



**FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO E NEGÓCIOS DE  
SERGIPE - FANESE  
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO E EXTENSÃO – NPGE  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO “LATO SENSU”  
ESPECIALIZAÇÃO DE MBA EM GESTÃO DE PETRÓLEO E GÁS  
NATURAL**

**IVONE MARIA DA CUNHA**

**O USO DE TÉCNICAS DE ANÁLISE DE RISCO NOS  
ACIDENTES DO TRABALHO OCORRIDOS NA ÁREA DE  
INDÚSTRIAS EM PROCESSOS QUÍMICOS – IPQ**

**Aracaju – SE  
2008**

**IVONE MARIA DA CUNHA**

**O USO DE TÉCNICAS DE ANÁLISE DE RISCO NOS  
ACIDENTES DO TRABALHO OCORRIDOS NA ÁREA DE  
INDÚSTRIAS EM PROCESSOS QUÍMICOS – IPQ**

**Monografia apresentada ao Núcleo  
de Pós-Graduação e Extensão da  
FANESE, como requisito para  
obtenção do título de Especialista  
em MBA em Gestão de Petróleo e  
Gás Natural.**

**Orientador: João Batista Aragão**

**Aracaju – SE  
2008**

Cunha, Ivone Maria da

O uso das Técnicas de Análise de Riscos em Acidentes do Trabalho ocorridos na área de Indústrias em Processos Químicos – IPQ / Ivone Maria da Cunha.

42 f.

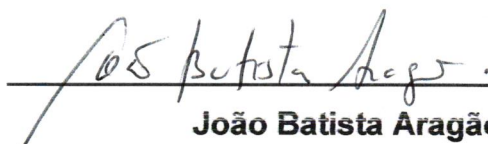
Monografia (especialização) – Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe - FANESE, 2008.

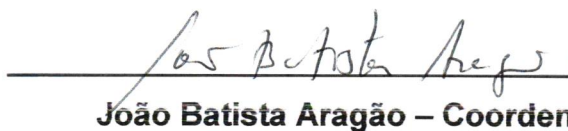
Orientação: João Batista Aragão

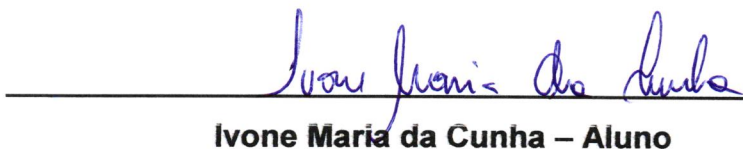
**IVONE MARIA DA CUNHA**

**O USO DE TÉCNICAS DE ANÁLISE DE RISCO NOS  
ACIDENTES DO TRABALHO OCORRIDOS NA ÁREA DE  
INDÚSTRIAS EM PROCESSOS QUÍMICOS – IPQ**

Monografia apresentada ao Núcleo de Pós-Graduação e Extensão  
da FANESE, como requisito para obtenção do título de Especialista em MBA  
em Gestão de Petróleo e Gás Natural.

  
João Batista Aragão - Orientador

  
João Batista Aragão – Coordenador do Curso

  
Ivone Maria da Cunha – Aluno

Aprovado (a) com média: 9,0 (nove)

Aracaju (SE), 04 de julho de 2008.



## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por tudo que ele tem feito na minha vida dando-me oportunidade de vencer cada obstáculo e superar desafios, e às pessoas que colaboraram direta e indiretamente nessa caminhada.

## RESUMO

Os detalhes deste trabalho descata-se algumas técnicas de análise de riscos a ser desenvolvidas em organizações de trabalho, onde demonstra detalhes de todo o processo industrial sendo verificados riscos de algum procedimento desenvolvido principalmente por trabalhadores nas causas de acidentes do trabalho.

Análise de Risco pode ser definida como a aplicação de uma metodologia e de conhecimentos tecnológicos, científicos e matemáticos especializados para quantificar a probabilidade de um efeito adverso potencializado por um dado agente numa organização.

**Palavras-chaves:** Análise de riscos. Acidentes. Organização.

## **ABSTRACT**

The details of this work descata are some techniques of risk analysis being developed in organizations of work, which shows details of the whole process risks being recorded in any procedure developed mainly by workers in the cause of industrial accidents.

Analysis of Risk can be defined as the application of a methodology and technological knowledge, scientific and mathematical expertise to quantify the likelihood of an adverse effect potencializado by a given agent in an organization.

Keywords: Risk Assessment. Accidents. Organization.

## SUMÁRIO

	Pág.
RESUMO .....	06
ABSTRACT .....	07
SUMÁRIO .....	08
1 INTRODUÇÃO .....	10
2 DESENVOLVIMENTO .....	12
3 METODOLOGIA PARA DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO .....	33
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	35
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	38
REFERÊNCIAS .....	39

### **Objetivo Geral:**

O objetivo geral deste trabalho é indicar as várias técnicas de análise de riscos utilizadas numa investigação de acidentes do trabalho em diversos ramos de atividades na área de Petróleo e Gás, tais como: em instalações que manipulam substâncias perigosas, refinarias, plataformas, etc.

A análise das questões envolvendo as causas resultantes de acidentes do trabalho permite traçar situações existentes, conhecer os tipos de acidentes mais freqüentes, e detectar as populações com maiores riscos de morrer em conseqüências de um acidente do trabalho na área de Indústrias em Processos Químicos – IPQ.

### **Objetivos específicos:**

- Analisar os acidentes do trabalho na área da IPQ, verificando suas causas, conseqüências, e dados estatísticos;
- Propor uma metodologia para identificar as técnicas de análise de riscos nos casos de acidentes do trabalho que viabilize a investigação de acidentes.
- Execução de análise de riscos em instalações industriais para prevenir e prever falhas e acidentes; minimizar conseqüências; e auxiliar na elaboração de Planos de Ação de Emergência.



## 1 INTRODUÇÃO

A prevenção de acidentes e controle de emergências na área de IPQ é bastante importante, pois o cuidado com a segurança é vital. Tal estudo requer que analisemos os fenômenos que causam danos e perdas às pessoas, ao patrimônio e ao meio ambiente. O estudo requer uma ciência multidisciplinar, abrangendo a Engenharia de Segurança do Trabalho, a Engenharia de Segurança Ambiental, a Segurança Pública, a Segurança do Lar e do Lazer e a Medicina Ocupacional.

Acreditamos que a maioria dos dirigentes, gerentes e supervisores queiram fazer algo pela segurança, mas não possui conhecimentos, metodologias e técnicas. E quando querem desenvolver-se no assunto não encontram uma fonte de consulta que lhes proporcione a visão abrangente e os instrumentos de aplicação prática. (CARDELLA, 1999)

A partir da análise de dados históricos sobre acidentes industriais pode-se verificar, a partir do final da Segunda Guerra Mundial, uma intensificação da ocorrência de eventos de grandes proporções nas Indústrias de Processo Químico (IPQ), tais como químicas, petroquímicas e petrolíferas. Este fenômeno está relacionado ao aumento da dimensão e capacidade de produção das plantas industriais, à elevação da complexidade dos processos industriais resultante do desenvolvimento tecnológico e ao fato do petróleo se converter no principal combustível do século XX. Segundo levantamento realizado por Glickman et al. (1992), dos acidentes com 5 ou mais óbitos ocorridos em IPQs no mundo entre 1945 e 1989, as refinarias de petróleo foram responsáveis por 27% do total de eventos e 15% do total de vítimas fatais. (Freitas et al., 2000; Porto & Freitas, 1996)

Através do Departamento de Segurança e Saúde no Trabalho, que disponibiliza dados sobre os benefícios concedidos pelo Instituto Nacional do Seguro Social, também desvelam a relevância dos acidentes no setor de refino de petróleo. Em 1997, dentro do grupo de atividade econômica Fabricação de Coque, Refino de Petróleo, Elaboração de Combustíveis Nucleares e Produção

de Alcool (definido pela Classificação Nacional de Atividades Econômicas), ocorreram 1.397 acidentes com afastamento superior a 15 dias, 113 acidentes que provocaram incapacidade parcial permanente, 47 acidentes que provocaram invalidez permanente e 17 acidentes fatais. Esse grupo se destaca dentro da classe de atividade econômica Indústrias de Transformação, estando em primeiro lugar nas categorias acidentes com afastamento superior a 15 dias, acidentes que provocaram incapacidade parcial permanente e acidentes que provocaram invalidez permanente e em segundo lugar nos acidentes fatais em termos dos coeficientes número de acidentes por 100 mil trabalhadores empregados (Anuário Brasileiro de Proteção, 1999).

O trabalho em uma refinaria de petróleo pode ser compreendido a partir de quatro aspectos que se interrelacionam e o caracterizam. Ele é perigoso, complexo, contínuo e coletivo (Ferreira & Iguti, 1996). Ao lado dos riscos catastróficos específicos do processamento de compostos químicos inflamáveis e tóxicos, geradores potenciais de acidentes ampliados como explosões, incêndios e vazamento sem emissões, com conseqüências para as populações vizinhas às fábricas e para o meio ambiente, têm-se os riscos simples e comuns a uma grande variedade de atividades de trabalho industrial menos qualificado, associados à ocorrência de acidentes triviais (Freitas & Freitas, 1995, 2000; Rundmo, 1992; Sevá Filho, 2000).

O Brasil se insere neste panorama de ocorrência de graves acidentes envolvendo o refino de petróleo com eventos como os ocorridos em 1972, na Refinaria Duque de Caxias (REDUC), em Duque de Caxias, Rio de Janeiro, resultando em 38 óbitos; em 1982, na Refinaria Henrique Lage (REVAP), em São José dos Campos, São Paulo, com 11 óbitos; em 1998, na Refinaria Gabriel Passos (REGAP), em Betim, Minas Gerais, com 6 óbitos;

A complexidade e a diversidade dos condicionantes da ocorrência de acidentes em IPQs têm desafiado as estratégias de entendimento das causas e atuação sobre os acidentes de trabalho. Ainda assim, predominam abordagens limitantes, particularmente associadas à perspectiva tradicional da Engenharia de Segurança do Trabalho, fundadas na atuação sobre os componentes técnicos mais diretos, na supervalorização dos fatores humanos, especificamente limitando-os aos “erros” cometidos pelos operadores, e na prevenção através de normatizações (Llory, 1999).



## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Revisão Literatura Bibliográfica

Algumas definições e conceitos relativos à análise e gerenciamento de risco se fazem necessários.

São apresentados, neste capítulo, definições e conceitos baseados na legislação aplicável, (MACHADO, 2006), (BRASIL, 1989,1981), (CONAMA, 1997, 1986a, 1986b), no glossário da Defesa Civil para Estudos de Riscos e Medicina de Desastres (MPO, 1998), na terminologia adotada por diferentes órgãos ambientais estaduais (FEEMA, 2004), (SEBRAE/RJ, 2004), (CETESB, 2003a), (FEPAM, 2001) e conceitos compilados em trabalhos relevantes na área de análise de risco (CAMACHO, 2004), (TEIXEIRA, 2004), (SENNE JR., 2003) e (CPRH & GTZ, 2000).

- \_ **Acidente:** Evento ou seqüência de eventos fortuitos e não planejados que dão origem a uma consequência específica e indesejável, em termos de danos humanos, materiais ou ambientais.
  
- \_ **Acidente postulado:** Acidente considerado como de ocorrência admissível para fins de análise visando o estabelecimento das condições de segurança capazes de impedir e/ou minimizar eventuais consequências.
  
- \_ **Análise de riscos:** avaliação qualitativa ou quantitativa dos riscos apresentados por uma instalação ou atividade, baseada em técnicas de identificação de perigos, estimativa de freqüências e consequências, análise de vulnerabilidade e na estimativa do risco.
  
- \_ **Análise de vulnerabilidade:** Estudo realizado por intermédio de modelos matemáticos para a previsão dos impactos danosos às pessoas, instalações e meio ambiente.

**Área de exclusão:** Área que circunda a fábrica e pertence obrigatoriamente ao patrimônio do requerente, o qual tem, nessa área, autoridade para determinar todas as atividades julgadas necessárias para fins de segurança, inclusive remoção de pessoal.

**Área vulnerável:** Área no entorno da atividade, na qual o ambiente, a população e os trabalhadores encontram-se expostos aos efeitos de acidentes.

**Avaliação de risco:** Processo de utilização dos resultados da análise de riscos para a tomada de decisão, através de critérios comparativos de riscos, para definição da estratégia de gerenciamento dos riscos e aprovação do licenciamento de um empreendimento.

**Bola de fogo (fireball):** É o fenômeno que se verifica quando o volume de vapor inflamável, inicialmente comprimido em um recipiente, escapa repentinamente para a atmosfera e, devido à despressurização, forma um volume esférico de gás, cuja superfície externa queima, enquanto a massa inteira se eleva por efeito da redução da densidade provocada pelo superaquecimento.

**Categorias de risco:** Hierarquia de risco estabelecida com base na potencialidade dos danos causados por acidentes, visando à priorização das ações de controle e fiscalização.

**Concentração letal 50 (CL<sub>50</sub>):** É a concentração calculada e estatisticamente obtida, de uma substância no ar, que ingressa no organismo por inalação, e que, em condições bem determinadas, é capaz de causar a morte de 50% de um grupo de animais de certa espécie.

**Confiabilidade:** Probabilidade de que um equipamento ou sistema opere com sucesso por um período de tempo especificado e sob condições de operação definidas.

**Curva F-N:** Curva determinada pela plotagem das frequências acumuladas de acidentes (F) *versus* as respectivas consequências expressas em número de fatalidades (N).

**Dano:** Efeito adverso à integridade física de um organismo. Conceitos mais amplos e elaborados podem ser apresentados:

**a) Danos humanos.** Os danos humanos são dimensionados em função do número de pessoas desalojadas, desabrigadas, deslocadas, desaparecidas, feridas gravemente, feridas levemente, enfermas ou mortas.

**b) Danos materiais.** Os danos materiais são dimensionados em função do número de edificações, instalações e outros bens danificados e destruídos, bem como do valor estimado para a reconstrução ou recuperação dos mesmos.

**c) Danos ambientais.** Os danos ambientais, por serem de mais difícil reversão, contribuem de forma importante para o agravamento dos desastres e são normalmente medidos quantitativamente em função do volume de recursos financeiros necessários à reabilitação do meio ambiente. Os danos ambientais são estimados em função do nível de: poluição e contaminação do ar, da água ou do solo; degradação, perda de solo agricultável por erosão ou desertificação; desmatamento, queimada e riscos de redução da biodiversidade representada pela flora e pela fauna.

**Dispersão atmosférica:** É a mistura de um gás ou vapor com o ar. Esta mistura é o resultado da troca de energia cinética turbulenta, a qual é função da velocidade do vento e do perfil da temperatura ambiente.

**Distância à população fixa ( $d_p$ ):** Distância, em linha reta, da fonte de vazamento à pessoa mais próxima situada fora dos limites da instalação em estudo.



- \_ **Distância segura (ds):** Distância determinada pelo efeito físico decorrente do cenário acidental considerado, onde a probabilidade de fatalidade é de até 1% das pessoas expostas, ou seja, praticamente nula.
- \_ **Dose letal 50 (DL50):** É a quantidade, calculada e estatisticamente obtida, de uma substância, administrada por qualquer via, exceto a pulmonar, e que em condições bem determinadas, é capaz de causar a morte de 50% de um grupo de animais de certa espécie.
- \_ **Efeito dominó:** Evento decorrente da sucessão de outros eventos parciais indesejáveis, cuja magnitude global é o somatório dos eventos individuais.
- \_ **Erro humano:** Ações indesejáveis ou omissões decorrentes de problemas de seqüenciamento, tempo, conhecimento, interfaces e/ou procedimentos, que resultam em desvios de parâmetros estabelecidos ou normais e que colocam pessoas, equipamentos e sistemas em risco.
- \_ **Estudo de Análise de Risco (EAR):** Documento exigido desde a publicação da Resolução CONAMA nº 001/86, dentro do processo de licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente, para determinados tipos de empreendimentos, de forma que, além dos aspectos relacionados com a poluição, também a prevenção de acidentes operacionais fosse contemplada no processo de licenciamento.
- \_ **Explosão de nuvem de vapor não-confinado:** A explosão de nuvem de vapor não-confinado (*UVCE - Unconfined Vapour Cloud Explosion*) é a rápida combustão de uma nuvem de vapor inflamável ao ar livre, seguida de uma grande perda de conteúdo, gerada a partir de uma fonte de ignição.
- \_ **Explosão de vapor confinado:** A explosão de vapor confinado (*CVE - Confined Vapour Explosion*) é o fenômeno causado pela combustão de uma mistura inflamável num ambiente fechado, com aumento na temperatura e na pressão internas, gerando uma explosão.

\_ **Explosão:** É um processo onde ocorre uma rápida e violenta liberação de energia, associado a uma expansão de gases, acarretando o aumento da pressão acima da pressão atmosférica (sobrepessão).

\_ **Flashfire:** Incêndio em nuvem de vapor onde a massa envolvida e o seu grau de confinamento não são suficientes para atingir o estado de explosão.

\_ **Frequência:** É o número de ocorrências de um evento por unidade de tempo.

\_ **Gestão ou gerenciamento de riscos:** Processo de controle de riscos compreendendo a formulação e a implantação de medidas e procedimentos técnicos e administrativos que têm por objetivo prevenir, reduzir e controlar os riscos, bem como manter uma instalação operando dentro de padrões de segurança considerados toleráveis ao longo de sua vida útil.

\_ **Incêndio:** É um tipo de reação química na qual os vapores de uma substância inflamável se combinam com o oxigênio do ar atmosférico e uma fonte de ignição, causando liberação de calor.

\_ **Limite Inferior de Inflamabilidade (LII):** É a mínima concentração de um gás que, misturada ao ar atmosférico, é capaz de provocar a combustão do produto, a partir do contato com uma fonte de ignição.

\_ **Limite Superior de Inflamabilidade (LSI):** É a máxima concentração de gás que misturada ao ar atmosférico é capaz de provocar a combustão do produto, a partir de uma fonte de ignição.

\_ **Operações anormais:** Eventos que possam decorrer do mau funcionamento de sistemas, condições anormais de operação ou erros do pessoal de operação, com magnitude que, em geral, não teriam efeitos significativos além da *área de exclusão*.

\_ **Perigo:** Uma ou mais condições, físicas ou químicas, com potencial para causar danos às pessoas, à propriedade, ao meio ambiente ou à combinação desses.



**Coordenação:** é o ato de coordenar esforços de pessoas para atingir os objetivos da organização.

**Plano de Ação de Emergência (PAE):** Documento que define as responsabilidades, diretrizes e informações, visando à adoção de procedimentos, técnicos e administrativos, estruturados de forma a propiciar respostas rápidas e eficientes em situações emergenciais.

**População fixa:** Pessoa ou agrupamento de pessoas em residências ou estabelecimentos, industriais ou comerciais, presentes no entorno de um empreendimento.

**Probit:** Parâmetro que serve para relacionar a intensidade de fenômenos como radiação térmica, sobrepressão e concentração tóxica com os danos que eles podem causar.

**Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR):** Documento que define a política e diretrizes de um sistema de gestão com vista à prevenção e minimização de acidentes em instalações ou atividades potencialmente perigosas.

## **Risco**

**a) Como tradução de Hazard:** Uma ou mais condições de uma variável com potencial necessário para causar danos como: lesões pessoais, danos a equipamentos e instalações, danos ao meio ambiente, perda de material em processo ou redução da capacidade de produção.

**b) Como tradução de Risk:** Expressa uma probabilidade de possíveis danos dentro de um período específico de tempo ou número de ciclos operacionais, podendo ser indicado pela probabilidade de um acidente multiplicada pelos danos em valores monetários, vidas ou unidades operacionais. Risco pode ainda significar:

- Incerteza quanto à ocorrência de um determinado evento (acidente);
- Chance de perda que uma empresa pode sofrer por causa de um acidente ou série de acidentes.

**Risco aceitável:** Risco muito pequeno, cujas conseqüências são limitadas, associado a benefícios percebidos ou reais tão significativos, que grupos sociais estão dispostos a aceitá-lo.

**Risco Individual:** É a freqüência esperada anual de que um indivíduo situado em uma determinada posição nas proximidades de uma instalação industrial seja vítima fatal em decorrência de um acidente na referida instalação.

**Risco social:** Risco para um determinado número ou agrupamento de pessoas expostas aos danos de um ou mais acidentes.

## **2.2 Noções Básicas sobre Segurança do Trabalho**

Prevenir tem custos altos, principalmente porque envolve educação. Entretanto, a relação custo/benefício é suficientemente elevada para optar pela prevenção como melhor caminho, em qualquer área do conhecimento. (BENJAMIN, 1993).

No âmbito da gestão dos riscos, a implementação de uma abordagem baseada no Princípio da Precaução deve privilegiar a cautela em relação aos riscos que podem causar danos graves ou irreversíveis ao ser humano. (CEZAR & ABRANTES, 2003)

A Análise de Risco pode ser entendida como a aplicação de um conjunto de conhecimentos disponíveis na identificação de efeitos adversos potencializados por um determinado agente. A Gestão de Risco é o processo de tomada de decisões posterior, no qual, com base nos resultados da Análise de Risco e em considerações sobre benefícios envolvidos, são escolhidas determinadas linhas de ação, seja para desconsiderar o risco, seja para evitá-lo ou minimizá-lo. (KIRCHHOFF, 2004) (ALBERTON, 1996)

Formalmente, a Análise de Risco pode ser definida como a aplicação de uma metodologia e de conhecimentos tecnológicos, científicos e matemáticos especializados para quantificar a probabilidade de um efeito adverso potencializado por um dado agente (COVELLO & MUNPOWER, 1985).

A Gestão de Risco é tida como uma atividade distinta e posterior à Análise de Risco, onde, com base nos resultados fornecidos pela Análise de



Risco e numa avaliação sobre eventuais efeitos colaterais envolvidos, indicam-se as providências a serem implementadas. Desse modo, ao contrário da Análise de Risco, a Gestão de Risco é normalmente caracterizada como uma atividade preponderantemente política, envolvendo diversos atores com diferentes qualificações (COVELLO & MUMPOWER, 1985).

A Análise de Risco é muito importante e muito incerta para ser deixada exclusivamente para os analistas de risco. Acreditam que considerações de política social devem exercer um papel tão preponderante na escolha das estimativas de risco como na decisão final sobre quais riscos previstos deveriam ser julgados inaceitáveis. (CEZAR & ABRANTES, 2003).

As fases de uma Análise de Risco podem ser agrupadas, de maneira simplificada em:

- a) A fase anterior à quantificação do risco, onde são definidos quais os efeitos adversos, segundo uma Percepção de Risco inicial. Nessa fase, é importante o conhecimento técnico-científico, mas também é decisiva a participação do senso comum. As decisões sobre quais efeitos são consideradas adversas é uma decisão política.
- b) A Análise de Risco propriamente dita, onde, com base em um conhecimento técnico-científico especializado e na identificação prévia dos efeitos adversos a serem considerados, é feita uma quantificação do risco.
- c) A Gestão de Risco, que é a etapa final de tomada de decisões, onde se escolhem determinadas linhas de ação a partir dos resultados fornecidos pela Análise de Risco. Nessa fase, assim como na primeira, há a participação tanto do conhecimento técnico-científico como o de senso comum, além de se adotarem parâmetros eminentemente políticos, especialmente no que se refere à definição do nível tolerável de risco.

Em projetos é usada para avaliar, por exemplo, processos que envolvem a manipulação de produtos potencialmente perigosos e simular, previamente à implantação da atividade, as possíveis consequências de sua

futura operação para a população da área de implementação do empreendimento e para a qualidade ambiental da região.

Em empreendimentos ou atividades em operação, é utilizada para avaliar os perigos envolvendo tanto a emissão de poluentes, quanto o manejo de produtos perigosos e suas conseqüências na ocorrência de eventuais acidentes, seja para o público interno (funcionários) quanto para o público externo ao empreendimento.

A metodologia para a análise de riscos baseia-se no princípio de que o risco de uma instalação industrial para a comunidade e para o meio ambiente circunvizinho e externo aos limites do empreendimento, está diretamente associado às características das substâncias químicas manipuladas, suas respectivas quantidades e à vulnerabilidade da região onde a instalação está ou será localizada. (SENNE JR., 2003)

Os fatores que influenciam os Estudos de Análise de Riscos são: periculosidade das substâncias, quantidade das substâncias e vulnerabilidade da região (USEPA, 2004).

As recomendações para a redução das freqüências e conseqüências de eventuais acidentes devem ser consideradas como partes integrantes do processo de gerenciamento de riscos. Entretanto, independentemente da adoção dessas medidas, uma instalação que possua substâncias ou processos perigosos deve ser operada e mantida, ao longo de sua vida útil, dentro de padrões considerados toleráveis, razão pela qual um *Programa de Gerenciamento de Riscos - PGR* deve ser implementado e considerado nas atividades, rotineiras ou não, de uma planta industrial. (FEPAM, 2001).

Uma análise de riscos tem como objetivo uma avaliação qualitativa ou quantitativa dos riscos apresentados por uma instalação ou atividade, baseada em técnicas de identificação de perigos, estimativa de freqüências e conseqüências, análise de vulnerabilidade e na estimativa do risco.

Para a realização do *Estudo de Análise de Riscos* é necessária a compilação de dados relativos às características do empreendimento, necessários para o desenvolvimento do trabalho. Esses dados são de especial importância para que seja possível caracterizar o empreendimento, contemplando seus aspectos construtivos e operacionais, além das peculiaridades da região onde o mesmo se encontra ou será instalado. (CETESB, 2003a).



## **Explosão de Líquido e Sólido**

Na avaliação das consequências de uma possível explosão em uma instalação que utiliza, processa ou armazena material explosivo, é freqüentemente utilizado o critério de distância mínima de segurança (distância onde a sobrepressão provocada por uma possível explosão do material atinge 1 psi). (SENNE JR., 2003) (BOSCH et al, 1997) (LEES, 1996) (SENNE JR. 1995).

## **Análise de vulnerabilidade**

Tal análise normalmente é realizada para o conjunto dos cenários classificados em uma avaliação de risco como pertencentes às categorias de consequências críticas e catastróficas, ou seja, aqueles cenários com maior potencial de causar danos às populações circunvizinhas, ao meio ambiente e às instalações analisadas. (CAMACHO, 2004) (AIChE, 2000).

## **Identificação de Riscos**

Nas instalações em que os efeitos físicos extrapolem os limites de propriedade da empresa e possam afetar pessoas do público em geral, os riscos do empreendimento deverão ser calculados. Para tanto, deverão também ser estimadas as freqüências de ocorrência dos cenários acidentais identificados (CONAMA, 1986a).

### **2.3 Demonstração das técnicas de análise de riscos**

A elaboração de estudos qualitativos ou quantitativos de análise de riscos requer as freqüências de ocorrência de falhas de equipamentos relacionadas com as instalações ou atividades em análise. Da mesma forma, a probabilidade de erros humanos deve muitas vezes ser quantificada nos cálculos do risco. (SENNE JR., 2003) (AIChE, 2000) (LEES, 1996) (VASCONCELOS, 1984).

### 2.3.1 Análise Preliminar de Risco – APR

#### Objeto e foco da APR

APR é uma técnica de identificação de perigos e análise de riscos que consiste em identificar eventos perigosos, causas e conseqüências e estabelecer medidas de controle. O objeto da APR pode ser área, sistema, procedimento, projeto ou atividade. O foco da APR são todos os perigos do tipo evento perigoso ou indesejável. (CARDELLA, 1999)

A Análise Preliminar de Risco - APR, muitas vezes traduzida como Avaliação Preliminar de Perigos - APP (*Preliminary Hazard Analysis - PHA*) é uma técnica de avaliação qualitativa. Normalmente é a primeira técnica aplicada durante a identificação de perigos de sistemas em fase de concepção ou projeto, principalmente quando do uso de novas tecnologias ou processos que carecem de maiores informações sobre seus riscos.

A utilização da APR não significa que não será realizada uma avaliação quantitativa do risco. Ao contrário, ela deve preceder uma avaliação quantitativa de risco subsequente, quando esta se fizer necessária (CETESB, 2003a).

A APR é realizada listando-se os perigos associados aos sistemas em estudo. Assim, devem ser identificados:

- Substâncias e equipamentos perigosos (produtos químicos altamente reativos, combustíveis, lubrificantes, substâncias tóxicas, explosivas, sistemas a alta pressão e outros sistemas armazenadores de energia);
- Fatores do meio ambiente que possam interferir nos equipamentos e materiais da instalação (descarga atmosférica, umidade, vibração e altas temperaturas);
- Interface entre equipamentos do sistema e substâncias perigosas (início e propagação de incêndio, de explosão, sistemas de controle e parada de emergência);

- Procedimentos de operação, testes, manutenção e de emergência (dependência da confiabilidade humana, leiautes e acessibilidade de equipamentos e disponibilidade de equipamentos de proteção);
- Sistemas e Dispositivos de segurança (sistemas de alívio, redundância, EPIs e recursos para extinção de incêndios).

A metodologia é bastante útil para um melhor conhecimento das condições gerais de segurança interna da instalação e seu impacto no ambiente vizinho, no caso da ocorrência de um acidente.

A partir da descrição dos riscos são identificadas as causas (agentes) e efeitos (consequências) dos mesmos, o que permitirá a busca e elaboração de ações e medidas de prevenção ou correção das possíveis falhas detectadas. (KIRCHHOFF, 2004).

## **Formulário**

A APR deve ter formulário próprio com campos para eventos perigosos, causas, consequências, categoria de consequências, medidas de controle de risco e de controle de emergências. O registro de muitos itens pode tornar o formulário carregado. Por isso, os agentes agressivos que auxiliam a identificação de eventos perigosos podem ser listados. (CARDELLA, 1999)

### **2.3.2 Estudo de Identificação de perigos e Operabilidade – HazOp - “Hazard and Operability Study”**

#### **Objeto e foco do HAZOP**

Hazop é uma técnica de identificação de perigos e operabilidade que consiste em detectar desvios de variáveis de processos em relação a valores estabelecidos como normais. O objeto do Hazop são os sistemas e o foco são os desvios das variáveis de processo. O estado normal de um processo é caracterizado por variáveis, como vazão, pressão, temperatura, viscosidade, composição e componentes. (CARDELLA, 1999)



Foi desenvolvido originalmente para análise qualitativa de perigos e problemas operacionais, principalmente na utilização de novas tecnologias, onde o conhecimento sobre a operacionalidade das mesmas é escasso ou inexistente, sendo também utilizado nos vários estágios da vida útil de instalações industriais (ALBERTON, 1996).

### **Método do Hazop**

A utilização do HazOp orienta a realização de um estudo eficiente, detalhado e completo sobre as variáveis envolvidas no processo. É possível, então, identificar sistematicamente os caminhos pelos quais os equipamentos envolvidos no processo industrial podem falhar ou serem operados de forma inadequada, levando à situações indesejáveis de operação.

O Hazop utiliza palavras-guia que estimulam a criatividade para detectar desvios. São elas: **nenhum, reverso, mais, menos, componentes a mais, mudança na composição e outra condição operacional**. São aplicadas às variáveis de processo. **Nenhum** e **Reverso** aplicam-se somente a variáveis que podem ter mais de um sentido, como fluxo e diferença de pressão. **Outras condições operacionais** referem-se a partidas, paradas, final de campanhas, etc. (CARDELLA, 1999)

Desta forma, esta técnica oferece aos integrantes da equipe a oportunidade de liberar a imaginação, pensando em todos os modos pelos qual um evento indesejável possa ocorrer ou um problema operacional possa surgir. No entanto, para minimizar a possibilidade de que algo seja omitido, a reflexão é executada de maneira sistemática: cada circuito é analisado, linha por linha, para cada tipo de desvio passível de ocorrer nos parâmetros de funcionamento do processo. Para os objetivos de um HazOp, uma linha é uma conexão por tubulação (ou qualquer outro meio) entre dois equipamentos industriais principais. (SENNE JR., 2003).

## **Formulário**

O Hazop deve ser registrado em formulário próprio com campos para registro dos desvios, causas, consequências, medidas de controle de riscos e de emergências. (CARDELLA, 1999)

### **2.3.3 Análise de Modos de Falhas e Efeitos – (FMEA – *Failure Mode and Effect Analysis*)**

#### **Objeto e foco da AMFE**

AMFE é uma técnica de análise de riscos que consiste em identificar os modos de falha dos componentes de um sistema, os efeitos dessas falhas para o sistema, para o meio ambiente e para o próprio componente. O objeto da AMFE são os sistemas. O foco são os componentes e suas falhas. (CARDELLA, 1999)

A Análise de Modos de Falhas e Efeitos (FMEA) é uma análise detalhada, podendo ser qualitativa ou quantitativa que permite analisar as maneiras pelas quais um equipamento ou sistema pode falhar e os efeitos que poderão advir.

Estimam-se, ainda, as taxas de falhas e propiciam o estabelecimento de mudanças e alternativas que possibilitem uma diminuição das probabilidades de falha, aumentando a confiabilidade do sistema. A técnica FMEA foi desenvolvida por engenheiros de confiabilidade para permitir aos mesmos, determinar a confiabilidade de produtos complexos. (AIChE, 2000).

Apesar de sua utilização ser geral, a FMEA é mais aplicável às indústrias de processo, principalmente quando o sistema em estudo possui instrumentos de controle, levantando necessidades adicionais e defeitos de projeto, definindo configurações seguras para os mesmos quando ocorrem falhas de componentes críticos ou suprimentos.

Para aplicar a FMEA, bem como qualquer outra técnica correlata, é fundamental que se conheça e compreenda o sistema que está sendo analisado, suas funções e objetivos, as restrições sob as quais irá operar, além dos limites que correspondem ao seu sucesso ou à sua falha.



Com a FMEA podem ser analisados, de uma forma geral, os modos de falha de um produto. Porém, em um produto podem existir certos componentes ou conjunto deles que sejam particularmente críticos para a missão a que se destina o produto ou para a segurança do operador. Portanto, deve ser dada especial atenção a estes componentes críticos, sendo mais intensivamente analisados do que outros.

As etapas para elaboração de uma FMEA envolvem, geralmente (HELMAN & ANDERY, 1995):

- Identificação dos modos de falha;
- Identificação dos efeitos dos modos de falha;
- Determinação da gravidade;
- Identificação das possíveis causas;
- Determinação de probabilidade de ocorrência;
- Identificação dos controles de projetos ou processos;
- Identificação dos modos de detecção de falhas;
- Análise de risco; e
- Recomendações para redução dos riscos.

As recomendações para a redução de risco devem incluir um plano de ação englobando (ABNT, 2004):

- Redução da probabilidade de ocorrência de uma falha;
- Redução da gravidade de um modo de falha;
- Incremento da probabilidade de detecção.

#### 2.3.4 WHAT IF (E SE...?)

##### Objeto e foco da What if

**What if** ou **E se** é uma técnica de identificação de perigos e análise de riscos que consiste em detectar perigos utilizando questionamento aberto promovido pela pergunta E se...?. O objeto da *What if* pode ser um sistema, processo, equipamento ou evento. O foco é “tudo que pode sair errado”. O foco

é mais amplo que o de outras técnicas porque seu método de questionamento é mais livre. A *What if* é um verdadeiro **brainstorming**. (CARDELLA, 1999)

### 2.3.5 Lista de Verificação – LV – Checklist

A lista de verificação (checklist) consiste em abordar o objeto de estudo, verificando a conformidade de seus atributos com padrões. O objeto da LV pode ser área, sistema, instalação, processo, equipamento. A lista pode ser subdivisões por especialidade de trabalho ou qualquer outra que se julgar conveniente. O foco da LV são os desvios em relação aos padrões da lista. Quando os atributos são funções ou desempenho de funções a lista é constituída de testes e respectivas respostas-padrão. (CARDELLA, 1999)

A lista de verificações é útil e eficaz nos trabalhos repetitivos cujos riscos são conhecidos e os padrões bem estabelecidos. É utilizada também para controlar riscos identificados e avaliados por outras técnicas, como APR, Hazop e AAF. Apresenta como desvantagem o fato de que os itens não presentes nas listas não são verificados. Entretanto, a eficácia pode ser aumentada por técnicas criativas nas quais os itens da LV são pontos de partida.

A *lista de verificação* ou *checklist* é uma técnica de avaliação qualitativa utilizada para identificar os perigos associados a um processo e para assegurar a concordância entre as atividades desenvolvidas e procedimentos operacionais documentados. Através desta técnica, diversos aspectos do sistema são analisados por comparação com uma lista de itens preestabelecidos, criada com base em processos similares, na tentativa de descobrir e documentar as possíveis deficiências do sistema.

Normalmente, o *checklist* é utilizado para fundamentar ou reforçar os resultados obtidos por outras técnicas de identificação de perigos e análise de riscos. (AICHE, 2000) (ALBERTON, 1996).

Os riscos podem ser classificados por grupos, facilitando a identificação sistemática dos perigos envolvidos nas operações ou na instalação, por exemplo:

**Grupo 1 - Riscos físicos** (ruídos, temperatura, radiação, vibração, umidade, etc.)

**Grupo 2 - Riscos químicos** (produtos químicos, óleos, graxas, lubrificantes, solventes, ácidos, gases, vapores, névoa, fumos, neblinas, etc.)



**Grupo 3 – Riscos biológicos** (vírus, bactérias, protozoários, fungos, bacilos, parasitas, etc.)

**Grupo 4 – Riscos ergonômicos** (esforço físico pesado, postura incorreta, trabalho excessivo, trabalho monótono, excesso de responsabilidade, acúmulo de funções, problema de adaptação com equipamentos, etc.).

**Grupo 5 – Riscos de acidentes** (arranjo físico, obstáculos, armazenamento de produtos perigosos, estados das instalações e equipamentos, treinamento de operadores, projeto de instalações, sistemas de proteção e segurança, instalações provisórias, precárias, etc.).

### **Formulário**

A LV deve ter formulário próprio com campos para registro dos itens verificados e dos resultados da verificação. (CARDELLA, 1999)

### **2.3.6 Análise de Árvore de Falhas – AAF**

#### **Objeto e o foco da AAF**

A AAF é uma técnica de identificação de perigos e análise de riscos que parte de um evento topo escolhido para estudo e estabelece combinações de falhas e condições que poderiam causar a ocorrência desse evento. A técnica é dedutiva e pode ser qualitativa ou quantitativa. O objeto da AAF são os sistemas. O foco são o evento topo e as seqüências de evento que o produzem. (CARDELLA, 1999)

A Análise da Árvore de Falhas - AAF é uma metodologia sistemática utilizada para avaliar a possibilidade ou obter a probabilidade de ocorrência de um evento, por exemplo, uma falha específica de um sistema, denominado *evento topo*, a partir das relações lógicas de falhas de componentes e erros humanos que possam gerar este evento. A análise é realizada através da construção de uma árvore lógica e da sua avaliação qualitativa ou quantitativa (TEIXEIRA, 2004) (STAMATELATOS & VESELY, 2002).

A técnica foi desenvolvida pelos laboratórios da *Bell Telephone*, em 1961, para avaliar a segurança do sistema de controle de lançamento dos mísseis

*Minuteman*. Sua utilização, hoje, abrange desde projetos de máquinas, equipamentos, análise de processos industriais ou administrativos, até análise de impactos ambientais de acidentes e de operações anormais, dentro de processos de licenciamento de instalações industriais (VASCONCELOS, 1984).

Além da determinação de probabilidade de ocorrência do evento topo, uma AAF pode ser utilizada para:

- Estabelecer um método padronizado de análise de problemas ou de falhas, verificando como estes eventos ocorrem em um equipamento ou processo;
- Analisar a confiabilidade de produtos ou processos;
- Estabelecer a prioridade nas ações corretivas que deverão ser tomadas em cada instalação particular;
- Compreender as causas e modos de falha de um sistema por um processo dedutivo;
- Analisar o projeto e alternativas de projeto de sistemas de segurança;
- Auxiliar a elaboração de procedimentos de manutenção, testes e inspeções;
- Identificar os pontos fracos dos sistemas, isto é, os componentes mais críticos ou condições críticas de operação;
- Obter informações para treinamento na operação de equipamentos, em especial daqueles resultantes de novos projetos;
- Auxiliar os processos de simplificação e otimização de equipamentos, o que pode ser feito ainda na fase de projeto.

Uma árvore de falhas é um modelo gráfico que permite mostrar, de uma forma clara e simples, o encadeamento de diferentes exemplos que podem resultar no *evento topo*. A análise se inicia a partir de uma falha ou problema particular que se deseja estudar, o *evento topo*, e continua com a elaboração de uma seqüência ou combinação de fatos capazes de conduzir a tal evento. Um *evento topo* pode ser definido como um estado do sistema considerado anormal.

A análise é conduzida até atingir os eventos ou situações básicas onde não é mais necessário aprofundar a análise. Estes eventos determinam o *limite de resolução* da árvore. A análise parte do evento topo e desce até as causas



básicas responsáveis por ela, denominadas de *causas primárias*. São avaliações tipicamente *top-down* (de cima para baixo). (PANDAGGIS, 2003).

### **2.3.7 Análise de Árvore de Eventos – AAE**

#### **Objeto e foco da AAE**

A AAE também chamada de Série de Riscos (SR) é uma técnica de identificação de perigos e análise de riscos que identifica seqüências de eventos que podem suceder um evento iniciador. A AAE pode ser qualitativa ou quantitativa. O objeto da AAE são as áreas e sistemas de controle de emergências nela contidos. O foco são os eventos iniciadores e as séries de eventos decorrentes. (CARDELLA, 1999)

O evento iniciador é um evento que provoca uma série de ações, por exemplo:

- Incêndio em uma instalação;
- Entrada incorreta de dados em um formulário;
- Falha de um equipamento;
- Erro humano.

A Analise da Arvore de Eventos (AAE) é uma técnica que utiliza o raciocínio lógico indutivo para identificar as várias e possíveis conseqüências resultantes de certo evento inicial. A técnica busca determinar as freqüências das conseqüências decorrentes dos eventos indesejáveis, utilizando encadeamentos lógicos a cada etapa de atuação do sistema.

Para o traçado da árvore de eventos as seguintes etapas devem ser seguidas (ALBERTON, 1996):

- Definir o evento inicial que pode conduzir ao acidente;
- Definir os sistemas de segurança (ações) que podem amortecer o efeito do evento inicial;
- Combinar em uma árvore lógica de decisões as várias seqüências de acontecimentos que podem surgir a partir do evento inicial;

- Uma vez construída a árvore de eventos, calcular as probabilidades associadas a cada ramo do sistema que conduz a alguma falha (acidente).

A árvore de eventos serve para identificar os vários acidentes que podem ocorrer em uma instalação complexa, identificando seqüências de acidentes, isto é, diferenciar cenários de acidentes. Ela auxilia na identificação dos pontos fracos nos projetos e procedimentos. Além disso, a seqüência identificada pode ser usada para calcular a probabilidade de ocorrência de várias seqüências de acidentes após a ocorrência do evento inicial. Deve-se considerar cada decisão ou ação como tendo dois resultados: sim/não, sucesso/falha, vai/não vai, esquerda/direita, etc. A árvore de eventos é uma representação gráfica da seqüência lógica destes eventos. (CAMACHO, 2004).

### **Formulário**

A AAE tem simbologia própria para construção dos diagramas.

### **2.3.8 Análise Histórica de Eventos**

Em muitos casos, as informações necessárias para a avaliação de risco podem ser obtidas diretamente nos números de incidentes registrados. A unidade de freqüência é normalmente o número de eventos esperados por unidade de tempo, e a probabilidade é um número adimensional que pode ser usado para medir a possibilidade de um evento ocorrer durante um intervalo de tempo (por exemplo, um ano), ou a probabilidade que algum evento ocorra, dado que algum evento precursor tenha ocorrido (AIChE, 2000).

A abordagem histórica baseia-se nos registros e freqüências de incidentes e tem a vantagem de não ser limitada pela capacidade do analista em imaginar mecanismos de falhas, como é o caso da Análise de Arvore de Falhas. Por outro lado, incidentes raros podem não ter ocorrido para um determinado tipo de instalação em análise, a menos que a exposição (a população de dados disponível) seja grande. Além disso, alguns critérios devem ser atendidos para que os dados históricos sejam significativos. Isto inclui a exatidão e o número

suficiente dos dados disponíveis, bem como sua aplicabilidade à instalação em questão que está sendo analisada.

### **2.3.9 Técnica do Incidente Crítico – TIC**

#### **Objeto e foco do TIC**

A Técnica do Incidente Crítico é uma técnica de identificação de perigos que consiste na identificação de quase-acidentes. Identifica também incidente ou acidentes de pequena gravidade que não tenham sido relatados e diversos tipos de fatores do risco. O objeto da TIC são os sistemas e instalações na fase operacional. O foco são eventos, atitudes, comportamentos, condições de instalações e relações entre homens, instalações e equipamentos. (CARDELLA, 1999)

### **2.3.10 Análise Comparativa**

#### **Objeto e foco da Análise Comparativa**

A análise comparativa é uma técnica de análise e controle de riscos que consiste em comparar o objeto de estudo com padrões de projeto. O objeto da Análise Comparativa são os sistemas, instalações e processos, em qualquer fase do ciclo de vida. O foco são os desvios em relação aos padrões estabelecidos por leis, normas técnicas ou padrões particulares da organização. (CARDELLA, 1999)



### **3 METODOLOGIA PARA DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO**

Os acidentes nas Indústrias de Processo Químico – IPQ representam um sério problema para a Saúde Pública. Além de afetar os próprios trabalhadores, têm o potencial de afetar populações vizinhas e causar danos ambientais.

Na metodologia utilizada, adotaram-se abordagens de técnicas em análise de riscos que privilegiam os aspectos gerenciais e organizacionais na origem dos acidentes, sendo utilizado para melhor detectar as causas de acidentes de trabalho numa investigação dos mesmos. A partir dos resultados, verifica-se que há opção de técnicas a serem utilizadas para melhor gerenciamento de riscos numa organização.

#### **3.1 Materiais e métodos**

No intuito de realizar uma pesquisa literária das técnicas de análise de riscos que poderão ser utilizadas por cargos de alto escalão tais como: gerentes, coordenadores, etc. que mostrasse o que realmente acontece na prática, verificando no contexto a principal ferramenta no controle dos acidentes através do diagnóstico dos mesmos, a prevenção de acidentes do trabalho.

A linha de ação da pesquisa é estudar e definir as técnicas de análise de riscos para os acidentes ocorridos na indústria de uma forma prática e eficiente para a implementação dessas atividades dos gestores de uma organização, não pertencendo apenas aos profissionais da área de segurança do trabalho.

A pesquisa foi feita em bibliografias em geral e na internet.

O principal mérito da pesquisa consistiu em revelar principais técnicas de análise de riscos utilizando técnicas sucintas para haver uma melhor didática num gerenciamento de riscos. Com isso lançamos um novo estilo de consultas favorecendo no entendimento da utilização da técnica de análise de risco por gestores principalmente no ramo das Indústrias em Processamentos Químicos - IPQ quanto às condições de segurança. A partir deste trabalho, e da metodologia desenvolvida para a elaboração de uma forma de consulta interessante sendo

possível apresentar recomendações técnicas para que, gradativamente, as não conformidades detectadas (falhas de segurança) sejam sanadas, e seja reduzido o risco de exposição, de acidentes, dos operadores nas áreas de trabalho.

Portanto, analisar um risco é identificar, discutir e avaliar as possibilidades de ocorrência de acidentes, na tentativa de se evitar que estes eventos aconteçam e, caso ocorram, identificar as alternativas que tornam mínimos os danos subseqüentes a estes acontecimentos. Para isso é necessária a adoção de metodologias sistemáticas e estruturadas para identificação de perigos e avaliação de riscos.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Resultado**

Diante do estudo realizado através de pesquisa em literatura e na internet a respeito das técnicas de análise de riscos para acidentes de trabalho em Indústrias em Processo Químico – IPQ obteve resultados importantes para demonstrar que há possibilidade de equipes gerenciais adotar técnicas para avaliar os riscos de acidentes, processos, ou falhas, etc. É importante salientar que para quaisquer atividades onde possa existir riscos aos trabalhadores, a principal precaução tomada é o repasse de informação, na forma de procedimentos de segurança, treinamentos e reciclagem programadas.

Foram pesquisadas várias técnicas onde estão constantes neste trabalho para facilitar consulta dos gestores em processos na área de petróleo e gás. Constatase através da pesquisa que existem ferramentas adequadas para identificação de perigos e riscos de acidentes.

Na medida em que o entendimento das estratégias de gerenciamento dos acidentes e das ocorrências anormais por parte da empresa constitui uma etapa anterior à proposição de modificações que possam servir para aperfeiçoar esse sistema de gerenciamento, foi também nossa opção trabalhar as técnicas de maneira que facilite o entendimento.

Para finalizar, consideramos como fatores gerenciais e organizacionais, aqueles relacionados aos processos que conformam estruturalmente o funcionamento de um sistema sócio-técnico de produção, entre os quais podemos citar: o estabelecimento e o cumprimento de procedimentos; a comunicação entre as diversas equipes de trabalho e níveis hierárquicos; a concepção, o projeto e a instalação dos dispositivos técnicos; a compilação, tratamento, divulgação e circulação das informações sobre acidentes/ocorrências anormais; as técnicas e estratégias de investigação de acidentes/ocorrências anormais; o gerenciamento da mão-de-obra, incluindo a terceirizada e aspectos como a determinação e a distribuição do efetivo, o conteúdo da tarefa e a rotatividade de pessoal; as



regulações das contradições entre produtividade e segurança e dos desvios entre segurança prescrita e práticas reais; a manutenção, inspeção e supervisão; as tomadas de decisão quanto à introdução de automação e informatização; as políticas de treinamento; a construção da cultura de segurança corporativa; a organização de segurança e outros.

## **4.2 Discussão**

Inicialmente, cabe-nos ressaltar a existência de uma atenção em relação aos acidentes que afetam os trabalhadores da área de IPQ. Deve-se verificar a presença de campos para a atribuição das causas imediatas e básicas dos acidentes, o resultado da pesquisa deixa bastante claro a facilidade do uso de técnicas de análise de riscos ao ponto de extração de lições para o aperfeiçoamento do sistema de gerenciamento da segurança, com a identificação de fatores causais significativamente direcionada pelas idéias de ato inseguro e condição insegura, abordagem característica da engenharia de segurança do trabalho tradicional.

Dada esta ressalva, consideramos que a opção pela utilização das técnicas de análise de riscos se mostrou eficaz. Possibilita, por um lado, explicitar fatores causais ao nível do gerenciamento da produção, manutenção e segurança e da organização do trabalho que conformam as falhas técnicas e as ações e decisões dos trabalhadores da operação e manutenção relacionadas com os acidentes.

Por outro lado, possibilita explicitar a fragilidade que é sintomática do descompasso entre a imagem de excelência que a empresa detém do ponto de vista da produção de petróleo e a efetivação das suas estratégias de controle e prevenção de acidentes, refletida na ocorrência de diversos acidentes ampliados que resultaram em danos ambientais e óbitos de trabalhadores nos últimos anos.

Este quadro demonstra a eficácia na realização de investigações de acidentes por parte de equipes independentes, como nos casos de gerentes, que apontem para questões que normalmente ficam fora do escopo das investigações feitas pelas empresas, possibilitando assim não só uma contraposição ao padrão estabelecido pelos serviços de segurança empresariais, mas também o

estabelecimento de proposições de soluções alternativas e de caráter mais estrutural para a questão dos acidentes nas IPQ.

Por fim, a análise das informações permite detectar a existência de uma gama de ferramentas gerenciais a serem adotadas para quaisquer fins, mas no tocante a este trabalho a prioridade está no sistema de registro e análise dos eventos de causas de acidentes pela empresa. A existência de níveis diferenciados de detalhamento entre as ferramentas são bastante amplos podendo estar relacionada aos diferenciados graus de importância que cada uma das técnicas tem para a empresa.

A análise dos registros de acidentes/ocorrências anormais sustenta a indicação de aspectos a serem aprofundados a médio e longo prazo, como etapas de um processo de investigação que possa render transformações mais duradouras. Por exemplo, a identificação de fatores no nível do gerenciamento da segurança pode alimentar estratégias de investigação que incluam o acompanhamento, durante um determinado período de tempo, das atividades do setor de segurança da empresa, avaliando-se aspectos como a sua organização interna, os treinamentos que realiza, inclusive para os trabalhadores terceirizados, e a dinâmica das relações entre o gerenciamento da segurança e da produção. Como fechamento, apresentamos recomendações relacionadas com as fraquezas gerenciais que este trabalho possibilitou identificar, resultante da análise da situação de uma empresa específica de refino de petróleo em um momento específico, mas potencialmente generalizáveis para outras empresas e situações que se podem encontrar nas IPQ.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A grande maioria das diversas técnicas de análise de riscos são principalmente destacadas para **"identificar perigos"** que é principalmente de domínio da Engenharia de Segurança tradicional, como por exemplo: experiência operacional; reuniões de segurança, inspeções de campo de todo os tipos; relatos, análises e divulgações de acidentes; análise de fluxogramas; análise de tarefas; e experiências de bancada e de campo.

Através deste trabalho destacamos as técnicas mais utilizadas pelos profissionais que desejem desenvolver um estudo da situação com mais detalhes e destacar pontos importantes que em algum momento não foi observado, e através da análise de risco podemos estar cientes dos fatores que geram tais riscos, são elas: a APR, HAZOP, AAF e AMFE. Tais técnicas poderão ser úteis para diversos profissionais de uma organização, para análise das causas de acidentes, como também no tocante à produção, eficiência, dentre outros ramos de análise que considere importantes para seu desenvolvimento dentro da organização e assim mostrar resultados satisfatórios.



## REFERÊNCIAS

ANUÁRIO BRASILEIRO DE PROTEÇÃO, 1999. Edição Especial de 99. *Revista Proteção*.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR ISO 14.001: Sistemas de gestão ambiental - Requisitos com orientações para uso*. Rio de Janeiro, 2004. 27 p.

AIChE - AMERICAN INSTITUTE OF CHEMICAL ENGINEERS. Center for Chemical Process Safety. *Guidelines for chemical process quantitative risk analysis*. New York, 2.ed, AIChE, 2000. 800 p.

ALBERTON, A. *Uma metodologia para auxiliar no gerenciamento de riscos e na seleção de alternativas de investimento em segurança*. 1996, Dissertação (Mestrado em Gestão da Qualidade e Produtividade). Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo - USP, São Carlos, 1996.

BENJAMIN, A. H. *Dano ambiental: prevenção, reparação e repressão*. São Paulo: 3. ed., Editora Revista dos Tribunais, 1993. 470 p.

BOSCH, C. J. H.; WETERINGS, R. A. P. M.; COMMITTEE FOR THE PREVENTION OF DISASTERS CAUSED BY DANGEROUS SUBSTANCES. *Methods for the calculation of physical effects: due to releases of hazardous materials (liquids and gases)*. Yellow Book. . 3. ed. Den Haag: The Netherlands Organization of Applied Scientific Research, 1997. 825 p.

BRASIL. Lei nº 7.804, 18/07/1989. *Altera a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, a Lei nº 7.735, de 22 de fevereiro de 1989, a Lei nº 6.803, de 2 de julho de 1980, e dá outras providências*.

BRASIL. Lei n. 6.938, 31/08/1981. *Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente*.

CARDELLA, B. *Segurança no trabalho e prevenção de acidentes: uma abordagem holística: segurança integrada à missão organizacional com produtividade, qualidade, preservação ambiental e desenvolvimento de pessoas*. São Paulo: Atlas. 1999.

CAMACHO, E. E. *Uma proposta de metodologia para análise quantitativa de riscos ambientais*. 2004, 140 p. Dissertação (Mestrado em Ciências e Engenharia Civil), Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Rio de Janeiro, 2004.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. *Manual de orientação para a elaboração de Estudos de Análise de Riscos*. Secretaria de Estado de Meio Ambiente, São Paulo, 2003a, 120 p. (Norma Técnica CETESB P4.261).

CETESB . Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. *Sistema integrado de gestão para prevenção, preparação e resposta aos acidentes com produtos químicos: Manual de orientação*. Secretaria de Estado de Meio Ambiente, São Paulo, 2003b.

CEZAR, F. G.; ABRANTES, P. C. C. Princípio da precaução: considerações epistemológicas sobre o princípio e sua relação com o processo de análise de risco. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*. Brasília, v. 20, n. 2, p. 225-262, maio/ago. 2003.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 237, de 18/12/1997. *Dispõe sobre Licenciamento Ambiental*.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA n. 001, de 23/01/1986a. *Dispõe sobre o Uso e Implementação da Avaliação de Impacto Ambiental*.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA n. 006, de 24/01/1986b. *Dispõe sobre a aprovação de modelos para publicação de pedidos de licenciamento*.

COVELLO, V. T.; MUMPOWER, J. Risk analysis and risk management: an historical perspective. *Risk Analysis*. Malden, v. 5, p. 103-120, 1985.

CPRH - AGÊNCIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS; GTZ - DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ZUSAMMENARBEIT. *Manual de diretrizes para avaliação de impactos ambientais*. Recife: 2ª ed. Editora Bip Comunicação e Arte, 2000.

FEEMA- FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE, *Análise de risco – conceitos básicos*. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <[www.feema.rj.gov.br/analise\\_risco.htm](http://www.feema.rj.gov.br/analise_risco.htm)>. Acesso em: 18 junho 2008.

FEPAM . FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE ROESSLER. *Manual de análise de riscos*. Rio Grande do Sul, 2001. 45 p. Norma Técnica FEPAM 01/01).



FREITAS, C. M.; PORTO, M. F. S. & MACHADO, J. M. H., 2000. Introdução – A questão dos acidentes industriais ampliados. In: *Acidentes Industriais Ampliados – Desafios e Perspectivas Para o Controle e a Prevenção* (C. M. Freitas, M. F. S. Porto & J. M. H. Machado), pp. 25-45, Rio de Janeiro: Editora Fiocruz.

FREITAS, C. M. et al. *Análise de causas de acidentes de trabalho nas plataformas de petróleo da bacia de campos*. Disponível em: <[www.abepro.org.br/biblioteca/ENESEP1999\\_AO335.PDF](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENESEP1999_AO335.PDF)>. Acesso em: 20 junho de 2008.

FREITAS, et al. *Acidentes de trabalho em Plataformas de Petróleo da Bacia de campos, Rio de Janeiro, Brasil*. Caderno da Saúde Pública. Rio de Janeiro. Janeiro/Fevereiro. 2001. Disponível em: <[www.Scielo.br/pdf/csp/v.17n1/4067.pdf](http://www.Scielo.br/pdf/csp/v.17n1/4067.pdf)>. Acesso em: 15 junho de 2008.

LLORY, M., 1999. *Acidentes Industriais: O Custo do Silêncio – Operadores Privados da Palavra e Executivos que não Podem Ser Encontrados*. Rio de Janeiro: MultiMais Editorial.

PORTO, M. F. S. & FREITAS, C. M., 1996. Major chemical accidents in industrializing countries: The socio-political amplification of risk. *Risk Analysis*, 16:19-29.

HELMAN, H.; ANDERY, P. R. P. *Análise de falhas (Aplicação dos métodos de FMEA – FTA)*. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1995, 156 p.

KIRCHHOFF, D. *Avaliação de risco ambiental e o processo de licenciamento. O caso do gasoduto de distribuição gás brasileiro, trecho São Carlos – Porto Ferreira*. 2004, 137 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e saneamento). Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo - USP, São Carlos, 2004.

LEES, F. P. *Loss prevention in the process industries: hazard identification, assessment and control*. Oxford: 2.ed., Butterworth-Heinemann, 1996. 3 v. 3500 p.

MACHADO, P. A. L. *Direito ambiental brasileiro*. São Paulo: 14ª ed., Editora Malheiros, 2006. 1094 p.

MPO - MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO. Secretaria Especial de Políticas Regionais. Departamento de Defesa Civil. *Glossário de defesa civil, estudos de riscos e medicina de desastres*. Brasília: 2ª ed., Imprensa Nacional, 1998. 283 p.



PANDAGGIS, L. R. *Uma leitura da árvore de causas no atendimento de demanda do poder judiciário: Um fluxograma de antecedentes*. 2003, 151 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mineral). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo .USP, São Paulo, 2003.

RUNDMO, T., 1992. Risk perception and safety on offshore petroleum platforms – Part I: Perception of risk. *Safety Science*, 17:39-52.

SEBRAE/RJ . SERVIÇO DE APOIO ÀS PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. *Manual de licenciamento ambiental - Guia de procedimentos passo a passo*. Rio de Janeiro, 2004. 23 p.

SEVÁ FILHO, A. O., 2000. “Seguura, peão” – Alertas sobre o risco técnico coletivo crescente na indústria petrolífera (Brasil, anos 1990). In: *Acidentes Industriais Ampliados – Desafios e Perspectivas Para o Controle e a Prevenção* (C. M. Freitas, M. F. S. Porto & J. M. H. Machado, org.), pp. 169-196, Rio de Janeiro: Editora Fiocruz.

SENNE JR., M. *Abordagem sistemática para avaliação de riscos de acidentes em instalações de processamento químico e nuclear*. 2003. 214 p. Tese (Doutorado em Sistemas de Processos Químicos e Informática). Faculdade de Engenharia Química, Universidade de Campinas . UNICAMP, Campinas, 2003.

SENNE JR., M.; VASCONCELOS, V. Análise de conseqüências de acidentes em instalações nucleares. In: 3º ENCONTRO DE APLICAÇÕES NUCLEARES, 1995. Águas de Lindóia. *Anais...* Belo Horizonte: CNEN/CDTN, 1995. v.2, p. 1061-1066.

STAMATELATOS, M.; VESELY, W. *Fault tree handbook with aerospace applications*. Washington: NASA, 2002, 205 p.

TEIXEIRA, C. A. R. *A confiabilidade como fator de valor na melhoria de produtos. Estudo de caso: sistema de embreagem automotiva*. 2004, 110 p. Dissertação (Mestrado em Gestão da Qualidade Total). Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade de Campinas . UNICAMP, Campinas. 2004.

USEPA - U. S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *General guidance for Risk Management Programs (40 CFR Part 68)*. Chemical Emergency Preparedness and Prevention Office, Washington, 2004. Disponível em: <<http://yosemite.epa.gov/oswer/ceppoweb.nsf/content/EPAguidance.htm#General>> Acesso em: 23 maio 2008.

VASCONCELOS, V. *Aplicação da metodologia da árvore de falhas na análise de risco em sistemas complexos*. 1984, 143 p. Dissertação. (Mestrado em Ciências e Técnicas Nucleares). Departamento de Engenharia Nuclear, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais. UFMG, Belo Horizonte. 1984.