Costa; Godini; 2006).

A Diretiva 82/501/EEC recebeu posteriormente duas alterações, sendo uma no ano de 1.987, dada pela Diretiva 87/216/EEC, e outra em 1.988, dada pela

Diretiva 88/610/EEC, cuja finalidade principal foi a de aumentar seu escopo original, em especial no que se refere a parques de tancagem de produtos perigosos. A principal motivação para estas modificações teve por finalidade refletir lições aprendidas por mais de 130 ocorrências classificáveis como acidentes maiores identificadas desde a promulgação da primeira Diretiva, observando em especial lições aprendidas dos acidentes de Bhopal já citado anteriormente, assim como o acidente ocorrido na Basiléia/Suíça, onde as ações de combate a incêndio em um depósito da empresa Sandoz resultaram na contaminação das águas do Rio Reno com mercúrio, pesticidas organofosforados e outros pesticidas (Hyde; Ferreira; Glasmeyer; 2005).

Os Estados-membros, acompanhando as resoluções do Quarto e Quinto Programas de Ação em Meio-Ambiente (1987/1993) clamavam por uma revisão geral, para inclusão, dentre outros, de um melhor gerenciamento do risco-acidente. Paralelamente, uma resolução no Parlamento Europeu também pedia uma revisão do documento pela Comissão (Wettig; Porter; 1999).

O resultado da experiência obtida com os acidentes ocorridos em Bhopal e na Cidade do México, ambos em 1984, fez com que fosse aprovada a II Diretiva Seveso, em 1996, substituindo a I Diretiva Seveso, publicada em 1982, sendo mais rigorosa nas medidas de prevenção e controle de acidentes maiores. O objetivo dessa Diretiva é basicamente, prevenir que acidentes maiores, envolvendo substâncias perigosas, ocorram e elimine as conseqüências ao homem e ao meio-ambiente (Council Directive, 1996).

Essa Diretiva estabelece para as empresas que trabalham com substâncias perigosas superiores a definida na legislação, a elaborar um relatório de segurança,

um sistema de gestão de segurança e os planos de emergência interno e externo (Melo, 2008).

Atualmente discute-se na comunidade europeia uma nova revisão da Diretiva Seveso, a qual passaria a incorporar novas lições aprendidas principalmente das ocorrências de Baia Maré na Romênia, em janeiro de 2000, aonde o vazamento de cianeto de um tanque veio a contaminar o rio Danúbio, do acidente de Enshede na Holanda, também em 2000, onde umas séries de explosões ocorreram junto a depósito de fogos de artifício importados da Ásia, e da ocorrência Toulouse/França, em 2001 onde a planta industrial da empresa AZF, mesmo estando completamente coberta pela Diretiva Seveso II, demonstrou a necessidade de implementação em especial no tocante à questão do zoneamento industrial desta modalidade de atividade (Hyde; Ferreira; Glasmeyer; 2005).

2.7 Convenção 174 - Organização Internacional do Trabalho

A Convenção nº 174 foi aprovada na Conferência Geral da OIT, em Genebra, em 2 de junho de 1993, em sua 80ª Reunião e foi adotada em 22 de junho do mesmo ano. A Convenção possui sua base na Diretiva Seveso e tem alcance e aplicação somente nas instalações expostas a riscos de acidentes maiores, como as indústrias química e petroquímica (Junior; Costa; Godini, 2006).

A implantação de legislação, tal como as existentes nos países da Europa e EUA, foi defendida para prevenir acidentes químicos ampliados. Nesse sentido, eles viam como uma importante perspectiva para o país a proposta do Convênio da OIT sobre a prevenção de acidentes industriais maiores (número 174) e as recomendações complementares (número 181), adotadas na Conferência

Internacional do Trabalho em 1993. No seminário latino-americano promovido pela OIT em 1994, em São Paulo, a delegação brasileira reiterou a necessidade do país aderir ao convênio e respectivas recomendações (Freitas; Porto; Gómez; 1994).

O assunto avança em 1998, com a formação, a convite do Ministério do Trabalho, de grupo de trabalho tripartite (governo, representantes, dos trabalhadores e representações de empresas), destinado à análise da conveniência da ratificação da Convenção 174 pelo Brasil. Após algumas reuniões e consultas, é encaminhado por unanimidade parecer favorável pela ratificação (Hyde; Ferreira; Glasmeyer; 2005).

Em 28 de julho de 2001, foi então aprovada a Convenção 174 pelo Decreto Legislativo 246/2001 e promulgada pelo Decreto 4.085, de 15/01/2002, a partir das quais o Brasil passa a assumir compromisso internacional para com o tema (Decreto nº 4.085, de 15 de janeiro 2002).

Nesse instrumento internacional fica evidenciada a necessidade de que todo Estado-membro deverá, conjuntamente com as organizações mais representativas de empregadores e de trabalhadores e outras partes interessadas que possam ser afetadas, formular, adotar e revisar, periodicamente, a legislação, as condições e as práticas nacionais, com vistas a uma política nacional coerente relativa à proteção dos trabalhadores, da população e do meio-ambiente. Evidencia, ainda, que as autoridades competentes deverão criar um sistema de identificação das instalações sujeitas a riscos de acidentes ampliados, com base numa lista de substâncias perigosas ou de categorias de substâncias, ou de ambas, que inclua suas respectivas quantidades limites. A Convenção também dispõe sobre a identificação, pelos empregadores, das instalações sob seu controle, sobre a notificação da autoridade-competente e sobre as disposições relativas a instalação.

Impõe a necessidade de que as indústrias elaborem seus relatórios de segurança, ou seja, que tenham sua gestão documentada e que, por intermédio de seus empregadores, elaborem seus relatórios de acidente para informar, à autoridade-competente e aos demais órgãos designados, a ocorrência de um acidente maior. No que diz respeito às responsabilidades das autoridades-competentes e aos planos de emergência fora do local, dispõe a convenção que, com base na informação fornecida pelo empregador, a autoridade competente assegurará que planos e procedimentos de emergência serão efetuados no caso da ocorrência de um grande acidente. Esse plano deverá conter medidas para proteção da população e do meio-ambiente fora do local de cada instalação. Dispõe ainda, sobre a política global de zoneamento de instalações expostas a riscos de acidentes maiores, com vistas ao adequado isolamento de novas instalações de risco, além da questão da inspeção das matérias tratadas na Convenção. Quanto aos direitos e obrigações dos trabalhadores e de seus representantes, estabelece que, em uma instalação sujeita a risco de acidente maior, aqueles deve ser consultados sobre as questões relativas à segurança e serem adequadamente informados sobre os riscos e suas possíveis conseqüências, planos e procedimentos de emergências e relatórios de acidentes. Devem também ser treinado para interromper a atividade em caso de risco iminente e observar os procedimentos de prevenção e de emergências. Em relação às responsabilidades dos países exportadores, a Convenção determina que se um Estado-Membro exportador proibir o uso de substâncias, tecnologias ou processos perigosos, por ser fonte potencial de acidente maior, esse Estado deverá informar todo país importador sobre essa proibição e as razões da medida. A Convenção, em suas disposições finais, institui os procedimentos, os prazos, o direito a denuncia,

dentre outras determinações às quais os Estados-Membros ficarão sujeitos no caso de ratificação da Convenção. (Junior; Costa; Godini; 2006).

2.7 Atuação Responsável® - ABIQUIM

O Atuação Responsável tem sua origem em uma iniciativa similar da Canadian Chemical Producers Association – CCPA, em 1.985. Quatro anos depois, o International Council of Chemicals Association – ICCA foi criado com o seguinte objetivo: coordenar a implantação do programa em nível mundial, definido como um compromisso do setor químico para a melhoria contínua em todos os aspectos relacionados à saúde, à segurança e ao desempenho ambiental, garantindo a transparência de suas atividades, planos e objetivos (Internacional Council of Chemicals Association, 1998).

O programa Atuação Responsável foi adotado pela ABIQUIM em abril de 1992, em uma cerimônia de assinatura dos primeiros “Termos de Adesão” por parte de empresas associadas, ocorrida na sede da associação. Um ano antes, a então diretoria da associação havia criado uma comissão especial com a missão específica de avaliar a oportunidade do desenvolvimento no Brasil de um programa no molde do Responsible Care. A comissão, coordenada pelo Diretor Presidente da Union Carbide do Brasil, Dr. Jean Daniel Peter, após um ano de análise sobre o conceito e conteúdo do programas existentes na ocasião, em especial os que haviam no Canadá e Estados Unidos, concluiu que a ABIQUIM deveria desenvolver sua própria iniciativa, tomando por base os modelos americanos, preferidos por sua estrutura de Códigos de Práticas Gerenciais. O nome Atuação Responsável foi oficializado como o nome do programa no Brasil, devido ao entendimento que uma tradução literal do termo Responsible Care para o português não teria significado e

que ele transmitia a idéia de pró-atividade e responsabilidade pretendida pela indústria (ABIQUIM, 2009).

O modelo original do programa, baseado no Responsible Care Program era organizado segundo o conceito de códigos. Esses códigos abrangiam todas as etapas dos processos de fabricação dos produtos químicos, além de tratarem das peculiaridades dos próprios produtos: segurança de processos, saúde e segurança do trabalhador, proteção ambiental, transporte e distribuição, diálogo com a comunidade e preparação e atendimento a emergências e gerenciamento do produto.

O objetivo do Código de Segurança de Processo é a prevenção de incêndios, explosões e liberações acidentais de produtos químicos em instalações industriais. As práticas estão baseadas na filosofia de que as unidades operacionais só serão mais seguras se forem planejadas de acordo com as boas práticas de engenharia, construídas, operadas e mantidas de forma adequada, passando por revisões periódicas. O conteúdo do código inclui a fabricação, o processo e o armazenamento local de produtos químicos (ABIQUIM, 2002).

Com a revisão do Atuação Responsável, foi criado o novo conjunto de Diretrizes. Diferentemente do modelo anterior, as Diretrizes foram concebidas seguindo a abordagem de “sistemas de gestão”, muito empregada no meio empresarial. Os antigos Códigos e Práticas deixam de existir, mas todo o seu conteúdo foi integralmente incorporado às novas Diretrizes.

2.8 Process Safety Management – PSM

Nos Estados Unidos, no âmbito da segurança do trabalho, sob a jurisdição da OSHA, foi instituído através da regulamentação 29 CRF (Code of Federal Regulation) 1910.119, o Process Safety Management Program, em 24 de fevereiro de 1992 (OSHA, 2009). O objetivo da regulamentação é prevenir ou minimizar as conseqüências catastróficas de um vazamento de químicos reativos, tóxicos, inflamáveis ou explosivos (Mannan, 2004).

O PSM, é aplicável a todo processo. Processo é qualquer atividade que envolve uma substância química altamente perigosa, incluindo qualquer uso, armazenamento, fabricação, manuseio e/ou movimentação de uma substância química altamente perigosa. Qualquer grupo de vasos interligado é considerado um único processo (DOE Handbook, 2004).

Tabela 1 Resumo dos elementos do PSM

Fonte: DOE Handbook, 2004. Traduzido pelo autor

Elemento	Descrição
Employee Participation	Assegurar que funcionários e seus representantes serão consultados e terá acesso a informação reservada aos elementos do PSM.
Process Safety Information - PSI	Manter informações completas e precisas sobre a tecnologia e equipamento do processo, características e propriedades físicas de todos os produtos químicos e intermediários.
Process Hazard Analysis - PHA	Identificar e avaliar os riscos do processo e tomar medidas para gerenciá-los.
Operational Procedures	Fornecer instruções claras por escrito para realização das atividades, indicando os limites operacionais, considerações de saúde e sistemas de segurança e suas funções.
Training	Fornecer treinamento inicial e reciclagem com objetivo de verificar o entendimento dos funcionários envolvidos nos processos.
Subcontractor Safety	Assegurar que a atividade dos contratados não comprometa o nível de segurança do processo ou nas proximidades deste.
Pré-Startup Safety Review	Revisar as instalações novas e modificadas antes da operação, quando a modificação é significativa o suficiente para exigir uma mudança na Informação de Segurança de Processo.
Mechanical Integrity	Garantir a integridade e segurança de funcionamento dos equipamentos através do processo de inspeção, testes, manutenção preventiva e garantia de qualidade.

Non-routine work Authorizations	Assegurar que sejam tomadas as medidas adequadas para qualquer operação não-rotineira realizadas em ou próximo de processo que pode iniciar ou promover um acidente.
Management of Change - MOC	Estabelecer e implementar procedimentos escritos para gerir mudanças (exceto para reposição) em processos químicos, tecnologia, equipamentos, procedimentos e às instalações que afetam um processo perigoso.
Incident Investigation	Procedimento escrito para investigação de eventos que resultaram em qualquer incidente ou poderiam razoavelmente resultar em um acidente.
Emergency Planning and Response	Estabelecer e implementar um plano de ação para combate a emergência.
Compliance Audits	Assegurar que o PSM está operacional e integrado com os requisitos.
Trade Secret	Garantir que todas as informações estejam disponíveis para apoiar o PSM. Quando necessário, a confidencialidade ou não divulgação podem ser utilizados.

O regulamento exige um abrangente programa de gestão: uma abordagem holística que integra processo, pessoas, produção e preparação a emergência.

3 METODOLOGIA

A metodologia é baseado em um levantamento dos requisitos legais aplicáveis ao empregador e empregado, do Decreto 4.085, de 15 de janeiro de 2002, que promulga a Convenção 174 e Recomendação 181 da OIT, sobre a Prevenção de Acidentes Industriais Maiores, vigente no Brasil, no âmbito da segurança do trabalho.

Os elementos do Process Safety Management serão comparados com os requisitos legais do Decreto 4.085/02 e uma relação com as NR aplicáveis direciona a construção de uma sistemática de prevenção de acidentes maiores baseada em conformidade legal no âmbito da segurança do trabalho.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Aplicabilidade

É elegível aos requisitos do decreto 4.085/02, toda instalação que se remete à produção, transformação, manipulação, utilização, descarte ou armazenamento de uma ou mais substâncias ou categoria de substâncias perigosas em quantidade que ultrapassam a quantidade limite. Esta lista, que deveria ser elaborada pela autoridade-competente, conforme artigo 05 do decreto, ainda não foi publicada.

Os requisitos do PSM aplicam-se a processos que envolvam produtos perigosos, presentes na lista publicada pela OSHA, ou processos que contém 10 toneladas ou mais de líquidos inflamáveis. A lista de substâncias perigosas e a quantidade limite foram publicadas em 1.992 juntamente com os elementos do PSM.

O Programa de Prevenção de Riscos Ambientais, NR 09, com existência jurídica assegurada através dos artigos 176 a 178 visam à preservação da saúde e integridade física dos trabalhadores, através da antecipação, reconhecimento, avaliação e conseqüente controle de riscos ambientais que venham existir no ambiente de trabalho. A NR 15, que tem existência jurídica assegurada através dos artigos 189 a 192 do Capítulo V da CLT, define em seus anexos os agentes insalubres, limites de tolerância e os critérios técnicos e legais para avaliar e caracterizar as atividades e operações insalubres e o adicional devido para cada condição. Outras duas NR são relacionadas à lista de substâncias perigosas: a 16 e 20, que possuem existência jurídica assegurada através dos artigos 193, 194, 195, 196, 197 e 200 respectivamente. A NR 16 estabelece direito de adicional de periculosidade, referente a 30% do salário nominal ao empregado que esteja

exposto a trabalhos com inflamáveis, mas não somente a este risco. A NR 20 trata dos aspectos de segurança envolvendo as atividades com líquidos inflamáveis e combustíveis, GLP e outros gases inflamáveis. Com existência jurídica assegurada através dos artigos 179 a 181 da CLT, a NR 10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade, preconiza em seu item 10.9.2 que os materiais, peças, dispositivos, equipamentos e sistemas destinados à aplicação em instalações elétricas de ambientes com atmosferas potencialmente explosivas devem ser avaliados quanto a sua conformidade, no âmbito do Sistema Brasileiro de Certificação. Portanto, quando o processo conter substâncias inflamáveis, as áreas devem ser classificadas como potencialmente explosivas e atender ao item citado, para prevenir incêndios e explosões.

4.2 Política Nacional de Prevenção de Acidentes Maiores

O Congresso Nacional aprovou o texto da Convenção 174 da OIT e decretou que esta seria executada e cumprida tão inteiramente como nela se contém. O artigo 04 do decreto 4.085/02 preconiza que o estado-membro deve adotar uma política nacional para prevenção de acidentes maiores com danos à população e meio-ambiente – ato este que ainda não foi posto em prática.

A resolução 29 CFR 1910.119, cumpre sua função de adotar uma política nacional para prevenção de acidentes maiores com danos à população e meio-ambiente.

Na ausência de uma política brasileira de prevenção de acidentes maiores publicada, o empregador pode recorrer a experiências e boas práticas internacionais

e adotar os conceitos existentes para garantir e promover a saúde e segurança do trabalhador, comunidade externa e meio-ambiente.

4.3 Responsabilidade dos Empregadores

4.3.1 Identificação

Os empregadores deverão identificar uma instalação exposta a risco de acidentes maiores (artigo 07 – decreto 4.085/02), verificando se há em seu processo a presença de alguma substância perigosa ou de categoria de substância perigosa, ou de ambas, em uma quantidade limite, apesar de a autoridade-competente não ter definido e publicado qualquer lista de substância perigosa ou categoria de substância perigosa, conforme o artigo 05 atribui à sua responsabilidade. A autoridade competente, tampouco, publicou as disposições especiais para proteger as informações confidenciais que lhe são transmitidas, conforme estabelece o artigo 06 do mesmo decreto. O elemento do PSM chamado de Trade Secret tem como finalidade garantir a confidencialidade das informações transmitidas pelos empregadores.

A resolução 29 CFR 1910.119 publicou uma lista de substâncias perigosas e quantidades limites, que permite ser referência, para esta lacuna do decreto 4.085/02.

4.3.2 Notificação

Conforme já citou Hyde; Ferreira; Glasmeyer em 2005, a NR 02, da Portaria 3214/78, permitiria um melhor acompanhamento e controle dos riscos eventualmente presente nas instalações, podendo comportar a obrigatoriedade de apresentação do Process Hazard Analysis – PHA e Emergency Planning and

Response. Esta proposta simplifica e estabelece meios eficazes de cumprir o artigo 08 do decreto 4.085/02, que se remete a notificação à autoridade competente de todas instalações expostas a riscos de acidentes maiores, incluindo as existentes e aquelas que serão desativadas.

4.3.3 Disposições relativas à instalação

Os empregadores, para cumprir o artigo 09 do decreto 4.085/02, deverão estabelecer e manter um sistema documentado de prevenção de riscos de acidentes maiores no qual estejam previstos:

Identificação e o estudo dos perigos e avaliação dos riscos

A letra a do artigo 09 do decreto 4.085/02 preconiza que deve ser identificado e estudado os perigos e avaliado os riscos, considerando a interação entre as substâncias. Não é definida ou sugerida qualquer técnica de análise de riscos, bem como frequência de estudo.

O Process Safety Management – PSM, contém entre seus elementos o Process Hazard Analysis – PHA, cujo objetivo é estudar os risco de um processo, onde medidas preventivas devem ser aplicadas para minimizar probabilidade de ocorrência de acidentes. Considera-se o PHA, o elemento essencial para prevenção de acidentes maiores, visto que é a partir deste estudo que os riscos de processo são reconhecidos, bem como os equipamentos, instalações e a interação entre as substâncias.

A equipe responsável pela condução de um PHA deve ser composta pelos cargos de, embora não deve ser limitado a estes: líder do projeto (implementa o projeto e gerencia custos), engenheiro de segurança do trabalho (suporta

tecnicamente a compreensão dos riscos), engenheiro de processo (profundo conhecimento do diagrama/fluxograma do processo), supervisor manufatura (operação do processo), supervisor de manutenção (características, confiabilidade, manutenção preventiva e preditiva dos equipamentos).

A escolha da técnica mais apropriada para a condução de um PHA, deve ser baseada na experiência e conhecimento da equipe, criticidade do processo, fase da construção ou operação e fase do projeto / processo. As melhores técnicas para estudo de risco de um processo são as seguintes:

Tabela 2 Técnicas de análise de risco x fase do projeto
Fonte: elaborada pelo autor

	Revisão de Pré-Partida	What If	Hazop	FMEA	Análise Quantitativa
Concepção Análise projeto		x	x	x	O
Pré-partida	x				
Modificação		x	x	x	O
Expansão		x	x	x	O
Desativação		x	x	x	

- **Revisão de segurança de pré-partida:** garante que instalações ou equipamentos novos ou modificados foram construídos e instalados de acordo com os requisitos do projeto, que todos os procedimentos do processo e treinamentos para os funcionários estão adequados e concluídos antes da introdução da substância

química perigosa e que todas as recomendações do PHA foram cumpridas. Deve ser utilizado apenas para complementar o PHA, antes da partida do processo.

- **What if:** técnica de análise, qualitativa, cuja aplicação é bastante simples e útil para abordagem em primeira instância na detecção exaustiva de riscos. A finalidade é testar possíveis riscos presentes, que não foram controlados e basicamente ocorre através de perguntas de probabilidade de ocorrência de acidentes. Geralmente, usa-se a seguinte pergunta: “E se...”

- **Hazop:** técnica de análise qualitativa desenvolvida com o intuito de examinar as linhas de processo, equipamentos do processo e sistemas, identificando perigos e prevenindo problemas. Usado principalmente quanto da implantação de novos processos na fase de projeto ou em modificações de processo já existentes. O ideal é que o estudo seja desenvolvido antes mesmo da fase de detalhamento e construção do projeto. A técnica HAZOP permite que as pessoas liberem sua imaginação, pensando em todos os modos pelos quais um evento indesejado ou problema operacional possa ocorrer. Para evitar que algum detalhe seja omitido, a reflexão deve ser executada de maneira sistemática, analisando cada circuito, linha por linha, para cada tipo de desvio passível de ocorrer nos parâmetros de funcionamento. Para cada linha analisada são aplicadas às séries de palavra-guia, identificando os desvios que podem ocorrer caso a condição proposta pela palavra-guia ocorra. Identificadas as palavras-guia e os desvios respectivos, pode-se partir para a elaboração das alternativas cabíveis para que o problema não ocorra, ou seja, mínimo. Convém, no entanto, analisar as alternativas quanto a seu custo e operação.

- **Análise de Modos de Falha e Efeitos (FMEA):** análise detalhada, qualitativas ou quantitativas, permitindo analisar maneiras, pela qual um equipamento ou sistema

pode falhar e os efeitos que poderão advir, estimando ainda as taxas de falha e estabelecer mudanças e alternativas que possibilitem uma diminuição das probabilidades de falha, aumentando a confiabilidade do sistema. A FMEA é mais aplicável às indústrias de processo, com instrumentos de controle, levantando necessidades adicionais e defeitos do projeto. A técnica auxilia ainda na determinação e encadeamento dos procedimentos para contingências operacionais.

- **Análise quantitativa:** modelo matemático utilizado para riscos maiores e suporte de decisões do time de análise de risco. Usado para cálculo da abrangência de vazamento, incêndio ou explosões, muito utilizado em análise de riscos ambientais. Os resultados desta técnica nortearão o time a decidir o local mais seguro da instalação em relação à comunidade externa, abrangência da nuvem tóxica de uma substância perigosa, a abrangência do incêndio ou explosão. No âmbito da segurança do trabalho, esta técnica não é comumente utilizada.

Periodicamente, a instalação deve ter o estudo de análise de risco revisado, de modo a garantir que o processo esteja controlado, face aos riscos identificados no PHA. A alta direção da instalação deve estar alinhada com o plano de ação e prover recursos necessários.

A NR 01, item 1.7 letra c preconiza que os empregados devem informar aos trabalhadores os riscos profissionais que possam originar-se nos locais de trabalho e os meios para prevenir e limitar tais riscos e as medidas adotadas para controle. Todo esse contexto se remete à técnica de análise de risco, aonde não deve ser excluído, o risco de ocorrência de acidentes maiores. Este item da NR pode ser atribuído, além do PHA, ao elemento Employee Participation do PSM e a letra f do artigo 09 do decreto 4.085/02.

Medidas técnicas

As medidas técnicas que compreendam o projeto, os sistemas de segurança, a construção, a escolha das substâncias químicas, o funcionamento, a manutenção e a inspeção sistemática da instalação devem ser previstas no gerenciamento de riscos, conforme letra b – artigo 09 do decreto 4.085/02.

As medidas técnicas que compreendam o projeto, incluindo os sistemas de segurança, origina-se nas recomendações do PHA. A prioridade é adotar medida de engenharia que eliminem ou reduzem o risco. Estas medidas devem também, serem destinadas a limitar as conseqüências de um acidente maior (artigo 09 letra e).

Compreendendo as medidas técnicas de manutenção e inspeção sistemática da instalação, sugere-se o elemento do PSM chamado de Mechanical Integrity. O objetivo é garantir a integridade e operação segura dos equipamentos de processo, que os componentes primários e secundários são concebidos, instalados e operados adequadamente, realizar inspeção, testes e manutenção preventiva. O programa deve ser pró-ativo e não reativo, abrangendo todos os equipamentos utilizados para processar, armazenar ou manusear as substâncias perigosas, com atuação em duas linhas. A 1º linha de defesa é prevenir vazamentos de equipamentos que processam substâncias perigosas, por exemplo, sistemas de nível, diques de contenção, controle de drenagem, válvulas de alívio de segurança, sistema de filtragem, lavadores de gases ou queimadores. A 2º linha de defesa é uma combinação de contenção e sistemas de segurança, como detectores de vazamento e sistema fixo de combate a incêndio, sistemas de supressão e interlocks de bombas.

O escopo do programa de Mechanical Integrity é composto de procedimentos escritos de manutenção, mantenedores treinados, procedimentos de inspeção e ensaio em conformidade com normas e padrões, cronogramas de inspeção e testes

de equipamentos, inclusive para verificar a conformidade de uma nova instalação e programa de manutenção preventiva, no mínimo, dos seguintes equipamentos: recipientes sob pressão, tanques de armazenagem, sistemas de tubulações, válvulas, sistemas de alívio de segurança, dispositivos de vents, dumpers e sumpers, sensores, alarmes, interlocks e bombas.

O elemento Mechanical Integrity possui uma estreita relação com a NR 13, que tem sua existência jurídica assegurada através dos artigos 187 e 188 da CLT. Esta NR estabelece que caldeiras, equipamentos e recipientes em geral que operam sob pressão, deverão dispor de válvulas de alívio e outros dispositivos de segurança, que serão periodicamente inspecionados e aprovados por profissional legalmente habilitado, entre outros requisitos.

O PSI – Process Safety Information, do PSM, reúne uma coleção completa e precisa de informações para conduzir uma análise de risco de processo, entre eles características das substâncias químicas, funcionamento de equipamentos e processo e características ambientais. O nível de detalhes necessário para as informações de segurança de processo deve se basear na complexidade das operações, na severidade dos riscos das substâncias químicas utilizadas no processo, riscos apresentados pelo equipamento, a quantidade potencial de funcionários e comunidade externa que possam ser afetados e o histórico operacional de uma instalação.

Tabela 3 Exemplo de PSI
Fonte: elaborado pelo autor

Substâncias Químicas		
Nome químico	Número CAS	Estado físico
Densidade (líquidos)	Ponto de fusão (sólidos)	Ponto de fulgor (líquidos)
Temperatura auto-ignição	Ponto ebulição (líquidos)	Pressão de vapor
Limite inferior e superior de inflamabilidade	Composição e classificação do resíduo	Poeiras combustíveis: Kst - PMax - Temperatura ignição - condutividade
Resposta à emergência	Propriedades pirofóricas	Primeiros socorros
Efeito potencial a saúde	Exotermia	Tratamento do efluente
Características dos Equipamentos		
Sistemas de segurança e os controles de processo	Intertravamentos em sistemas automatizados.	Sistemas de parada de emergência.
Projeto de sistema de alívio (PSV, disco de ruptura, cortachama).	Diagrama de tubulação e instrumentação (P&ID).	Especificações (por exemplo, pressão, temperatura, fluxo, condições especiais).
Materiais de construção.	Projetos de vasos de pressão, tanques, bombas, trocadores de calor e outros equipamentos.	Classificação elétrica.
Sistemas de tubulação.	Projeto de ventilação/exaustão.	Documentos aplicáveis a NR13.
Características do Processo		
Diagrama de fluxo em bloco e/ou diagrama de fluxo de processo (equipamentos principais e lógicos de processo).	Reação química desejada, subprodutos e reação química indesejável provável.	
Características Ambientais		
Toxicidade para corpos aquáticos e respirometria.	Destinação de resíduos (resíduos do processo e características).	

Medidas organizacionais

As medidas organizacionais que compreendam a formação e instrução do pessoal, o fornecimento de equipamentos de proteção destinados a garantir sua segurança, alocação de pessoal, hora de trabalho, a definição de responsabilidades e o controle sobre prestadores de serviço e os trabalhadores temporários no local da instalação devem ser previstas no gerenciamento de riscos, conforme letra c – artigo 09 do decreto 4.085/02.

Na impossibilidade da adoção de medidas de engenharia, as medidas administrativas devem ser conduzidas, que incluem o fornecimento de equipamentos de proteção (artigo 09 letra c decreto 4.085/02).

A NR 06 estabelece definições legais, forma de proteção, requisitos de comercialização e responsabilidades (empregador, empregado, fabricante, importador e MTE). Esta norma é de fundamental importância para a aplicação da NR 15, na caracterização e/ou descaracterização da insalubridade. A NR 06 tem sua existência jurídica assegurada através dos artigos 166 a 167, da CLT. A adoção de EPI não irá evitar a ocorrência de um acidente maior, mas complementarmente a sistemática de prevenção da instalação, oferecendo proteção ao trabalhador próprio.

Os funcionários que deverão ser abrangidos pelos requisitos do elemento do PSM conhecido como Training são todos aqueles envolvidos na operação e manutenção de instalações expostas a riscos de acidentes maiores, incluindo supervisores e gerentes, temporários ou contratados. Os treinamentos devem garantir que estes funcionários compreendam os riscos químicos e os controles adotados, procedimentos de trabalho e os procedimentos de emergência. O programa de treinamento deve garantir cronograma e plano de treinamento, qualificação dos treinadores e métodos que garantam que as competências foram desenvolvidas, como testes.

Antes de atribuir tarefas a qualquer funcionário, um treinamento inicial deve ser conduzido. Os treinamentos de reciclagem devem ocorrer freqüentemente, no mínimo a cada 03 anos ou baseado na complexidade do processo. Os treinamentos iniciais e as reciclagens devem incluir os seguintes itens: características do processo (riscos identificados na análise de risco), práticas seguras de trabalho (partida inicial, operação normal, paradas de emergência e retomada do processo), procedimento

de resposta à emergência, parâmetros de processo (pressão, vazão, temperatura e alarmes) e comportamento seguro (procedimentos operacionais e análise de risco do trabalho).

A NR 01 tem sua existência jurídica assegurada através dos artigos 154, 155, 156, 157, 158 e 159 da CLT. O item 1.7.b preconiza que o empregador deve instruir os empregados, através de ordens de serviço, quanto às precauções a tomar no sentido de evitar acidentes do trabalho ou doenças ocupacionais. A ocorrência de um acidente maior afetará diretamente os trabalhadores de uma instalação exposta à ocorrência a este risco. A ordem de serviço elaborada, para cumprimento deste requisito da NR, deve considerar todas as precauções a tomar no sentido de evitar acidentes de trabalho, que poderão ter conseqüências catastróficas, vindo a ser qualificados como acidente maior.

O objetivo do elemento do PSM, chamado de Subcontractor Safety, é garantir que a cultura de segurança e comprometimento da empresa contratada esteja no mesmo patamar da empresa contratante. O gerenciamento de contratados deve iniciar antes mesmo da contratação destas empresas, através de auditorias do sistema de gestão e ferramentas. As empresas que não se mostrarem capazes de comprometer-se com a política de prevenção de acidentes da contratante não devem participar do processo orçamentário.

O contratante deve:

- avaliar o programa de segurança do trabalho das contratadas, incluindo manual de segurança, últimas análises de acidentes e quase-acidentes ocorridos, boas práticas e procedimentos de segurança.
- treinar os contratados sobre o potencial de ocorrência de acidentes industriais maiores, em modo igual ao treinamento oferecido aos funcionários próprios.

- prover acesso aos contratados, as informações de segurança de processo, análise de risco do processo, procedimentos operacionais e análise de risco do trabalho.
- treinar os contratados no plano de preparação e resposta a emergências.
- restringir o acesso da contratada às áreas com risco, ao qual o contratado não tem atuação, de modo que reduza a exposição ao risco.
- realizar avaliações periódicas do desempenho e formação dos contratados, para garantir que há adesão ao programa da contratante.
- manter um canal para comunicação de acidentes e quase-acidentes das empresas contratadas.
- envolver os contratados no programa de permissão de trabalho para atividades controladas, como trabalho a quente, abertura de linhas pressurizadas, espaço confinado e trabalho elétrico.

Plano e procedimento de emergência

No que se refere a planejamento e resposta a emergência, conforme preconiza o artigo 09, letra d do decreto 4.085/02, deve ser compreendido: preparação de planos de emergência, com procedimentos médicos, verificação e avaliação periódica de sua eficácia, informação à autoridade-competente destes planos e consulta as autoridades ou organismos.

Os recursos financeiros e técnicos de uma instalação com risco de ocorrência de acidentes maiores devem ser direcionados para aplicação de medidas de engenharia e administrativa de prevenção, e depois de esgotar as alternativas, o plano de emergência deve ser elaborado. Desta forma, conceitualmente a prevenção será aplicada nas etapas adequadas.

Um plano de emergência deve ser construída, considerando fatores essenciais e o elemento Emergency Planning and Response, do PSM:

- **cenários de risco e recursos disponíveis:** reconheça os processos e equipamentos críticos da instalação, que tenham alta probabilidade de ocorrência de acidentes, com conseqüências catastróficas. Identifique o tipo de ocorrência mais provável – incêndio, vazamento ou explosão. Reconheça todos os recursos disponíveis para atendimento ao tipo da emergência, como: hidrantes, extintores de incêndio, sprinkler, sistemas de supressão de explosão, absorventes orgânicos, saídas de emergência, rota de fuga, ponto de encontro (áreas seguras), abrigo de mangueiras, macas, chuveiro e lava-olhos de emergência, canhões monitores de líquido gerador de espuma, reserva de água de incêndio, cilindros autônomos de ar respirável, respiradores e outros que possam ser aplicáveis ao tipo de cenário. Funcionários treinados devem estar disponíveis em quantidade suficiente para atuar no controle de uma emergência.
- **procedimento operacional padrão:** depois de cumprir a etapa 1, cria-se o procedimento operacional para combate. O objetivo principal é planejar o modo de atendimento ao sinistro reconhecido no cenário, da forma mais segura aos brigadistas, funcionários e comunidade externa, minimização de impactos ambientais e perdas materiais. O procedimento deve incluir protocolos médicos de atendimento, reconhecendo os efeitos potenciais à saúde da substância envolvida no sinistro.
- **treinamento:** o procedimento operacional padrão é o tema central do treinamento para todos os envolvidos e afetados em uma emergência na instalação. Os brigadistas serão treinados exaustivamente, de modo que entendam as causas da ocorrência e quais medidas serão adotadas para controle. Os afetados serão

treinados para reconhecer uma emergência, acionar os alarmes e comunicar os sinistros, bem como abandonar o local e refugiar-se em área segura. A comunidade externa deve possuir bons conhecimentos sobre o risco da instalação exposta a acidentes industriais maiores e o que fazer em caso de emergência.

- **simulados de emergência:** periodicamente e conforme o cenário de risco identificado, a instalação deve promover simulados de emergência, de modo que os eventos ocorram da forma mais real possível. O simulado deve ser baseado no cenário de risco identificado e ter o maior sigilo antes de acontecer. Durante a realização do simulado, todos os envolvidos e afetados deverão atuar conforme o procedimento operacional padrão e o treinamento ministrado. Ao final do simulado, a equipe de emergência e a alta administração da instalação devem realizar as análises críticas do evento, buscando oportunidade de melhorias no planejamento e resposta a emergências.

Quanto à comunicação às autoridades-competentes sobre os possíveis acidentes e os planos de emergência locais, apesar de ser de extrema importância, este item tem o mesmo tratamento dado a identificação da instalação exposta a acidente maior. Com a organização e atuação forte da autoridade-competente, medidas destinadas a limitar as conseqüências de um acidente maior, poderiam ser tomadas, conforme preconiza a letra e do artigo 09 do decreto 4.085/02.

O item 23.1 da NR 23; que tem sua existência jurídica assegurada através do artigo 200 da CLT, preconiza que as empresas deverão possuir proteção contra incêndio, saída de emergência e pessoas adestradas para usar equipamentos de emergências. Porém estes requisitos legais são exigências mínimas e devem ser complementados com o elemento Emergency Planning and Response do PSM.

Consulta com os trabalhadores e seus representantes

Tanto a letra f do artigo 09 quanto à parte V – Direitos e Obrigações dos Trabalhadores e de seus Representantes, do artigo 20, do decreto 4.085/02, divulgam o papel dos trabalhadores e seus representantes em uma instalação exposta a risco de acidente maior. Eles devem ser consultados mediante mecanismos apropriados de cooperação, de modo que estejam informados dos riscos da instalação. Devem ainda ser instruídos e treinados e adotar medidas corretivas e em caso necessário, ter fundamento e justificativa razoável para interromper uma atividade, que acredite estar em risco iminente de operação.

Em outra via, os empregados devem cumprir procedimentos e prática de prevenção, bem como com os procedimentos de emergência em caso de ocorrência de acidentes.

O Employee Participation, elemento do PSM, emprega responsabilidades ao empregador para desenvolvimento de um plano escrito para garantir a participação dos funcionários e seus representantes.

A eficácia da participação dos funcionários, para prevenção de acidentes maiores, bem como em qualquer outro programa de uma organização, depende de fatores como senso de propriedade e comprometimento. Estes dois fatores são desenvolvidos junto aos funcionários através de exemplo da liderança.

O plano elaborado pelo empregador para garantir a participação dos funcionários, deve principalmente, além do exemplo da liderança, reservar recursos e tempo necessário para que possa haver contribuição e fundamento dos trabalhadores em elementos como Análise de Risco de Processo, Procedimentos Operacionais, Planejamento e Resposta a Emergência e Gerenciamento de Modificações.

A Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – CIPA tem como objetivo a prevenção de acidentes e doenças decorrentes do trabalho. Novamente, é reforçado que a ocorrência de um acidente maior, traz conseqüências diretas ao trabalhador, sendo caracterizado como acidente do trabalho. Em suas atribuições, os integrantes da CIPA devem identificar os riscos do processo de trabalho, elaborar plano de trabalho para ações preventivas e implementar as medidas de prevenção necessárias. Realizam inspeções para identificar situações de riscos, divulgação de informações relativas à saúde e segurança, deve requerer a paralisação das operações quando esta apresentar risco grave e iminente e participam de análise de acidentes e doenças do trabalho, entre outras. A CIPA é regulamentada pela NR 05, com existência jurídica assegurada através dos artigos 163, 164 e 165 da CLT.

A NR 01, item 1.7 letra c e d, assegura informação aos trabalhadores dos riscos do local de trabalho, meios e medidas adotadas para prevenção destes, resultados dos exames médicos e avaliações ambientais realizadas nos locais de trabalho. Assegura também que os representantes dos trabalhadores acompanhem a fiscalização dos preceitos legais e regulamentares sobre segurança e medicina do trabalho.

Acidentes e Quase-Acidentes

Uma instalação exposta a risco de acidente maior deve promover a melhoria do sistema, incluindo medidas para agrupar informações e analisar acidentes e quase-acidentes ocorridos, para posteriormente discutir a experiência com os trabalhadores e seus representantes.

As diretrizes do elemento Incident Investigation do PSM, preconizam que todo quase-acidente e acidente devem ser analisados fortemente para reconhecimento

de sua causa raiz e atuação para prevenção de novas ocorrências. Uma instalação exposta a risco de ocorrência de acidentes industriais maiores deve possuir uma sistemática para análise de acidentes, estabelecendo:

- **Composição do time de análise:** deverá ser compostos por representantes da manutenção, processo e operação, segurança do trabalho e meio-ambiente funcionários envolvidos e testemunhas. Este time deve ser liderado pelo representante da alta direção da instalação, ao qual fortalecerá o evento, disponibilizando recursos para as medidas corretivas e preventivas.

- **Metodologia:** uma análise de acidentes inclui a visita ao local da ocorrência, fotografias ou filmagem do cenário, entrevista de testemunhas e vítimas, observação dos equipamentos afetados, revisão de as-built, parâmetros do processo como temperatura, pressão, volume e outros que se aplicam, procedimentos e manuais de equipamentos, bem como documentos de inspeção ou relatórios. Todos estes dados devem estar reunidos para enriquecimento e aplicação da metodologia definida, que entre as mais usadas, se destaca a árvores de causas.

- **Tratamento de medidas corretivas:** as medidas corretivas devem estar totalmente relacionadas à causa raiz apontada na análise do acidente. A proposição de medidas preventivas que possuem abrangência em processos similares é uma boa prática. Tanto as medidas corretivas, quanto às medidas preventivas devem possuir prazo de conclusão fixado e compatível com a severidade do acidente.

- **Relatório de acidente:** a descrição do acidente com data e hora da ocorrência, a composição do time de análise, a causa raiz apontada, as medidas corretivas e preventivas definidas devem compor o relatório de acidente. Este relatório deve ser arquivado de modo que evidencie a sistemática de análise e agrupe informações

sobre o histórico do processo e possa ser o meio de troca de experiência com os funcionários da instalação.

O artigo 13 do decreto 4.085/02 preconiza que os empregadores devem informar a autoridade-competente e aos demais órgãos designados para este fim, tão logo um acidente ocorra. Já o artigo 14 do mesmo decreto, estabelece que após o acidente maior, os empregadores deverão apresentar à autoridade-competente um relatório detalhado no qual estejam analisadas as causas dos acidentes e sejam indicadas suas conseqüências locais, assim como todas as medidas adotadas para atenuar seus efeitos. Embora a autoridade-competente não tenha estabelecido o prazo para a apresentação do relatório, é boa prática que o empregador o faça tão logo tenha definido as causas, sabendo que o próprio Relatório de Acidente pode ser este instrumento (comunicação e relatório).

Como dito no item anterior, o integrante da CIPA tem como atribuição, participar da análise da causa dos acidentes ocorridos na instalação, conforme estabelece a NR 05.

Relatório de Segurança

O Relatório de Segurança é um instrumento de informação à autoridade-competente de toda sistemática criada para controle de acidente maior composto pelos itens do artigo 09. É regulamentado pelo artigo 10 do decreto 4.085/02 e aplica-se para as instalações já existentes, dentro do prazo posterior à notificação que prescreva a legislação nacional e também aplicável a qualquer nova instalação exposta a riscos de acidentes maiores, antes de entrar em operação.

Cumpra-se este item, informando toda a sistemática documentada de prevenção de riscos de acidentes maiores, indicados pelo artigo 09.

Já o artigo 11 preconiza que os empregadores deverão rever, atualizar e modificar o Relatório de Segurança em caso de uma modificação que tenha uma influência significativa sobre o nível de segurança da instalação ou nos procedimentos de trabalho da mesma ou sobre as quantidades de substâncias perigosas presentes ou quando o desenvolvimento em conhecimentos técnicos ou em avaliação dos perigos se torne necessários. O decreto 4.085/02 também impõe uma revisão nos intervalos prescritos pela legislação nacional – mesmo sem prever periodicidade, ou quando solicitado pela autoridade-competente.

O item 2.4 da NR 02 – Inspeção Prévia, preconiza que a empresa deve comunicar e solicitar aprovação do órgão regional do MTE quando ocorrer modificações substanciais nas instalações e/ou nos equipamentos de suas instalações. A NR 02 tem sua existência jurídica assegurada pelos artigos 160 e 161 do Capítulo V da CLT. Atualmente, a NR 02 carece de uma revisão substancial em seus itens e forma de cumprimento – se uma empresa deixa de solicitar inspeção prévia e, também, não apresenta a declaração, não há gradação de multa inserida na NR 28 – Fiscalização e Penalidades.

O Management of Change – MOC do PSM tem como objetivo exigir controle sobre qualquer modificação com influência significativa em equipamentos, procedimentos e materiais, garantindo análise crítica antes da implementação do projeto.

Este elemento do PSM é uma parte crítica, pois é fator de integração entre vários elementos do programa. Uma modificação é definida como qualquer alteração, quer seja temporária ou permanente, que possa afetar o controle ou a integridade física de um sistema. Modificações de processo incluem modificações de tecnologia (matéria-prima, processos químicos, processo de controle de sistema,

especificações de equipamentos e tubulações), adição ou remoção de equipamentos, parâmetros de processos ou procedimentos.

A eficácia do programa de MOC depende exclusivamente da capacidade do avaliador em reconhecer e entender as ramificações propostas na modificação e as interdependências e relações entre o processo. O fluxo de aprovações deve ser rastreado e escrito, com definição de responsabilidades e autoridades dos envolvidos. A base para a mudança deve ser criteriosa, incluindo discussões técnicas do time de aprovação, definindo o nível de segurança aceitável do processo baseada na avaliação do risco, potencial do acidente e suas conseqüências. Uma análise de risco de processo pode ser conduzida.

Um programa de MOC também pode ser utilizado para atualizar o PSI e o PHA, modificar os procedimentos operacionais e análise de risco do trabalho, rever o elemento Training e promover Employee Participation, atualizar o Emergency Planning and Response e verificar a Mechanical Integrity.

Depois da implementação da modificação, o formulário do MOC deve ser arquivado e integrado aos documentos que compõem o elemento o PSI. Este documento será evidência objetiva e estará incluso no Relatório de Segurança em todas as modificações que tenham influência significativa na segurança das instalações expostas a riscos de acidentes maiores.

Process Safety Management

O seguinte exemplo mostra que os elementos do PSM estão integrados formando uma sistemática de prevenção de acidentes maiores: estudos pilotos indicam que rendimentos elevados podem ser obtidos com o aumento de temperatura no reator. Esta mudança na temperatura deve ser aprovada por todos

os técnicos responsáveis (MOC). O impacto dessa mudança é avaliado através da revisão da Process Hazard Analysis (PHA), o que resulta em uma recomendação para modificar o sistema de alívio de pressão. Essa alteração de temperatura do reator no sistema de alívio de pressão demanda novos procedimentos operacionais (Operational Procedure), que por sua vez indica necessidade de formação e treinamento para os operadores (Training). A modificação do sistema de alívio de pressão será realizada por uma empresa contratada (Subcontractor Safety). Esta atividade envolve trabalho a quente, o que exige uma permissão de trabalho a quente para a empresa contratada (Non-routine Work Authorizations – Hot Work Permits). O potencial impacto deste processo exigirá uma revisão dos planos de resposta à emergência (Emergency Planning and Response). O novo sistema de alívio de pressão deverá ser inspecionado e testado (Mechanical Integrity) e todos os fatores para seu funcionamento seguro deverão ser revistos antes da partida do processo (Pré-Startup Safety Review). Os diagrama de tubulação e instrumentação e outros desenhos relacionados ao processo modificado deverão ser revisados (Process Safety Information). A lógica e as informações sobre as alterações devem estar disponíveis para consulta dos funcionários (Employee Participation). Esta informação contribuirá para a atualização do PHA para conhecimento dos riscos potenciais associados aos novos equipamentos. Além disso, o processo de inspeção, manutenção e treinamento deverão ser atualizados.

5 CONCLUSÃO

Não há justificativas para abordar prevenção de acidentes maiores, desprezando a saúde e segurança do trabalhador de uma instalação, visto que 44% das vítimas de um acidente maior são trabalhadores próprios. Isto porque, a

ocorrência de acidentes maiores, afetará os trabalhadores da instalação, antes de afetar a comunidade externa, de forma catastrófica. Portanto, a construção de uma sistemática de prevenção de acidentes maiores bem como a adequação às normas regulamentadoras e outros requisitos legais aplicáveis, como o decreto 4.085/02, deve ser conduzida pelo engenheiro de segurança do trabalho.

O Brasil, como Estado Membro da OIT, possui sérias deficiências para prover mecanismos legais e dispor de uma sistemática de prevenção de acidentes maiores. Mesmo com a promulgação, através do decreto 4.085/02, ainda não foi publicada a lista ou categorias de substâncias perigosas com a quantidade limite, e a política nacional de proteção dos trabalhadores, população e meio-ambiente. Estes fatores são vitais e impede a aplicação dos requisitos deste decreto por parte dos empregadores.

O engenheiro de segurança do trabalho tem a possibilidade de adotar o PSM, de forma pró-ativa, sabendo que a legislação brasileira apresenta tal inércia. O PSM apresenta-se como o mais completo, consolidado e robusto. Apresenta a lista de substâncias químicas altamente perigosas, sendo esta, o suporte para identificação da instalação como potencialmente exposta a risco de acidentes maiores. Seus elementos são integrados, garantindo a criação de uma sistemática de gestão de riscos de acidentes maiores.

Pela análise dos elementos do PSM tais como Employee Participation, Mechanical Integrity, PHA, PSI, Training, Emergency Planning and Response, verifica-se que é possível integrar os funcionários e seus representantes a sistemática, levantar as informações de segurança do processo, analisar os riscos e perigos, treinar os funcionários da instalação, gerenciar as empresas contratadas, manter os equipamentos críticos em perfeito funcionamento, gerenciar modificações,

analisar acidentes e quase-acidentes, planejar e responder a emergências. Esses elementos possuem estreita relação com os requisitos do decreto 4.085/02, demonstrando facilitar a conformidade legal às legislações brasileiras. Ainda, o engenheiro de segurança do trabalho, conseguirá estabelecer relação do PSM aos requisitos das normas regulamentadoras 01, 02, 05, 09, 10, 13, 15, 16 e 20, mantendo a instalação em conformidade legal e garantindo a segurança e saúde do trabalhador e comunidade externa.

REFERÊNCIAS

LESS, Frank P. **Loss Prevention in The Process Industries: hazard identification, assessment and control**. Editora Butterworth-Heinemann 1^o / 2^o / 3^o ed. 1996.

DEPARTMENT OF EMPLOYMENT. **The Flixborough Disaster. Report of the Court of Inquiry**. Her Majesty's Stationery Office (H.M.S.O), London 1975 (56 pages).

LAGADEC, P.; **Major Technological Risk – An Assessment of Industrial Disasters**. Pergamon Press.

WILLEY, RONALD J (Northeastern University, Boston, MA).; HENDERSHOT, DENNIS C (Chilworth Technology Inc., Plainsboro, NJ).; BERGER, SCOTT (CCPS Director, AIChE, New York, NY).; **The Accident in Bhopal: observations 20 years later**.

KALELKAR, ASHOK S.; ARTHUR D. LITTLE.; **Investigation of large-magnitude incidents: Bhopal as a case study**. Inc. – Cambridge Massachusetts, USA. London England May 1988 – www.bhopal.com

HYDE, ELISABETE, P. D.; FERREIRA, EMERSON G.; GLASMEYER, SERGIO, P.; **Acidentes químicos ampliados: uma proposta para a implementação de mecanismos de controles a partir de requisitos legais**. Faculdade Senac de Educação Ambiental, 2005.

WETTING, JURGEN.; PORTER, SAM.; **The Seveso II Directive** – February 1999.

MELO, CÁSSIA. V. A.; **Metodologia para o gerenciamento de situações emergenciais**. Obtenção de mestre na Universidade Federal de Pernambuco, 2008.

Council Directive. **COUNCIL DIRECTIVE 96/82/EEC ON THE CONTROL OF THE MAJOR ACCIDENT HAZARDS**. Official Journal of the European Communities N^o L 10 of 14 January 1996.

FREITAS, CARLOS, M.; PORTO, MARCELO F. S.; GOMEZ, CARLOS, M.; **Acidentes químicos ampliados: um desafio para a saúde pública. The increase in chemical accidents: a challenge for public health**. Centro de Estudo da Saúde

do Trabalhador e Ecologia Humana. Escola Nacional da Saúde Pública (FIOCRUZ) – Rio de Janeiro, R,J – Brasil (1994).

http://www.mte.gov.br/seg_sau/pub_cne_convencoes_oit.pdf

<http://www.cefig.org/activities/HSE/RC/ICCA/Report98/01.htm>

Recomendações para a implantação da Convenção OIT 174 – Prevenção de Acidentes Industriais Maiores. ABIQUIM 01/08/2002.

Decreto nº 4.085, de 15 de janeiro de 2002 - Promulga a Convenção nº 174 da OIT e a Recomendação nº 181 sobre a Prevenção de Acidentes Industriais Maiores.