

Análise e Gerenciamento de Riscos de Processos Industriais



AUTOR:

Eng. Carlos Roberto Coutinho de Souza

APOIO:

VIRTUE Assessoria, Marketing e Informática Ltda.

ANÁLISE E GERENCIAMENTO DE RISCOS DE PROCESSOS INDUSTRIAIS

1.	Introdução	3
1.1	Histórico e Presente da Mentalidade Prevencionista	3
1.2	Desenvolvimento das Indústrias, Produção em Escala - Riscos Químicos	4
1.3	Acidentes com Produtos Químicos	6
1.4	Definições e Terminologias	7
2.	Prevenção Técnica dos Acidentes Químicos	11
2.1	O Desenvolvimento da Gerência de Riscos	12
2.2	Apresentação das Técnicas de Análise de Riscos	14
2.3	Programa de Gerência de Riscos	15
2.4	Programa de Prevenção de Perdas – PPP	18
3.	Identificação de Riscos	20
3.1	Checklists e Roteiros	20
3.2	Inspeção de Segurança	21
3.3	Investigação de Acidentes	21
3.4	Fluxogramas	22
3.5	Identificação de Riscos	24
3.6	Diagrama de Gerenciamento de Risco	31
4.	Introdução à Confiabilidade de Sistemas	32
4.1	Confiabilidade	32
4.2	Cálculo da Confiabilidade	33
4.3	Cálculo de Riscos	34
5.	Controle Total de Perdas	38
5.1	Controle de Danos	38
5.2	Controle Total de Perdas	42
5.3	Engenharia de Segurança de Sistemas	45
5.4	Nova Abordagem Proposta	46
6.	Desenvolvimento de um Programa-Piloto de Prevenção e Controle de Perdas	48
6.1	Programa de Prevenção e Controle de Perdas–Quando?	48
6.2	Necessidades de Estabelecimento dos Perfis dos Programas de Prevenção Existentes – Definição de Prioridades	48
6.3	Possíveis Planos de Ação no Trabalho Integrado de Prevenção e Controle de Perdas	49
6.4	Desenvolvimento e Controle Técnico-Administrativo do Programa-Piloto	51
6.5	Diagrama de Blocos Básico	52
6.6	Considerações Finais	52
7.	Técnicas de Identificação e Análise de Riscos	54
7.1	Introdução	54
7.2	Análise Histórica / Revisão de Segurança	55
7.3	Árvore das Causas	61
7.4	Série de Riscos	63

7.5	What-If / Checklist	67
7.6	Técnica de Incidentes	83
7.7	Análise Preliminar de Riscos (APR)	90
7.8	Estudo de Perigo e Operabilidade – HAZOP	101
7.9	Análise de Modos de Falhas e Efeitos (AMFE)	109
7.10	Análise de Árvores de Falhas (AAF)	113
8.	Conclusões	120
9.	Referências Bibliográficas	124

1. Introdução

1.1 HISTÓRICO E PRESENTE DA MENTALIDADE PREVENCIÓNISTA

Um grande engano tem sido cometido, quando se procura analisar a segurança industrial separadamente dos aspectos administrativo, econômico e financeiro das empresas.

Muitos executivos não compreendem quanto realmente custam os acidentes e outros acontecimentos que ocasionam perdas, que comprometem a imagem da empresa e muitas vezes até mesmo sua sobrevivência. Com o pensamento tradicional no campo de acidentes, é provável que somente vejam os custos do salário direto dos profissionais de segurança, do tratamento médico e da compensação do trabalhador afastado. O que é pior, é que eles podem aceitá-los como custos inevitáveis de que “fazem parte do negócio” ou que os custos devem ser assumidos pelas companhias de seguro.

Poucos são os executivos que compreendem que os mesmos fatores que ocasionam acidentes, estão também criando perdas de eficiência bem como problemas de qualidade, custo e de imagem da empresa.

Nenhum evento começa grande. A análise de grandes acidentes mostraram que em alguns dos casos a indústria não dispunha, na sua rotina diária de trabalho, de um serviço de segurança apoiado e prestigiado pela diretoria e que fosse adequado para atuar, corrigir e sugerir medidas de prevenção nos diversos pequenos acidentes e incidentes que por vezes ocorriam.

Muitos destes pequenos incidentes/acidentes, estavam ligados a inexistência de controles administrativos e gerenciais que fossem capazes de atuar preventivamente.

Infelizmente, ainda existe o pensamento, a bem da verdade entre poucos, de executivos que acreditam que a maioria dos acidentes são causados por “descuido” e aí, recorrem a um castigo ou a programas de incentivo para fazer com que as pessoas sejam “mais cuidadosas”. O resultado mais provável será o de que os acidentes se ocultem em vez de serem resolvidos. Os executivos que acreditam que os acidentes são acontecimentos “anormais” tendem a proteger-se com uma cobertura maior em seguros, somente para descobrir posteriormente que raramente, ou nunca, estes cobrem todas as perdas que se produziram.

Estes poderiam ser classificados como as “anormalidades normais”, pois acabam fazendo parte da “cultura” da empresa. E aí, a segurança não é considerada e nem levada a sério. A improvisação assume o lugar do planejamento e o bom senso. E aí tudo pode acontecer...

Estamos convictos que a forma como são conduzidas as atividades preventivas na empresa e o enfoque tradicional adotado por uma considerável parcela de técnicos e engenheiros da área constituem visão primária do problema. O mesmo pode ser dito em relação a maioria dos executivos de pequenas e médias empresas brasileiras e a uns poucos de grandes empresas de várias nacionalidades, que insistem em adotar procedimentos gerenciais equivocados para a condução das atividades de segurança industrial.

Já não podemos mais aceitar o número de acidentes que ocorrem anualmente no

Brasil. Nem tampouco podemos aceitar, empresas que relutam em adotar políticas e práticas prevencionistas. O comportamento das pessoas deve passar de reativo para pró-ativo. As ações devem ser de antecipação e não mais de correção.

O que se espera hoje, são empresas competitivas, ágeis e acima de tudo seguras, para seus funcionários e para a comunidade próxima a sua localização.

1.2 DESENVOLVIMENTO DAS INDUSTRIAS, PRODUÇÃO EM ESCALA - RISCOS QUÍMICOS

Podemos traçar três grandes etapas de desenvolvimento tecnológico-industrial nos últimos 150 anos, sintetizadas na tabela a seguir, e que ilustram a evolução tecnológica e industrial moderna.

ETAPAS	TECNOLOGIAS ENERGÉTICAS E FABRIS	SETORES INDUSTRIAIS IMPULSIONADOS	TECNOLOGIA DE TRANSPORTE
Primeira (a partir de meados do século XIX)	vapor a base de carvão máquina-ferramenta máquina à vapor	têxtil siderurgia química mineral	navegação à vapor transporte ferroviário
Segunda (principalmente a partir do século XX)	eletricidade (usinas carbo-elétricas e hidroelétricas) petróleo e derivados motor elétrico motor à explosão processo químico (haber-bosch)	automobilístico extração e refino química orgânica (farmacêutica, pesticidas, etc.)	transporte automotivo transporte aeroviário
Terceira (a partir da metade de século XX)	energia/reator nuclear biotecnologia automação de processo e serviços	automação generalizada informática telemática química fina e farmacêutica	transporte aeroespacial

Após a segunda guerra mundial, observamos um rápido crescimento das indústrias e em especial um crescimento espetacular das indústrias químicas. A este crescimento das indústrias, devemos considerar também, o aumento do tamanho das plantas industriais, do volume de produtos em circulação o transporte por meios marítimos e terrestres.

Para se ter uma idéia entre os anos de 1950 a 1990 a comercialização anual de produtos químicos orgânicos saltou de 7 milhões de toneladas para 300 milhões. A capacidade dos petroleiros aumentou de 40.000 toneladas para 500.000 toneladas.

Analisando ainda, sobre este ângulo, somente em termos de produtos químicos orgânicos, a produção mundial saltou de 1 milhão de toneladas em 1940 para 400 milhões de toneladas em 1990.

SUBSTÂNCIAS	EVOLUÇÃO DA CAPACIDADE DE PRODUÇÃO POR PLANTA
Ácido Sulfúrico	Entre 20 - 220 ton/dia em 1945, para mais de 2.000 ton/dia em 1985
Amônia	De 80 ton/dia em 1945, para mais de 1.500 ton/dia em 1980
Etileno	De 40.000 ton/ano em 1956, para mais de 500.000 ton/ano em 1979

Este crescimento das indústrias químicas, encontra-se na economia de escala de suas plantas, particularmente naquelas de processo contínuo, em oposição a produção anterior, por batelada, que ainda ocorre em algumas produções. Os sistemas de controle das produções, inicialmente analógicos e posteriormente digitais tem caracterizado a segurança intrínseca dos processos de produção. A difusão dos processos contínuos de fabricação favorecem a expansão dos trabalhos em turnos e noturnos no setor químico, com diversas implicações para a segurança das operações e a saúde dos trabalhadores, quando medidas gerenciais e de controle não são adotadas.

O crescimento das plantas químicas encontra, na redução de custos, a sua principal explicação. Segundo alguns autores, e aqui citamos *Marshall* (*), os custos das plantas químicas de processo podem ser expressos pela seguinte fórmula:

(*) *Marshall*, V (1987) Major Chemical Hazards. Ellis Horwood Publ., Chichester

$$C_x = C_y \cdot R^z$$

Onde:

$C_x \Rightarrow$ é o custo da planta com capacidade de produção x, numa dada unidade de tempo.

$C_y \Rightarrow$ é o custo de produção de uma planta similar com capacidade de produção y, na mesma unidade de tempo.

$R \Rightarrow$ é a razão x/y

$z \Rightarrow$ é um exponencial

Historicamente tem-se verificado índices para este exponencial z variando entre 0,5 e 1,0. Para um caso onde z seja igual a 0,66, uma planta com o dobro da capacidade custará 1,6 vezes mais.

Para o caso de uma planta quatro vezes maior, o custo será apenas 2,5 vezes maior.

De acordo com *Marshall*, os custos operacionais sobem de forma razoavelmente proporcional ou mesmo menor, com relação ao crescimento da planta, teoricamente quanto maior for sua capacidade, menor será a relação entre os custos de capital por tonelada produzida.

Entre tantas implicações do crescimento em escala das indústrias no nosso estudo interessa-nos a magnitude dos riscos gerados por este crescimento. Classificados de riscos maiores, geradores dos acidentes químicos ampliados ou comumente chamados de grandes acidentes.

1.3 ACIDENTES COM PRODUTOS QUÍMICOS

O acidente químico é um capítulo dentro do risco químico e da indústria química, seja pela sua especialidade, seja pela importância crescente que vem adquirindo na discussão pública internacional. Uma das características deste tipo de acidente é sua relativa baixa probabilidade de ocorrência, porém quando desencadeado, este tipo de acidente pode provocar enormes tragédias humanas e ambientais, como as catástrofes de Seveso, Vila Socó e Bhopal, entre outras.

Existem três grandes grupos de eventos que tenham por fonte principal substâncias químicas: emissão acidental; explosão e incêndio.

Muitos acidentes podem envolver simultaneamente dois ou mesmo os três tipos de eventos.

Das variáveis relacionadas ao acidente químico, duas são de particular importância para nosso trabalho:

A localização da fonte: esta variável está relacionada ao momento do fluxo da produção ou consumo onde o acidente se realiza. Basicamente envolve a produção, armazenagem, transporte, consumo e despejo de substâncias químicas perigosas.

O raio de alcance dos efeitos indesejáveis: dependendo da qualidade e características físico-químicas, toxicológicas e ecotoxicológicas das substâncias envolvidas e das características do acidente propriamente dito: tipo de acidente, localização da fonte, aspectos geográficos, geológicos e meteorológicos da região entre outros, o acidente poderá ter o seu raio de alcance mais restrito ou mais ampliado.

1.3.1 ESTATÍSTICAS DOS GRANDES ACIDENTES.

Os grandes acidentes se notabilizaram pela repercussão a nível mundial. Com a ocorrência de vários acidentes catastróficos no mundo (incêndio, explosão e/ou emissão acidental), as empresas e o público em geral tomaram nova consciência dos perigos potenciais decorrentes do contínuo progresso tecnológico que a humanidade vem alcançando.

A seguir apresentamos, um quadro com os principais acidentes químicos já ocorridos.

TABELA: ACIDENTES QUÍMICOS COM MAIS DE 20 MORTES ENTRE 1920 - 1990

ANO	PAÍS	TIPO DE ACIDENTE	SUBSTÂNCIA	MORTES
1921	Alemanha	Explosão de Fábrica de Anilina	Sulfato de Nitrato e Amônia	> 500
1926	EUA	Explosão em depósito de munição	Trinitrotoluoil	21
1926	EUA	Escapamento de tanque	Cloro	40
1930	Bélgica	Gases tóxicos na atmosfera	Ácido fluorídrico, ácido sulfúrico e dióxido de enxofre	63
1933	Alemanha	Explosão numa fundição	Gás de coqueria	65
1934	Hong Kong	Incêndio em gasômetro	Gás	42
1935	Alemanha	Explosão numa fábrica de explosivos	Dinitrotoluoil, nitroglicerina e trinitrotoluoil	82
1939	Romênia	Escapamento em fábrica química	Cloro	60
1942	Bélgica	Explosão	Nitrato de amônia	>100
1944	EUA	Explosão de nuvem de gás	GLN	130
1948	Alemanha	Explosão de carro tanque numa fábrica química	Dimetil éter	209
1948	Hong Kong	Explosão em indústria química	Desconhecida	135
1950	México	Escapamento em fábrica	Sulfureto de hidrogênio	22
1953	Turquia	Explosão em refinaria	Líquidos inflamáveis	26
1954	Brasil	Explosão em tanque de depósito	Líquidos inflamáveis	20
1954	R.F.Alemanha	Explosão em fábrica	Líquidos inflamáveis	29
1958	França	Explosão em instalação industrial	Líquidos inflamáveis	20
1960	Coréia do Sul	Incêndio em fábrica química	Desconhecida	63
1961	Espanha	Explosão em fábrica química	Desconhecida	23
1966	França	Explosão em refinaria	Propano / butano	21
1968	Japão	Contaminação de água por fundição	Cádmio	100
1970	Indonésia	Incêndio em refinaria	Líquidos inflamáveis	50
1972	EUA	Explosão de uma planta de coque	Propano	21
1972	Japão	Escapamentos de 6 fábricas químicas	Desconhecida	76
1972	Brasil (Rio)	Explosão em refinaria	Líquidos inflamáveis	39
1972	Brasil (SP)	Explosão em refinaria	Propano / butano	38
1972	França	Acidente em indústria química	Outros	36
1973	EUA	Incêndio em tanque de gás liqüefeito	GLN	40
1974	Inglaterra	Escapamento e explosão numa fábrica química	Ciclohexano	28
1977	Colômbia	Escapamento numa fábrica de fertilizantes	Amônia, nitrato de amônia e carbamato	30
1977	EUA	Explosão em silo	Cereais	36
1978	Japão	Acidente em refinaria	Líquidos inflamáveis	21
1978	México	Explosão em Pipeline	Gás	58
1980	Irã	Explosão em depósito de explosivos	Nitroglicerina	80
1980	Índia	Explosão em 2 fábricas	Explosivos	40 - 80
1980	EUA	Incêndio em refinaria	Líquidos inflamáveis	51
1982	Venezuela	Explosão em instalação industrial	Líquidos inflamáveis	145
1984	Brasil	Explosão em Pipeline	Gasolina	508
1984	México	Explosão em refinaria	GLP	503
1984	Índia	Escapamento em indústria química	Metilissocianato	> 2.500
1984	Paquistão	Explosão em Pipeline	Gás	60
1989	EUA	Explosão em indústria química	Gás inflamável	22

Fontes: *Glickman et al. (1992 e 1993); Kletz (1991); Fabiani e Theys (1987); Kier e Müller (1983)*

1.4 DEFINIÇÕES E TERMINOLOGIAS

Qualquer discussão sobre Riscos deve ser precedida de uma explicação da terminologia, seu sentido preciso e inter-relacionamentos. Desta forma, passamos a definir os principais termos utilizados neste nosso estudo :

Acidente do Trabalho: São ocorrências de menos freqüência, que se restringem na maior parte das vezes a uma pessoa, não passando dos limites da empresa envolvida. Por exemplo: cortes, queimaduras térmicas/químicas, torções, etc.

Acidentes Maiores/Acidentes Químicos Ampliados: São eventos de maior gravidade e de freqüência significativamente menor, cujas conseqüências se estendem a um maior número de pessoas. Estes eventos causam grandes perdas às próprias instalações da empresa, podendo ultrapassar os seus limites geográficos e causam substanciais danos ambientais.

Doenças Profissionais: São todos os males aos quais a saúde humana está exposta, devido às atividades profissionais desenvolvidas. Estas doenças são causadas principalmente pela exposição crônica a determinados agentes físicos, químicos ou biológicos.

Risco (Hazard): uma ou mais condições de uma variável com potencial necessário para causar danos. Esses danos podem ser entendidos como lesões a pessoas, danos à equipamentos ou estruturas, perda de material em processo, ou redução da capacidade de desempenho de uma função pré-determinada. Havendo um risco, persistem as possibilidades de efeitos adversos.

Risco (Risk): expressa uma probabilidade de possíveis danos dentro de um período específico de tempo ou número de ciclos operacionais. O valor quantitativo do risco de uma dada instalação ou processo industrial pode ser conseguido multiplicando-se a probabilidade de ocorrência (taxa de falha) de um acidente pela medida da conseqüência/dano (perda material ou humana) causada por este acidente.

Perigo: expressa uma exposição relativa a um risco, que favorece a sua materialização em dano. É comumente entendido como um potencial de causar danos ou perdas humanas, ou de valores materiais.

Segurança: é freqüentemente definido como “isenção de riscos”. Entretanto é praticamente impossível a eliminação completa de todos os riscos. Podemos então definir segurança como, uma condição ou conjunto de condições que objetivam uma relativa proteção contra um determinado risco.

Sistema: é um arranjo ordenado de componentes que estão inter-relacionados e que atuam e interatuam com outros sistemas, para cumprir uma determinada tarefa ou função (objetivo) previamente definida, em um ambiente. Um sistema pode conter ainda vários outros sistemas básicos, aos quais chamamos de subsistemas.

Probabilidade: é a chance de ocorrência de uma falha que pode conduzir a um determinado acidente. Esta falha pode ser de um equipamento ou componente do mesmo, ou pode ser ainda uma falha humana.

Conseqüência/Dano: é a medida do resultado de um acidente do trabalho ou de acidentes maiores. Também pode ser definido como sendo a gravidade da perda humana, material ou financeira, ou a redução da capacidade de desempenho de uma função pré-determinada em um dado sistema.

Um operário desprotegido pode cair de uma viga a 3 metros de altura, resultando um dano físico, por exemplo, uma fratura na perna. Se a viga estivesse colocada a 90 metros de altura, ele com boa certeza estaria morto. O risco (possibilidade) e o

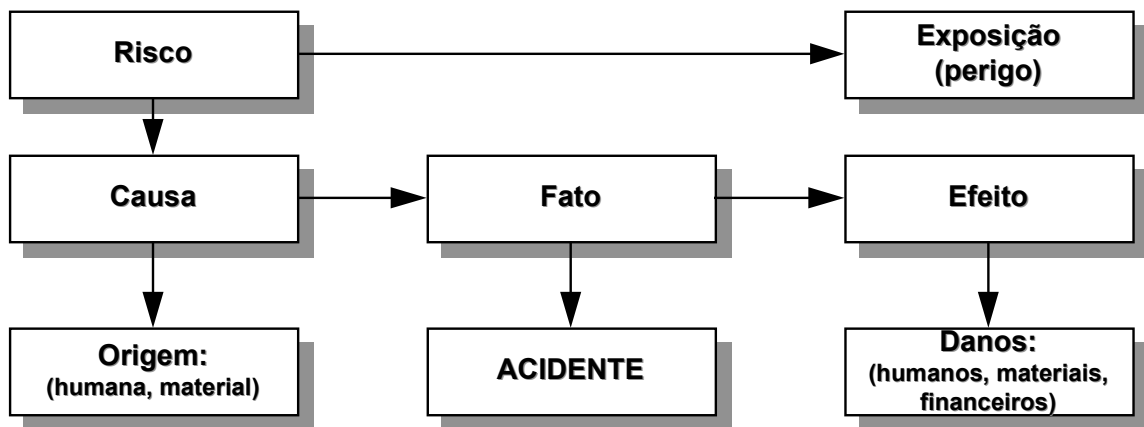
perigo (exposição) de queda são os mesmos, entretanto, a diferença reside apenas na gravidade do dano que poderia ocorrer com a queda.

Confiabilidade: é quantitativamente definida como sendo a probabilidade que um componente, dispositivo, equipamento ou sistema desempenhe satisfatoriamente suas funções por um determinado espaço de tempo e sob um dado conjunto de condições de operação.

Causa: é a origem de caráter humano ou material relacionada com o evento catastrófico (acidente), pela materialização de um risco, resultando danos.

Incidente: qualquer evento ou fato negativo com potencial para provocar danos. É também chamado de “quase-acidente”. Atualmente, este conceito tem sido muito contestado , uma vez que pela definição de acidentes, estes se confundiriam , ficando a diferença em se ter ou não lesão.

Para facilitar o entendimento desses termos básicos, vamos adotar o seguinte esquema de referência :



1.4.1 TERMINOLOGIA

A classificação de Risco e Perigo é fundamental para nosso estudo e seu entendimento deverá ser claro, para isso vamos utilizar o seguinte exemplo :

- A diretoria da fábrica necessita decidir onde estocar uma determinada quantidade de produtos tóxicos ao ar livre, que possui risco de intoxicação para as pessoas.

Como mencionado, o risco é inerente a qualquer atividade e/ou substância e neste caso, devemos analisar e classificar os riscos e perigos em função do grau de exposição e suas conseqüências, assim teremos , de forma técnica, condições de estabelecer medidas que previnam a ocorrência de um evento indesejável.

CONSEQÜÊNCIA	BAIXA (estocagem fora da área urbana)	ALTA (estocagem perto da área urbana)
PROBABILIDADE		

BAIXA (instalação com boas condições de manutenção)	RISCO BAIXO	RISCO MÉDIO
ALTA (instalação com problemas de manutenção)	RISCO MÉDIO	RISCO ALTO

1.4.2 PODEMOS CLASSIFICAR OS RISCOS DE UMA FÁBRICA

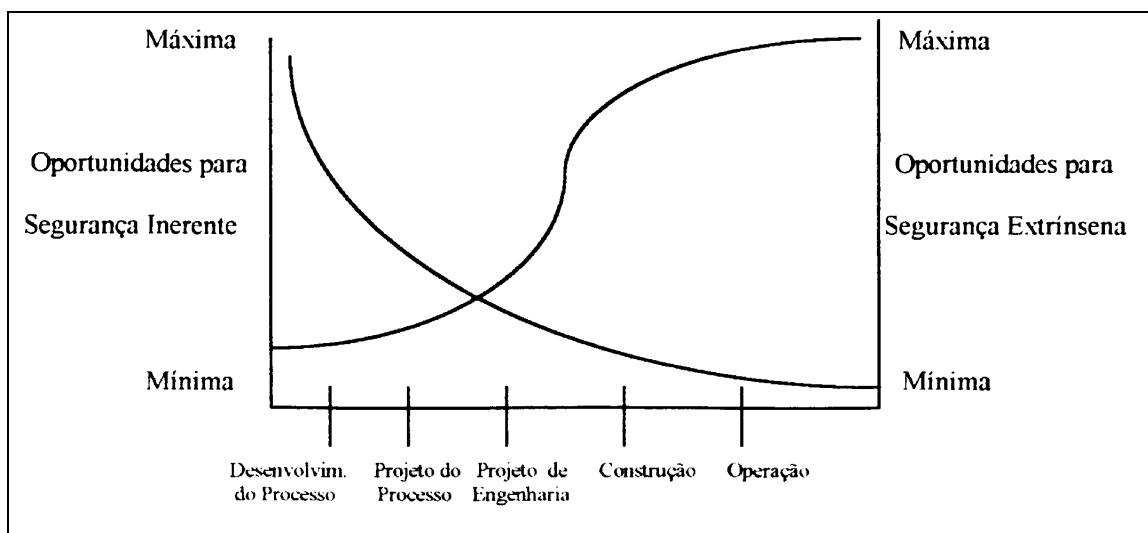
Considerando os conceitos apresentados podemos classificar os riscos de uma instalação, da seguinte maneira :

- a) Conhecidos e já devidamente controlados; Ex. Sala de transformadores isolada e fechada. Casa de máquinas e compressores com elevado nível de ruído, totalmente fechada e sinalizada.
- b) Conhecidos, porém ainda não aceitavelmente controlados; Ex. O produto químico Hexano ainda é muito utilizado em alguns tipos de solventes, podendo gerar problemas à saúde do trabalhador. Uma escada com degraus pequenos onde é necessário transportar volumes grandes, foi colocado um piso anti-derrapante e placas de aviso, mas o risco de queda continua.
- c) Ainda desconhecidos, mas são perfeitamente identificáveis através de metodologias já empregadas pela empresa; Ex. Armazenamento de produtos tóxicos e inflamáveis em áreas de presença permanente de pessoas. A aplicação da inspeção planejada no almoxarifado constatou que estavam armazenando produto tóxico e inflamável em locais que poderiam prejudicar a saúde das pessoas e provocar um incêndio.
- d) Totalmente desconhecidos por falta de informações que nos permita identificá-los. Ex.: O ascarel era um produto muito usado nos anos 70 em todo o mundo para refrigerar transformadores, até descobrirem que ele é altamente cancerígeno.

2. Prevenção Técnica dos Acidentes Químicos

A crescente importância dos acidentes químicos ampliados vem impulsionando o desenvolvimento e aplicação de novas técnicas de análise de riscos no interior das indústrias de processo em geral, particularmente nas indústrias químicas. Segundo Flohtmann (1993), os grandes acidentes proporcionaram uma mudança de paradigma nas técnicas de segurança. Com isso, houve uma passagem da segurança clássica, pautada em análises de acidentes já ocorridos num processo de aprendizagem empírico, para uma abordagem sistêmica, de caráter preditivo, que busca avaliar e prever quantitativa e qualitativamente a ocorrência de acidentes. Paralelamente, vem havendo um grande desenvolvimento na implantação de programas internos (“in-site”) e externos (“off-site”) de emergências às fábricas, para o caso de ocorrerem acidentes ampliados. Podemos visualizar a importância da prevenção estrutural, que inclui as análises de risco de caráter preditivo cada vez mais utilizadas na indústria química, através da seguinte figura:

Figura 1 – SEGURANÇA INERENTE VERSUS SEGURANÇA EXTRÍNSECA NAS FASES DE IMPLANTAÇÃO DA FÁBRICA



Fonte: Greenberg e Cramer (1991)

De acordo com os autores, a segurança moderna deve almejar alcançar o máximo de eficiência nas fases iniciais do projeto de implantação de uma fábrica, iniciando pela própria concepção tecnológica do processo. A medida que nos aproximamos das fases de construção e operação, menores serão as chances de serem implantadas medidas de segurança inerentes ao projeto tecnológico do processo e de engenharia construtiva. A avaliação posterior de riscos incontrolados implicará em medidas extrínsecas ao projeto inicial, classificados por alguns pesquisadores, como uma prevenção de remendos. A transformação desta prevenção de remendos para uma prevenção estrutural, marcada por uma segurança inerente em relação a determinados riscos, somente acontecerá então através de investimentos num novo projeto de planta industrial, num processo de caráter simultaneamente social e técnico, frequentemente impulsionado pela ocorrência de tragédias industriais.

Os métodos sistêmicos de análises de riscos desenvolvidos vem sendo aplicados nas indústrias de processos basicamente como ferramentas para a decisão acerca da aceitabilidade de uma nova planta industrial e para a melhoria da confiabilidade dos

sistemas técnico e organizacional existentes. Segundo alguns estudos, os resultados de tais métodos servem para:

- a) aonde devem ser localizados processos e operações perigosos;
- b) decidir sobre investimentos nos equipamentos voltado à prevenção de acidentes e limitação de suas conseqüências;
- c) projetar processos de fabricação e sistemas de controle;
- d) criar rotinas operacionais e de manutenção;
- e) escrever e registrar documentos de segurança para a organização.

2.1 O DESENVOLVIMENTO DA GERÊNCIA DE RISCOS

A Gerência de Riscos, em termos de consciência ou de convivência com o risco, é tão antiga quanto o próprio homem. Na verdade, o homem sempre esteve envolvido com riscos e com muitas decisões de Gerência de Riscos. Muito antes da existência do que hoje denominamos gerentes de risco, indivíduos dedicaram-se (e tem se dedicado) a tarefas e funções específicas de segurança do trabalho, proteção contra incêndios, segurança patrimonial, controle de qualidade, inspeções e análises de riscos para fins de seguro, análises técnicas de seguro e inúmeras outras atividades semelhantes.

O exemplo que escolhemos para ilustrar esta teoria é bastante antigo. Conta a mitologia grega que o Rei Mimos de Creta, mandou aprisionar Dédalo e seu filho Ícaro, na ilha de mesmo nome. Com o objetivo de escapar da ilha, Dédalo idealizou fabricar asas, o que fez habilidosamente com penas, linho e cera de abelha. Antes da partida, Dédalo advertiu a Ícaro que tomasse cuidado quanto ao curso de seu vôo – se voasse muito baixo as ondas molhariam suas penas; se voasse muito alto o sol derreteria a cera, desagregando as penas, e ele cairia no mar.

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – IDENTIFICAÇÃO: SISTEMA DE VÔO DÉDALO 1				
RISCO	CAUSA	EFEITO	CAT. RISCO	MEDIDAS PREVENTIVAS
Radiação térmica do sol.	Voar muito alto em presença de forte radiação.	Calor pode derreter a cera de abelhas. Separação e perda das penas podem causar má sustentação aerodinâmica. Aeronauta pode morrer.	Grave	1. Prover advertência contra vôo alto. 2. Manter rígida supervisão sobre aeronauta. 3. Restringir área da superfície aerodinâmica.
Umidade	Voar muito perto da superfície do mar.	Asas podem absorver umidade, aumentando o seu peso e falhando. O poder de ascensão pode não suportar o excesso de peso. Aeronauta pode cair no mar.	Grave	1) Advertir aeronauta para voar a meia altura. 2. Instruir aeronauta sobre a importância de observar taxa de umidade nas asas.

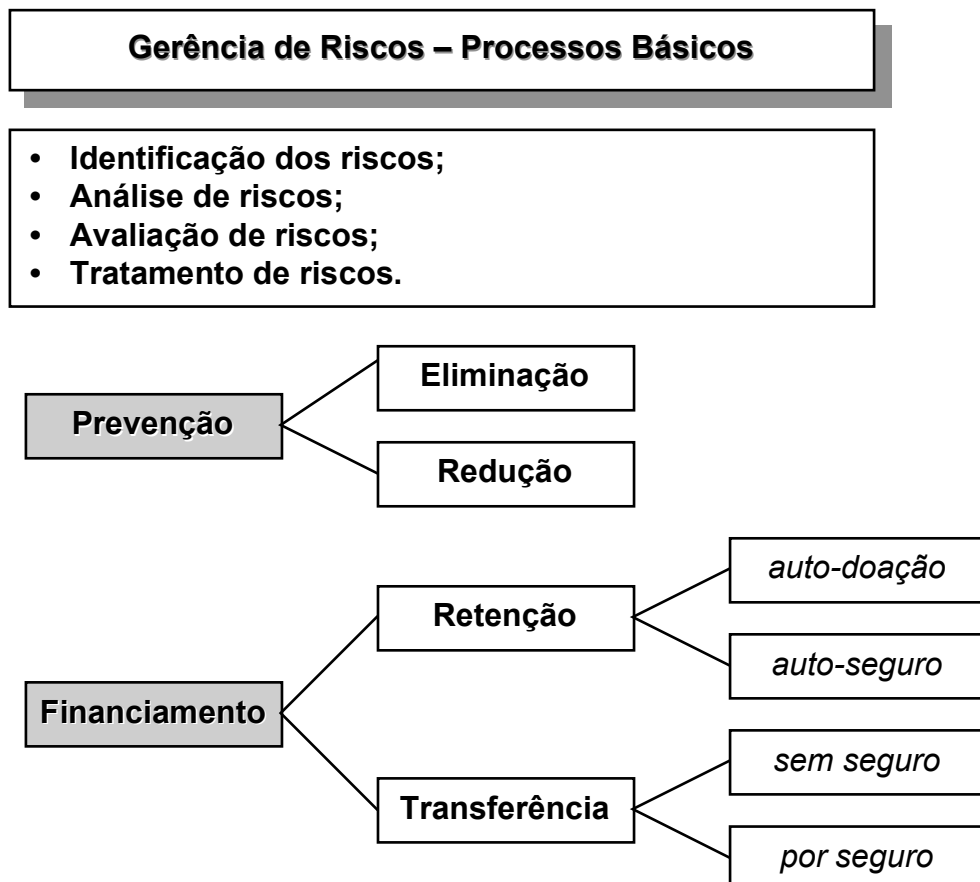
Este exemplo simples mostra a forma adequada para uma Análise Preliminar. Outras colunas poderão ser adicionadas completando a informação, de forma a indicar critérios a serem seguidos, responsáveis pelas medidas de segurança, necessidade de testes, e outras ações a serem desenvolvidas.

Podemos dizer que a Gerência de Riscos é a ciência, a arte e a função que visa a proteção dos recursos humanos, materiais e financeiros de uma empresa, quer através de financiamento dos riscos remanescentes, conforme seja economicamente mais viável.

De fato, a Gerência de Riscos teve seu início na Indústria Moderna, logo após a Segunda Guerra Mundial, devido à rápida expansão das indústrias, com conseqüente crescimento da magnitude dos riscos incorporados, tornando-se imprescindível garantir a proteção da empresa frente aos riscos de acidentes. Além da avaliação das probabilidade de perdas, a necessidade de determinar quais os riscos inevitáveis e quais os que poderiam ser diminuídos, passaram a ser calculados o custo-benefício das medidas de proteção a serem adotadas, como também levou-se em consideração a situação financeira da empresa para a escolha adequada do seu grau de proteção. Ficou evidente que, estes objetivos, somente seriam atingidos por meio de uma análise detalhada das situações de risco.

A propósito, como é de nosso conhecimento, Ícaro voou muito alto e pelos motivos expostos por Dédalo, veio a cair no mar (Ícaro era um cabeça-dura).

De modo geral, podemos resumir o desenvolvimento dos processos básicos na Gerência de Risco, como mostra o quadro abaixo:



2.2 APRESENTAÇÃO DAS TÉCNICAS DE ANÁLISE DE RISCOS

2.2.1 MÉTODOS QUALITATIVOS GERAIS

Checklists: Utilizados para identificar fontes de riscos e agravantes em processos e instalações já existentes, através de listas de especificações técnicas e operacionais dos processos, equipamentos e procedimentos.

Análise Preliminar de Perigos (APP): Método simplificado, é Utilizado para identificar fontes de perigo, conseqüências e medidas corretivas simples, sem aprofundamento técnico, resultando em tabelas de fácil leitura.

Análise “What-If?”: Normalmente utilizada nas fases iniciais de projeção. Trata-se de um método especulativo onde uma equipe busca responder o que poderia acontecer caso determinadas falhas surjam.

Matriz de Riscos: Consiste numa matriz onde se busca verificar os efeitos da combinação de duas variáveis. Um exemplo clássico é o das reações químicas avaliando-se os efeitos da mistura acidental de duas substâncias existentes.

2.2.2 MÉTODOS MAIS DETALHADOS

Análise de Modos de Falhas e Efeitos: Analisa como as falhas de componentes específicos de um equipamento ou subsistema do processo se distribuem ao longo do sistema, entendido este como um arranjo ordenado de componentes interrelacionados. A estima quantitativa das probabilidades de falhas é feita pela técnica de árvore de falhas.

HAZOP (Hazard and Operability Studies): É um dos métodos mais conhecidos na análise de riscos na indústria química, onde uma equipe busca, de forma criativa, identificar falhas de riscos e problemas operacionais em subsistemas do processo. Verifica-se, por exemplo, o que acontece quando se adiciona mais, menos ou nenhuma substância num tanque de reação. Supostamente, além de se ter um amplo diagnóstico dos riscos existentes, as que passam pelo HAZOP aumentam seu nível de confiabilidade.

Dow e Mond Index: Métodos desenvolvidos pela Dow e ICI para identificar, quantificar e classificar as diferentes seções do processo de acordo com o potencial de risco de incêndios e explosões, providenciando informações para o projeto e gerenciamento de instalações perigosas.

2.2.3 MÉTODOS DE ÁRVORES

Análise de Arvore de Falhas: um método de dedutivo que visa determinar a probabilidade de determinados eventos finais. Busca-se construir a malha de falhas anteriores que culminam no evento final, atribuindo-se uma taxa de falha a cada item anterior que compõe a árvore, chegando-se então à probabilidade final, através da lógica tipo e/ou e do uso da álgebra booleana.

Análise de Arvore de Eventos: é um método similar ao anterior, porém indutivo, pois parte de fainas iniciais buscando identificar as possíveis implicações nos estágios mais avançados do processo.

Análise de Causa e Efeito: É uma combinação dos dois métodos anteriores. Parte-se de um evento intermediário, e então busca-se chegar ao conjunto de eventos anteriores (causas) e, posteriores (efeitos).

Análise de Árvore de Causas: É um método utilizado para acidentes do trabalho. Utilizado por equipes multidisciplinares, possibilita a eliminação do “achismo” muito comum na análise deste tipo de acidente. Por representar graficamente o acidente, este método pode ser qualificado como uma ferramenta de comunicação entre os que fazem a análise e aqueles que descobrem a história do acidente analisado. Os fatores que ficaram sem explicação, demandando informações complementares, são colocados em evidência aos olhos de todos.

Podemos afirmar que as regras do método, impondo o questionamento sistemático diante de cada fato que figura na árvore, levam a causas remotas, particularmente àquelas ligadas a organização do trabalho, a concepção de máquinas e de instalações, alargando o campo de investigação e evidenciando o maior número de fatores envolvidos na gênese do acidente.

Análise de Conseqüências: É considerada uma técnica final para se avaliar a extensão e gravidade de um acidente. A análise inclui: a descrição do possível acidente, uma estimativa da quantidade de substância envolvida, e, quando for do tipo emissão tóxica, calcular a dispersão dos materiais - utilizando-se de modelos de simulação computadorizados - e avaliar os efeitos nocivos. Os resultados servem para estabelecer cenários e implementar as medidas de proteção necessárias.

Fontes: Greenberg e Cramer (1991), UNEP (1992), OIT (1991), Flohtrnan (1993), Fantazzini e De Cícco (1988) Coutinho (1992)

2.3 PROGRAMA DE GERÊNCIA DE RISCOS

2.3.1 OBJETIVOS

Consiste na implantação de ações de identificação e tratamento dos riscos e perdas que a Empresa está exposta, durante execução de suas atividades laborais, propiciando garantias contra eventos indesejados.

O PROGRAMA DE GERÊNCIA DE RISCOS NÃO É UM ACONTECIMENTO É UM PROCESSO

2.3.2 FORMAS DE ATUAÇÃO

A atividade de um programa de Gerência de Riscos tem como principal característica “assessorar” várias áreas da Empresa e “Integrar” estas informações.

2.3.3 IMPLANTAÇÃO

O procedimento de implantação do programa de Gerência de Riscos consiste na criação de um comitê que deve ser formado por representantes de todas as áreas que

o programa assessorará. Esta comissão deverá se reunir periodicamente para discutir as suas atividades, e receberá total orientação da Herco com relação aos procedimentos e ações de implantação.

2.3.4 ATITUDES

Destacamos como principais atitudes que o comitê deve promover:

- Identificar continuamente as exposições da Empresa a perdas (riscos);
- Avaliar o Ônus derivado do risco e o custo necessário para ser controlado;
- Responder aos riscos, isto é, planejar e coordenar as atividades de prevenção (tratamento);
- Manutenção de um registro de perdas;
- Visitas regulares a campo para discutir a Gerência de Riscos com seus colaboradores, identificar e registrar novas exposições e reduzir falhas de comunicação;
- Canalizar e repassar informações, filtrando-as e avaliando-as;
- Gerar relatórios sobre suas decisões, incluindo planos de trabalho;
- Reuniões periódicas com outros gerentes/diretores.

2.3.5 TÉCNICAS DE CONTROLE DE RISCOS

As principais ferramentas utilizadas pela Gerência de Riscos são:

- Inspeção de Riscos;
- Programa de Prevenção de Perdas;
- Criação e manutenção de um Banco de Dados sobre Perdas;
- Modelos de Conseqüências (cenários de riscos);
- Técnicas de Análise de Riscos (HAZOP, FMEA, What-if, etc.).

Trata-se de uma atividade desenvolvida por profissionais especializados (inspetores de riscos) nas técnicas de levantamentos de riscos que, através de visitas à Empresa, efetuarão identificação, análise e dimensionamento de perdas que a Empresa está exposta, para os diversos riscos potenciais que poderão afetar adversamente o seu patrimônio.

Através da inspeção serão levantadas diversas condições de risco abaixo dos padrões estabelecidos por normas nacionais, internacionais e legislação local vigente. Dentre os tópicos abordados durante a inspeção de risco, destacam-se irregularidades que poderão afetar a empresa no que se refere a:

- Danos à propriedade (incêndio, explosão, etc.);
- Lesões pessoais (morte, mutilações, doenças, ocupacionais, etc.);
- Parada de produção (quebra de máquina, queima de motores /transformadores, etc.);
- Perda de qualidade (falta de controle de processo, instrumentos e maquinário inadequados, etc.);
- Poluição ambiental (tratamento inadequado de efluentes, gases e resíduos industriais sólidos, etc.);

- Riscos à comunidade (vazamento de gases tóxicos, líquidos inflamáveis, etc.).

2.3.6 CARACTERÍSTICAS DA INSPEÇÃO DE RISCO

- identifica as condições de risco;
- propõe tratamentos para as condições de risco;
- adequa o local de trabalho aos requisitos legais;
- mantém a diretoria e gerência informadas sobre exposição da empresa a perdas;
- instrui com relação a atualização de normas;
- melhora o nível de conhecimento técnico da empresa em relação aos riscos;
- auxilia no dimensionamento do DMP, PME, PMP e LMI;
- propõe melhorias dos padrões das instalações;
- reduz as ações trabalhistas/honorários de advogados;
- reduz a cegueira industrial;
- orienta a empresa a identificar riscos;
- identifica a vulnerabilidade das instalações industriais em relação às perdas;
- é um processo preventivo - atua antes da perda ocorrer;
- classifica os tipos de riscos que a empresa está exposta;
- reduz e/ou elimina as causas que provocam perdas
- identifica as deficiências das instalações, equipamentos, manutenção e operação.

2.3.7 BENEFÍCIOS DA INSPEÇÃO DE RISCOS

- reduz a frequência e gravidade de eventos indesejados(incêndio, lesões, interrupção da produção, etc.);
- adequa o seguro aos reais riscos da Empresa;
- reduz e/ou elimina as indenizações/multas provenientes de danos ao meio ambiente/RC;
- aponta necessidades de treinamentos;
- otimiza os investimentos;
- mantém a continuidade do processo produtivo;
- detecta as deficiências e otimiza os gastos com manutenção;
- preserva a imagem;
- mantém os funcionários mais satisfeitos;
- prioriza a tomada de decisões dos investimentos necessários em prevenção e permite a análise da relação custo/benefício.

2.3.8 PROCEDIMENTOS

Durante a inspeção de risco, o inspetor realizará entrevistas técnicas, reuniões com gerentes, supervisores, profissionais da área industrial e de segurança, que devem fornecer informações referentes ao fluxo produtivo e aspectos de funcionamento da Empresa, para a melhor identificação das possibilidades de perdas, bem como acompanhá-lo na inspeção a campo para poderem aprender esta técnica.

Ao término da inspeção será elaborado um relatório detalhado (fotos, sumários,

anexos, etc.) de todos os parâmetros identificados que possam causar qualquer tipo de perdas. Estes parâmetros serão apresentados e acompanhados das respectivas recomendações para eliminação ou redução dos riscos.

2.4 PROGRAMA DE PREVENÇÃO DE PERDAS – PPP

REDUZIR PERDAS É SALVAR VIDAS E MAXIMIZAR LUCROS

2.4.1 DEFINIÇÃO

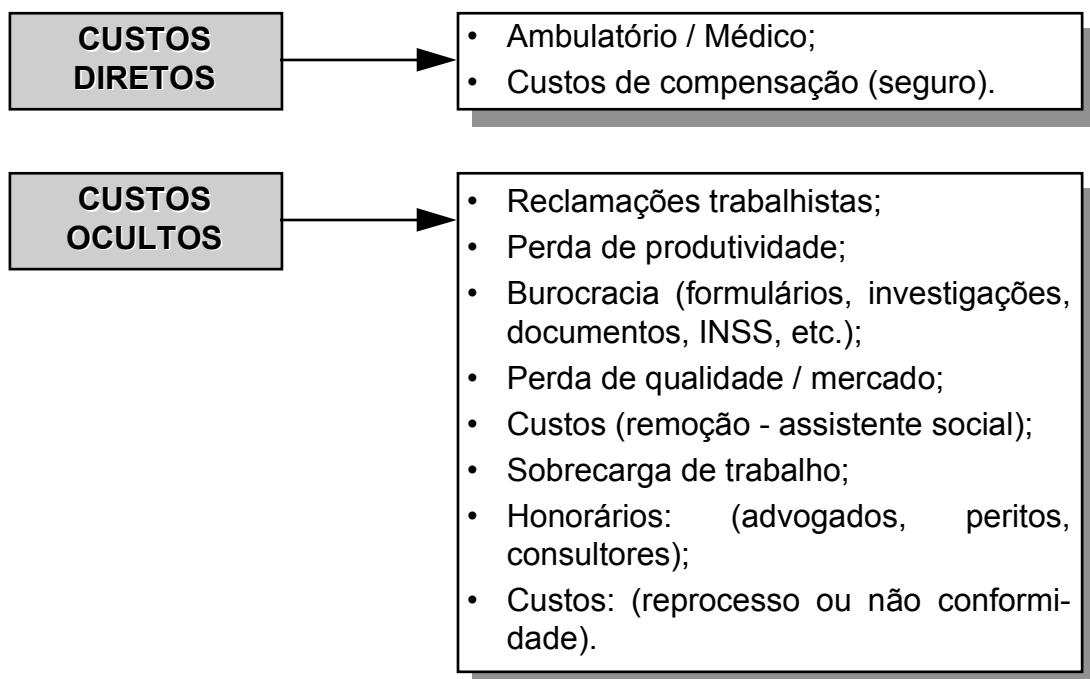
São procedimentos administrativos e operacionais que tem por base otimizar continuamente a Empresa, para que esta implante um sistema de controle total de perdas, e desta forma possa melhor gerenciar seus custos operacionais, além de salvaguardar seu patrimônio físico e humano, preservando a imagem da Empresa.

São considerados como perdas qualquer evento que afete adversamente:

- O patrimônio
- A produção
- O ser humano
- A qualidade
- Produtos – Insumos, Matéria prima
- O meio ambiente - Terceiros

As perdas são acontecimentos indesejáveis que devem ser permanentemente controlados, devido aos seus altos custos indiretos, que dilapidam sobremaneira o lucro da Empresa. Os custos indiretos chegam a ser 50 vezes maior que os custos diretos.

ICEBERG DOS CUSTOS PRODUZIDOS PELAS PERDAS



OS CUSTOS INDIRETOS, CHAGAM A SER ATÉ 50 VEZES MAIORES QUE OS CUSTOS DIRETOS.

A nível ilustrativo apresentamos um quadro que relaciona o valor da perda com a margem de lucro e o montante de vendas para cobri-la.

CUSTO DAS PERDAS	MARGEM DE LUCRO				
	1%	2%	3%	4%	5%
1.000	100.000	50.000	33.000	25.000	20.000
5.000	500.000	250.000	167.000	125.000	100.000
10.000	1.000.000	500.000	333.000	250.000	200.000
25.000	2.500.000	1.250.000	833.000	625.000	500.000
50.000	5.000.000	2.500.000	1.667.000	1.250.000	1.000.000
<i>Vendas requeridas para cobrir as perdas</i>					

2.4.2 COORDENAÇÃO

O controle de perdas é uma função participativa onde todos os níveis da Empresa estão envolvidos, além de interagir de forma integral com a produção e os programas de qualidade. Sua abrangência, a nível corporativo, vai do corpo administrativo até os níveis operacionais.

É através de uma política direcionada ao programa, assinada pela maior autoridade da empresa, que será delegada responsabilidade e dado respaldo à sua implantação; desta forma caberá à:

- *Diretoria*: apoiar de forma integral as ações do programa;
- *Gerências*: coordenar o programa nas áreas de sua competência;
- *Supervisores*: operacionalizar o programa.

2.4.3 IMPLANTAÇÃO

A metodologia aplicada para a implantação de uma cultura prevencionista nos trabalhadores é obtida através de treinamento em determinadas técnicas. O programa, portanto, é dividido em vários módulos, cujos principais, que destacamos são:

- Investigação de acidentes e incidentes
- Inspeções planejadas
- Análise de procedimentos de trabalho
- Higiene industrial e saúde ocupacional
- Planejamento para emergências

3. Identificação de Riscos

O processo de gerenciamento de riscos, como todo procedimento de tomada de decisões, começa com a identificação e a análise de um problema. No caso da Gerência de Riscos, o problema consiste, primeiramente, em se conhecer e analisar os riscos de perdas acidentais que ameaçam a organização.

Neste Módulo, iremos apresentar os principais meios de identificação de riscos e, no Módulo 3, as técnicas básicas de análise de riscos, oriundas da moderna Engenharia de Segurança de Sistemas.

A identificação de riscos é, indubitavelmente, a mais importante das responsabilidades do gerente de riscos. E o processo através do qual, continua e sistematicamente, 550 identificadas perdas potenciais (a pessoas, a propriedade e por responsabilidade da empresa), ou seja, situações de risco de acidentes que podem afetar a organização.

Na verdade, não existe um método ótimo para se identificar riscos. Na prática, a melhor estratégia será combinar os vários métodos existentes, obtendo-se o maior número possível de informações sobre riscos, e evitando-se assim que a empresa seja, inconscientemente, ameaçada por eventuais perdas decorrentes de acidentes.

Para melhor cumprir essa tarefa, o gerente de riscos deve, antes de mais nada, obter informações que lhe permitam conhecer em profundidade a empresa.

Para dar uma melhor idéia do que estamos afirmando, gostaríamos de formular a seguinte questão: até que ponto o leitor conhece a empresa em que atua quanto aos seus bens patrimoniais; as pessoas que, direta ou indiretamente, estão envolvidas com ela; as suas (da empresa) responsabilidades, direitos e obrigações; a organização efetiva da mesma e ao fim a que se destina; aos seus processos administrativos, operacionais e de produção; a sua estrutura econômico-financeira e aos processos e operações financeiras empregados para manter o seu equilíbrio?

A resposta completa a esta questão é a obtenção das informações necessárias sem de suma importância para que o gerente de riscos possa cumprir satisfatoriamente a sua missão, iniciando-a com a identificação efetiva dos riscos que afetam a empresa.

3.1 CHECKLISTS E ROTEIROS

Um dos meios mais freqüentes para identificar riscos é a utilização de “Checklists” (questionários), roteiros e outros do gênero. Tais questionários podem ser obtidos de várias maneiras: em publicações especializadas sobre Engenharia de Segurança e Seguros, junto a corretoras, seguradoras, etc. (no final deste módulo, é apresentado um modelo de checklist básico para a identificação de riscos).

É importante enfatizar que, por mais precisos e extensos que sejam esses questionários e roteiros, há uma grande chance de os mesmos omitirem situações de risco até vitais para uma determinada empresa. Para minimizar o problema, a Gerência de Riscos deve adaptar tais instrumentos às características e peculiaridades específicas da organização.

3.2 INSPEÇÃO DE SEGURANÇA

Outro meio bastante utilizado para a identificação de riscos é a inspeção de segurança ou a inspeção de riscos, que nada mais é do que a procura de riscos comuna, já conhecidos teoricamente. Esse conhecimento teórico facilita a prevenção de acidentes, pois as soluções possíveis já foram estudadas anteriormente e constam de extensa bibliografia.

Os riscos mais comumente encontrados em uma inspeção de segurança são:

- falta de proteção de máquinas e equipamentos;
- falta de ordem e limpeza;
- mau estado de ferramentas;
- iluminação e instalações elétricas deficientes;
- pisos escorregadios, deficientes, em mau estado de conservação;
- equipamentos de proteção contra incêndio em mau estado ou insuficientes;
- falhas de operação, entre outras.

As inspeções de segurança, dependendo do grau de profundidade exigido, envolvem não só os elementos da área de Engenharia de Segurança, mas também todo o corpo de funcionários.

Para atingir os objetivos pretendidos, há a necessidade de organizar um programa bem definido para as inspeções, devendo ser estabelecido, entre outros itens:

- o que será inspecionado;
- a frequência da inspeção;
- os responsáveis pela inspeção;
- as informações que serão verificadas.

Para possibilitar estudos posteriores, como também para controles estatísticos, até mesmo os de qualidade, pode-se preparar formulários especiais, adequados a cada tipo de inspeção e nível de profundidade desejados.

A própria inspeção de equipamentos, por exemplo, feita pelo operário diariamente no início do turno de trabalho, deverá ser facilitada através da elaboração de uma ficha de inspeção. Os pontos a serem observados deverão ser colocados em ordem lógica, e o preenchimento deverá ser feito com uma simples marcação ou visto.

Também o Engenheiro ou o Supervisor de Segurança, quando em uma inspeção rotineira, poderá se utilizar de um pequeno formulário (roteiro).

Uma vez preenchido esse formulário, caso seja observada alguma irregularidade, deverá ser elaborado um relatório de inspeção, onde serão registrados os pontos negativos encontrados e propostas medidas para sua correção.

3.3 INVESTIGAÇÃO DE ACIDENTES

Apesar de a filosofia maior da Gerência de Riscos, nos moldes propostos nesta coletânea, ser o desenvolvimento de ações de prevenção antes da ocorrência de perdas, não podemos deixar de mencionar outro meio que é empregado para a identificação de riscos, que é a investigação de acidentes (de nossa parte, esperamos que seja cada vez menos necessária a sua utilização...).

As peculiaridades inerentes a cada indústria como espaço físico, produto fabricado, processo, tipo de máquinas e equipamentos, característica socio-econômica da região onde se localiza a indústria, podem criar riscos de acidentes de difícil detecção.

Em casos de acidentes do trabalho, por exemplo, somente uma investigação cuidadosa, isto é, uma verificação dos dados relativos ao acidentado como comportamento, atividade exercida, tipo de ocupação, data e hora do acidente, possibilitará a descoberta de determinados riscos.

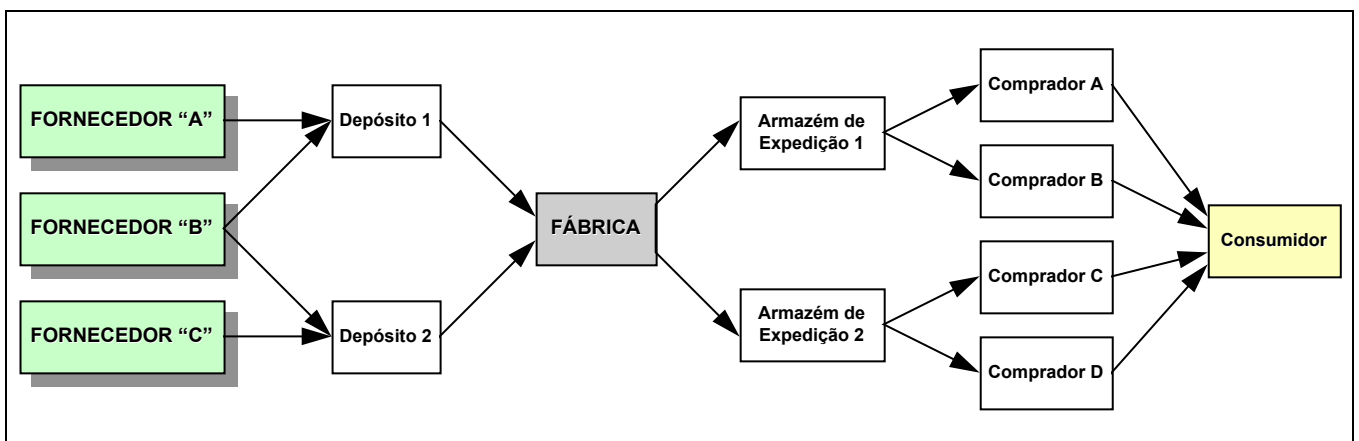
Tem-se assim uma atividade baseada não somente em conhecimentos teóricos, mas também na capacidade de dedução e/ou indução do técnico responsável pela investigação. A partir da descrição do acidente, de informações recolhidas junto ao encarregado da área, de um estudo do local do acidente, da vida pregressa do acidentado, poderão ser determinadas as causas do acidente e propostas as medidas necessárias para evitar a sua repetição.

3.4 FLUXOGRAMAS

Um procedimento que pode ser adotado para identificar perdas potenciais é o uso de fluxogramas, os quais são, inicialmente, preparados mostrando todas as operações da empresa, desde o fornecimento da matéria-prima até a entrega do produto ao consumidor final. Em seguida, são elaborados fluxogramas detalhados de cada uma das operações definidas no início, passando-se então a identificar as respectivas perdas que podem vir a ocorrer.

Consideremos o seguinte exemplo:

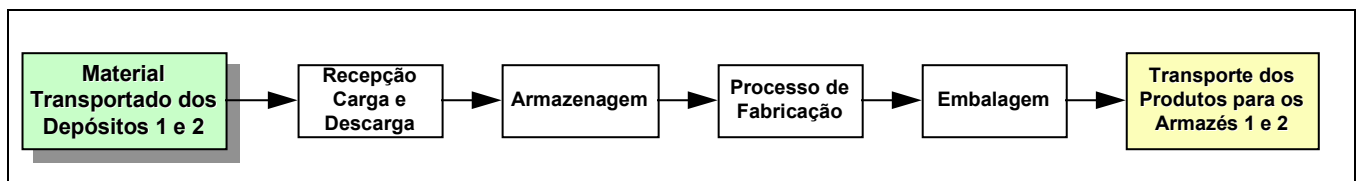
A) FLUXOGRAMA GLOBAL INICIAL



Por este diagrama global, o gerente de riscos deve procurar obter, entre outras, as seguintes informações iniciais:

- relação dos fornecedores e respectivas matérias-primas, produtos e serviços;
- localização dos depósitos e armazéns, tipos de construção, concentração de valores, qualidade da armazenagem, sistemas de segurança etc.;
- características, localização, construção, equipamentos, concentração de valores etc., da fábrica;
- formas de transporte adotadas;
- sistemas de venda e compra.

B) FLUXOGRAMA DETALHADO DA FÁBRICA



- exemplo acima sugere, em princípio, as seguintes perdas potenciais:
- *Danos a propriedade:*
Reposição, reparos e manutenção de: veículos, prédios, máquinas e equipamentos, matérias-primas, mercadorias e produtos; Parada ou redução das operações de fabricação como consequência de danos às instalações e ao processo de fabricação.
- *Perdas por responsabilidade:*
Responsabilidade civil por danos pessoais e/ou materiais a clientes, por defeitos nos produtos; a visitantes, por eventuais acidentes; a terceiros em geral, pelo uso e operação negligente de veículos.
- *Perdas pessoais:*
 - Perdas decorrentes de danos pessoais a funcionários (acidentes do trabalho);
 - Perdas indiretas, à empresa, consequentes de morte ou invalidez de funcionários-chaves;
 - Perdas diretas e indiretas à família de funcionários, por morte, invalidez e aposentadoria precoce destes.

Quanto mais detalhados forem os fluxogramas, melhores serão as condições de identificação de riscos e perdas potenciais. Para obter o grau necessário de detalhes, é fundamental a participação de cada setor na elaboração desses fluxogramas.

Outros meios que podem auxiliar na identificação de riscos são: análise de planos de contas, relatórios financeiros, balanços e balancetes mensais; e contratação de pessoal especializado, externo a organização, para assessorar o gerente de riscos.

Não entraremos no mérito de tais procedimentos, ficando aqui apenas registrados como passíveis de serem utilizados. De fato, a nossa preferência particular, dentre os vários métodos existentes para identificar riscos e perdas potenciais, recai sobre a Técnica de Incidentes Críticos, apresentada e discutida em detalhes no Módulo 7.

É importante, no entanto, enfatizar uma vez mais que não existe um método ótimo para a identificação de riscos. O melhor, realmente, é a combinação dos vários meios e processos aqui mencionados.

3.5 IDENTIFICAÇÃO DE RISCOS – CHECKLIST BÁSICO

3.5.1 INFORMAÇÕES GERAIS PRELIMINARES

- 3.5.1.1 Localização da empresa
- 3.5.1.2 Acesso (descrever as principais formas e vias do acesso)
- 3.5.1.3 Atividade industrial e comercial: principal/secundária/especial/anexa
- 3.5.1.4 Número de empregados: efetivos/de terceiros
- 3.5.1.5 Horário de trabalho
- 3.5.1.6 Existe hipótese sobre: terreno?/prédios?/Nome e endereço do credor hipotecário
- 3.5.1.7 Valor e prazo da hipoteca
- 3.5.1.8 Se e local e/ou prédios são alugados a terceiros:
- O locatário é responsável pelo aumento na taxa do seguro incêndio decorrente de suas atividades?
 - O locatário é contratualmente obrigado a efetuar seguro incêndio?/ De que valor?/ Com atualização automática?/ De quanto?/ É obrigado a efetuar seguro de responsabilidade civil?/ Te que valor?/Com atualização automática?/ De quanto?
 - Quais as obrigações da locatária com relação a reparos e manutenção do local e/ou prédios?
 - O locatário já efetuou por sua própria conta melhoria o/ou benfeitoria no local e/ou prédios? (descreve-las) / Qual o valor dessas melhorias ou benfeitorias?
 - Contratualmente, é permitido ao locatário sublocar?
- 3.5.1.9 Se o local e/ou prédios são alugados de terceiros:
- Nome e endereço do proprietário
 - Valor do aluguel
 - Contrato de locação/ vencimentos
 - Previsão para renovação do contrato
 - Obrigações contratuais quanto a reparos e/ou manutenção
 - Valor atual (novo) de instalações semelhantes
 - Está obrigado contratualmente a responder por aumento das taxas do seguro incêndio do prédio?
 - Está obrigado contratualmente a efetivar seguros em nome e a favor do proprietário?/ Quais?
 - As condições contratuais definem responsabilidades do locatário quanto a reparos e restauração do prédio conseqüentes de uso e ocupação, nos seguintes casos:
 - danos não conseqüentes de negligência do locatário?
 - todos os reparos e manutenção, exceto estruturais?
 - reparos estruturais e/ou defeitos latentes?
 - reparos extraordinários ou restauração total quando da entrega do imóvel?
 - Quais as responsabilidades do proprietário, em caso de dano ao prédio, quanto a reparos e/ou restauração?

- k) O prédio é sublocado a terceiros?/ Em que condições?
- 3.5.1.10 Áreas: terreno/instalações cobertas/áreas destinadas a expansão/depósitos ao ar livre/instalações ao ar livre
- 3.5.1.11 Situação do conjunto com relação à vizinhança: riscos provenientes da vizinhança/riscos para a vizinhança.
- 3.5.1.12 Situação do conjunto com relação a socorros externos (corpo de bombeiros, polícia, hospitais):
- Corpo de bombeiros - distância/comandado por/efetivo em homens/equipamento adequado?
 - Hospitais - distância/atendimento adequado?/ convênio?/ ambulatório?
 - Possui brigada de incêndio própria?/ convênio?/ Qual? (detalhar)
 - Facilidade de acesso, estacionamento etc., de carros e equipamentos de combate a incêndio aos vários locais do conjunto (detalhar)
 - Tempo de acesso da brigada de incêndio aos locais mais perigosos.
- 3.5.1.13 Fontes de abastecimento de água (detalhar): naturais/artificiais/outras fontes/Bombas e sistema de alimentação e vazão
- 3.5.1.14 Controle de geradores de vapor e pressão/Qual o sistema adotado?(detalhar)
- 3.5.1.15 Controle de extintores face à legislação vigente/Qual o sistema adotado?(detalhar)
- 3.5.1.16 Controle de instalações fixas de água (hidrantes e acessórios) face à legislação vigente/ Qual o sistema adotado? (detalhar)
- 3.5.1.17 Controle de equipamentos de detecção automática/Qual o sistema adotado? (detalhar)
- 3.5.1.18 Portas corta-fogo (detalhar situação geral, tipos e manutenção).
- 3.5.1.19 Sinalização das saídas de emergência (detalhar).
- 3.5.1.20 Existe possibilidade de danos a terceiros pela ação da água de:
- Sistema de sprinklers?
 - Tanques e/ou reservatórios elevados?
 - Sistema hidráulico?
 - Outros? (especificar)
- 3.5.1.21 Existem riscos de explosão?/ De equipamentos?/ Quais?/ De produtos?/ Quais?/ Na linha de produção?/ Como?/ De origem externa?/ Qual?
- 3.5.1.22 Como são eliminados ou retirados o refugo, lixo ou excedentes imprestáveis?
- 3.5.1.23 Matérias-primas empregadas (detalhar)
- 3.5.1.24 Produtos acabados (detalhar)
- 3.5.1.25 Equipamentos sujeitos a danos elétricos (discriminar/valor)
- 3.5.1.26 Existe risco de queimadas em zonas rurais?/ Qual a distância do risco em relação a florestas, matagais, plantações, etc.?
- 3.5.1.27 O local encontra-se situado sob rotas aéreas de linha regular?/ Existe proximidade com algum aeroporto?/ A que distancia?/ Tem heliporto próprio?/ localização
- 3.5.1.28 O local encontra-se situado próximo a grandes rodovias?/ A que distância? Veículos pesados manobram no local?/ Onde?

- 3.5.1.29 O processo próprio ou de vizinhos envolve liberação de poluentes?/ Em que grau de concentração?
- 3.5.1.30 O processo de fabricação envolve risco de extravasamento e/ou derrame de materiais em esta do de fusão?/ Quais?
- 3.5.1.31 Com relação aos estoques de matéria-prima e mercadorias:
- Existe controle efetivo e minucioso do movimento do valor do estoque? (explicar)
 - A organização contábil é adequada? (descrever)
 - Qual a variabilidade do valor do estoque (matérias-primas, produtos em processo e produtos acabados)?
 - Existe flutuação de valores de estoque entre prédios?/ Qual?
 - As variações são imprevisíveis? (explicar)
 - Estocagem de matérias-primas e produtos manufaturados:
 - Ao ar livre?(detalhar)
 - Em área coberta?(detalhar) Em pilhas? (detalhar)
 - Em tanques abertos? (detalhar)
 - Em tanques fechados?/ Com pressão? (detalhar)
 - Sem pressão? (detalhar)
 - Valores em estoque com relação ao conjunto segurado/% aproximada
- 3.5.1.32 Existe um programa visando a responsabilidade pelos produtos fabricados pela empresa (segurança do produto)?/ Em linhas gerais, de que consiste esse programa?/Se houver falhas, identificá-las.

3.5.2 PRÉDIOS E CONTEÚDOS (POR UNIDADE / SETOR)

3.5.2.1 Características construtivas:

- Tipo de fundação.
- Tipo de estrutura/Observar e detalhar colunas/Se metálicas, estão revestidas?/Se estruturas especiais, detalhar.
- Tipo de paredes externas/Se abertas, qual a percentagem de abertura com relação ao total?
- Tipo de cobertura e/ou telhado/Se de material considerado combustível, qual a percentagem com relação ao total?
- Tipo de piso/Revestimento do piso
- Tipo de forro
- Número de pavimentos/Aérea por pavimento
- Garagens/Aérea por garagem/Capacidade
- Subsolos/Aérea por subsolo
- Mezaninos/Aérea
- Prolongamento do prédio (plataforma)/Aérea
- Altura do pé-direito / Pavimentos / Subsolos / Mezaninos / Garagens / Plataformas

- m) Tipo de divisões internas/Se de material combustível, aérea aproximada das divisões internas
- n) Tipo de revestimento e/ou acabamento interno (paredes do prédio e divisões internas)/ Área aproximada
- o) Tipo de iluminação/Interna/Externa/Subestação elétrica/instalação de força
- p) Aberturas existentes/Se protegidas, como?
- q) Tipo de escadas/Escadas de emergência
- r) Instalações especiais para equipamentos:
Máquinas
 - Elevadores e monta-cargas - tipo/marca/capacidade/tipo de vão
 - Sistema de ar condicionado Pára-raios
 - Reservatórios de água Rede de hidrantes
 - Rede de Sprinklers Sistemas de alarme e detecção
 - Outros sistemas
- s) Tipo de vidros e caixilhos respectivos
- t) Data da construção e/ou idade do imóvel/melhorias e/ou benfeitorias introduzidas/Data/Estado físico do prédio/Idade aparente.
- v) Possibilidade de risco de desmoronamento
- u) Valor atual estimado do prédio (incluindo instalações elétricas, hidráulicas e demais componentes do prédio)
 - Valor de reconstrução (custo estimado)
 - Custo estimado das fundações
 - Existe avaliação? (Se sim, obter cópia)
 - Estimar custo provável de demolição/desentulho
 - O código de obras afetara' a reconstrução e/ou reparos?
 - Estão previstas futuras alterações, ampliações ou demolições no prédio?/Quais?

3.5.2.2 Características de isolamento

- a) Separação dos telhados/Paredes corta-fogo/Diferença de altura/Divisões outras/Calhas (descrever sistema)
- b) Paredes internas (descrever tipo de parede)
- c) Aberturas desprotegidas/Aberturas protegidas/Como? (discriminar)
- d) Tubulações (discriminar)/A tubulação para condução de inflamáveis e provida de válvulas de segurança e registros apropriados? (discriminar)
- e) Comunicação vertical/Comunicação horizontal (discrimina-las)
- f) Distancias e espaços desocupados (entre paredes)
- g) • Passagens abertas/Tipo de material e cobertura
 - Passagens fechadas/Tipo de material e cobertura

3.5.2.3 Características de ocupação:

- a) Ocupação principal - descrever
- b) Ocupações secundárias - descrever
- c) Materiais e produtos existentes/Matéria-prima básica/Matérias-primas secundárias/ percentual de emprego/substâncias perigosas.
- d) Tipos de embalagem:
 - matérias-primas
 - produtos semi-acabados
 - produtos acabados
 - substâncias perigosas
- e) Máquinas e equipamentos (descrever tipo, marca, capacidade, sistema de operação, quantidades, etc.)
- f) Explicar sucintamente o fluxo ou o sistema de produção
- g) Equipamentos e maquinismo sujeitos a explosão/a danos elétricos/ a quebras
- h) Produtos acabados/inflamáveis/explosivos
- i) Processo de fabricação/Sujeito a explosão?/Partículas em suspensão à combustão violenta e espontânea?
- j) Ordem e limpeza (descrever)
- k) Armazenamento de matérias primas e produtos / correto? / Empilhamento ordenado? / Altura adequada?/ Corredores de acesso entre pilhas? / Distância e largura / Prateleiras? (tipo) / Estantes? (tipo)/ Pallets? (tipo)/ Descrever situação geral
- l) Drenagem de água no local / Adequada? (descrever)
- m) Sistema de ventilação/ Adequado? (descrever)
- n) Material de combate à incêndio (extintores e hidrantes) / Livres? / Bloqueados? / Descrever
- o) Sistema de estocagem no local / Adequado? / Recomendações
- p) Processos de soldagem existentes (tipos) / Proteção existente (descrever)
- q) Processos a fogo direto ou chama aberta (tipos)
- r) Serviços de manutenção de máquinas e equipamentos (descrever)
- s) Máquinas e equipamentos:
 - valor de reposição (novo)
 - valor atual
 - existe avaliação? (se sim, obter cópias)
 - existe hipoteca sobre os equipamentos e máquinas? / De quanto?
- t) Móveis, utensílio e instalações:
 - valor de reposição (novo)
 - valor atual
 - existe avaliação? (se sim, obter cópias)
- v) Estoque (matérias-primas, produtos em processo e acabados) / Data do último inventário / Como é realizado? (descrever)
- u) Bens de terceiros para reparos, processamentos ou outros motivos / Quais? / Valor / Empresa contratualmente responsável por estes bens / Valor definido contratualmente? / Qual?

- x) Documentos, plantas, desenhos, croquis e demais papeis importantes / Valor / Custo de recomposição / Onde estão guardados? / Descrição
- y) Conteúdo especial:
- existem equipamentos ou instrumentos científicos de alto valor? / Quais? / Valor
 - objetos de arte? / Quais? / Valor
 - computadores e calculadoras eletrônicas? / Quais? / Valor / Proprietário / Alugado? / Empresa contratualmente responsável? / Valor definido contratualmente? / Qual? / Custo de reposição do material de computação / Valor de recomposição deste material.

3.5.3 OUTRAS INFORMAÇÕES

- a) Os equipamentos básicos são importados? / Parcialmente importados? / Nacionais? / Em que proporção?
- b) Qual o tempo julgado necessário para recuperação total da unidade/setor, após um sinistro de grandes proporções em consequência de: Quebra de máquina? / Explosão? / Incêndio? / Outros? (especificar)
- c) Que prejuízos intrínsecos poderiam ser causados por sinistros de grandes proporções em consequência de: Quebra de máquina? / Explosão? / Incêndio? / Outros? (especificar)
- d) A que nível a unidade/setor poderia sofrer conseqüências de um vendaval, com ventos acima de 70 km/hora? / Que setores são mais vulneráveis?
- e) A que nível a unidade/setor poderia sofrer conseqüências oriundas de inundação e/ou alagamento? / Que setores são mais vulneráveis?
- f) Registro de ocorrências e perdas verificadas nos últimos anos (se possível 5 anos) em consequência de: Quebra de máquina / Explosão / Incêndio / Vendaval / Inundação e/ou alagamento / Outros (especificar)
- g) As normas de Segurança e Medicina do Trabalho da unidade/setor são adequadas? / São rigorosamente cumpridas? / Há pessoal especializado na unidade/setor? / Tais normas atendem satisfatoriamente a que aspectos? / Se houver falhas, identificá-las.
- h) Os acidentes com danos à propriedade são controlados adequadamente? / De que forma é feito esse controle? / Se houver falhas, identificá-las
- i) As normas de segurança patrimonial da unidade/setor são adequadas? / São rigorosamente cumpridas? / Há pessoal específico da unidade/setor? / Tais normas atendem satisfatoriamente a que aspectos? / Se houver falhas, identificá-las

3.5.4 COMENTÁRIOS COMPLEMENTARES QUE JULGAR NECESSÁRIOS

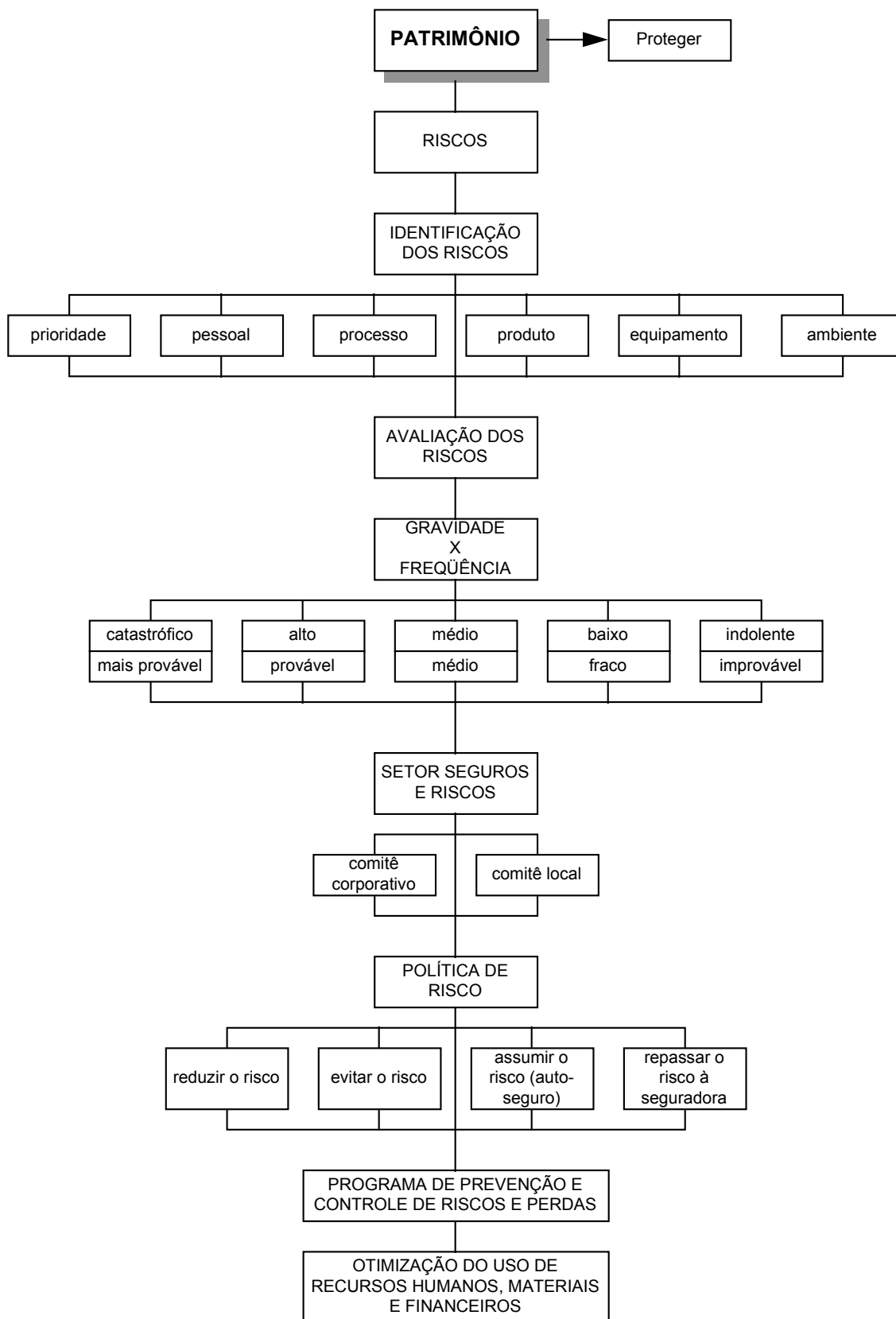
3.5.5 SEGUROS EXISTENTES

- Seguradora
- Número das apólices

3.5.5.1 Incêndio / Cobertura básica / Prazo / Vencimento

- Prédios / Importância segurada (IS)
- Máquinas e equipamentos / IS
- Móveis, utensílios, instalações / IS
- Mercadorias, matérias-primas / IS
- Outros / IS
- 3.5.5.2 Explosões / IS
- 3.5.5.3 Danos elétricos / Bens cobertos
- 3.5.5.4 Vendaval:
 - Prédios / IS
 - Conteúdos / IS
- 3.5.5.5 Cláusulas adicionais aplicadas
- 3.5.5.6 Cláusulas especiais
- 3.5.5.7 Cláusulas beneficiárias
- 3.5.5.8 Taxas: Incêndio / Explosão / Danos elétricos / Vendaval
- 3.5.5.9 Descontos: Extintores / Hidrantes / Sprinklers / Outros
- 35.5.10 Outros seguros de danos materiais existentes (especificar objeto do seguro; bens cobertos; importância segurada; cláusulas adicionais, especiais e beneficiárias; classificação tarifária, taxas e prêmio; prazo; vencimento; número da apólice e seguradora).

3.6 DIAGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RISCO



4. Introdução à Confiabilidade de Sistemas

4.1 CONFIABILIDADE

Confiabilidade é a probabilidade de um equipamento ou sistema desempenhar satisfatoriamente suas funções específicas, por um período específico de tempo, sob um dado conjunto de condições de operação. A confiabilidade difere do controle de qualidade no sentido de que este independe do tempo, enquanto que ela é uma medida da qualidade dependente do tempo. A confiabilidade pode ser considerada como controle de qualidade mais tempo, e tem as seguintes características:

- possui natureza probabilística ;
- depende do critério de sucesso considerado;
- apresenta dependência temporal;
- varia em função das condições de operação.

A probabilidade de falha (Q), até certa data (t), é denominada “*não confiabilidade*”, e é o comportamento de R (expresso em decimal), isto é:

$$Q = 1 - R$$

Por exemplo:

Se a probabilidade de falha de um sistema é 5%, ou seja, $Q = 0,05$, a probabilidade de não haver falha (confiabilidade) será: $R = 1 - 0,05 = 0,95$, ou **95%**.

A freqüência com que as falhas ocorrem, num certo intervalo de tempo, é chamada **taxa de falha** (λ), e é medida pelo número de falhas para cada hora de operação ou número de operações do sistema. Por exemplo: quatro falhas em 1.000 horas de operação representam uma taxa de falha de 0,004 por hora. O recíproco da taxa de falha, ou seja, $1/\lambda$, denomina-se **Tempo Médio Entre Falhas** (TMEF). No exemplo anterior, TMEF = 250 horas.

As falhas que ocorrem em equipamentos e sistemas são de três tipos:

a) **Falhas prematuras:**

Ocorrem durante o período de depuração ou “queima” devido a montagens pobres ou fracas, ou componentes abaixo do padrão, que falham logo depois de postos em funcionamento. Estes componentes vão sendo substituídos gradualmente, verificando-se a diminuição da taxa de falha prematura, até a taxa de falha total atingir um nível praticamente constante. Este nível é atribuído às falhas casuais.

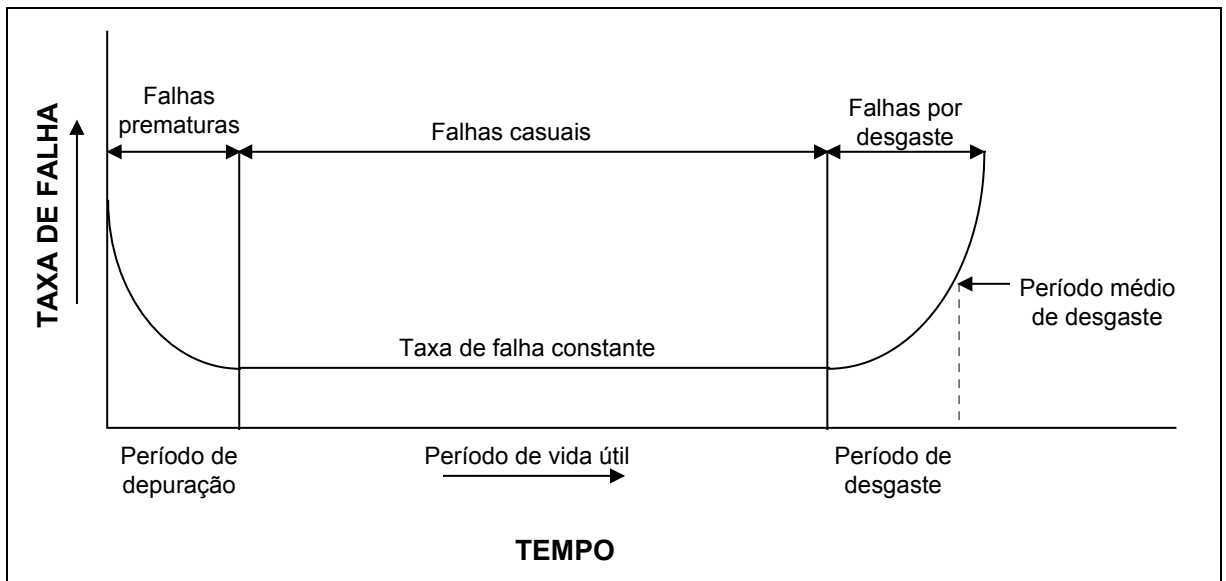
b) **Falhas casuais:**

Resultam de causas complexas, incontroláveis e, algumas vezes, desconhecidas. O período durante o qual as falhas são devidas principalmente a falhas casuais, é a vida útil do componente ou sistema.

c) *Falhas por desgaste:*

Iniciam-se quando os componentes tenham ultrapassado seus períodos de vida útil. A taxa de falha aumenta rapidamente devido ao tempo e a algumas falhas casuais.

Tracemos agora a curva da taxa de falha em função do tempo, de um grande número de componentes similares. Obtemos a chamada “Curva da Banheira”, que está representada a seguir:



Geralmente, as falhas prematuras não são consideradas na análise de confiabilidade, porque se admite que o equipamento foi “depurado”, e que as peças iniciais defeituosas foram substituídas. Para a maioria dos equipamentos, de qualquer complexidade, 200 horas é um período considerado seguro para que haja a depuração. As falhas casuais são distribuídas exponencialmente, com taxa de falha e reposição constantes. As falhas por desgaste distribuem-se normalmente ou log-normalmente, com um crescimento súbito da taxa de falha nesse período.

4.2 CÁLCULO DA CONFIABILIDADE

Verificou-se que um número relativamente pequeno de funções satisfaz à maioria das necessidades na determinação da confiabilidade. As distribuições normal (taxa de falha crescente) e exponencial (taxa de falha constante) são as de mais ampla aplicabilidade.

Neste tópico, trataremos somente da distribuição exponencial, por ser ela aplicável a sistemas e equipamentos complexos, e a sistemas onde há reposição dos componentes que falharam. Entretanto, lembramos ao leitor que, apesar das distribuições mencionadas terem aplicabilidade universal, não devem ser aplicadas em todos os casos. Quando em dúvida, deve-se empregar os processos padrões da estatística para determinar a distribuição.

De acordo com o conceito de taxa de falha constante, durante a vida útil de um grande número de componentes similares, aproximadamente o mesmo número de falhas continuará a ocorrer, em iguais intervalos de tempo, se as peças que falham são repostas continuamente. A expressão matemática indicando a probabilidade (ou confiabilidade) com que os componentes operarão, num sistema de taxa de falha constante, até a data t , sem falhas, é a **Lei Exponencial de Confiabilidade**, dada por:

$$R = e^{-\lambda t} = e^{-t/T}$$

Onde:

$$e = 2,718$$

$$\lambda = \text{taxa de falha}$$

$$t = \text{tempo de operação}$$

$$T = \text{tempo médio entre falhas (TMEF)}$$

A proporção t/T é de extrema importância quando: $t = T$ (seja para 1 minuto, como para 10.000 horas, por exemplo) a confiabilidade será: $R = e^{-1} = 0,368$ (36,8%). Para aumentá-la é necessário que a proporção t/T seja diminuída. Quando o TMEF for aumentado, a taxa de falha (que é seu recíproco) será reduzida.

Consideramos, por exemplo:

$$\text{TMEF} = T = 0,25 \times 10^5 \text{ horas}$$

$$t = 1.000 \text{ horas}$$

$$e = 2,718$$

temos:

$$\lambda = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,25 \times 10^5} = 4 \times 10^{-5} \text{ falhas por hora}$$

$$\text{Confiabilidade: } R = e^{-\lambda t} = e^{-4 \times 10^{-5} \times 10^3} = 0,9608 \text{ (96,08\%)}$$

$$\text{Probabilidade de falha: } Q = 1 - R = 1 - 0,9608 = 0,0392 \text{ (3,92\%)}$$

Se aumentarmos T para $0,40 \times 10^6$ horas, resulta:

$$\lambda = \frac{1}{T} = 2,5 \times 10^{-6}$$

$$R = e^{-2,5 \times 10^{-6} \times 10^3} = 0,9975 \text{ (99,75\%)}, \text{ maior que a anterior!}$$

$$e, Q = 0,0025 \text{ (0,25\%)}$$

4.3 CÁLCULO DE RISCOS

Expressa a probabilidade esperada de ocorrência dos efeitos (danos, perdas ou prejuízos) advindos da consumação de um perigo e pode assim ser representada:

$$\text{Risco} = \text{Freqüência} \times \text{Conseqüência}$$

para um conjunto de eventos distintos teremos:

$$Risco = \sum f_i \times C_i$$

A frequência pode ser expressa em: eventos / ano, acidentes / mês.

A consequência pode ser expressa em: fatalidade / evento, morte / acidente, dias perdidos / acidente, etc.

Vamos abordar o seguinte exemplo: se em uma estrada ocorrem 100 acidentes por ano;

$$F = 100 \text{ acidentes / ano}$$

Se ocorre em média 1 morte a cada 10 acidentes:

$$C = 0,1 \text{ morte / acidente.}$$

Se o risco coletivo médio nesta estrada é:

$$R = 100 \times 0,1 = 10 \text{ mortes / ano}$$

Se transitam pela estrada 100.000 pessoas por ano, o risco individual para cada pessoa é:

$$R_{IND} = 10/100.000 = 10^{-4}$$

TABELA 4.3.1 – TAXAS DE FATALIDADE PARA ALGUNS RISCOS VOLUNTÁRIOS E INVOLUNTÁRIOS	
RISCOS VOLUNTÁRIOS	TAXA DE FATALIDADE (MORTES POR PESSOA P/ANO)
Tomar pílula anticoncepcional	2×10^{-5}
Jogar futebol	4×10^{-5}
Praticar alpinismo	4×10^{-5}
Dirigir automóvel	17×10^{-5}
Fumar (20 cigarros por dia)	500×10^{-5}
RISCOS INVOLUNTÁRIOS	
Meteorito	$0,000006 \times 10^{-5}$
Transporte de petróleo e químicos (Reino Unido)	$0,002 \times 10^{-5}$
Acidente aéreo (Reino Unido)	$0,002 \times 10^{-5}$
Explosão de tanques sob pressão (EUA)	$0,004 \times 10^{-5}$
Descarga atmosférica (Reino Unido)	$0,01 \times 10^{-5}$
Inundação de diques (Países Baixos)	$0,01 \times 10^{-5}$
Vazamento radioativo de uma central nuclear, a 1 km de distância (Reino Unido)	$0,01 \times 10^{-5}$
Incêndio (Reino Unido)	$1,5 \times 10^{-5}$
Atropelamento	6×10^{-5}
Leucemia	8×10^{-5}

Fonte: LEES, Frank P. Loss – Prevention in the Process Industries. London, Butterworth Co., 1980, V.1, p. 178

FAR (FATAL ACCIDENT RATE)

Número de mortes a cada 100 milhões de horas (10^8 horas) de exposição ao risco.

10^8 horas é aproximadamente o número de horas trabalhadas por um grupo de 1.000 trabalhadores em 40 anos.

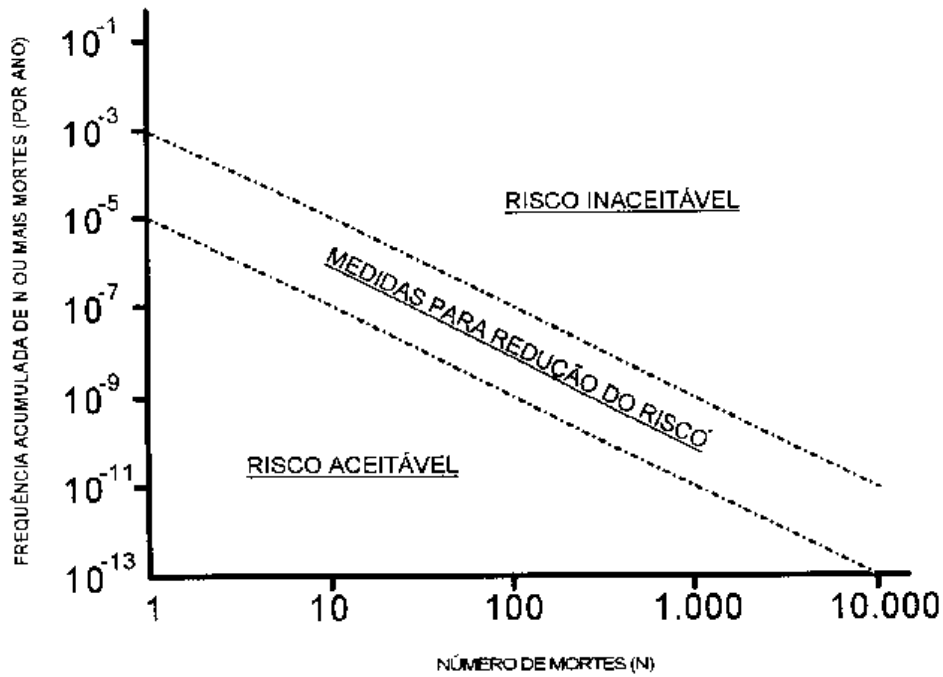
TABELA 4.3.2 – FATAL ACCIDENT RATES IN DIFFERENT INDUSTRIES AND JOBS IN THE U.K.	
	FAR (deaths/ 10^8 exposed hours)
Clothing and footwear industry	0,15
Vehicle industry	1,3
Chemical industry	3,5
British industry	4
Steel industry	8
Agricultural work	10
Fishing	35
Coal mining	40
Railway shunting	45
Construction work	67
Air crew	250
Professional Boxers	7.000
Jockeys (flat racing)	50.000

TABELA 4.3.3 – FATAL ACCIDENT RATES FOR THE CHEMICAL INDUSTRY IN DIFFERENT COUNTRIES	
	FAR (deaths/ 10^8 exposed hours)
France	8,5
West Germany	5
United Kingdom	
(before Flixborough)	4
(including Flixborough)	5
United States	5

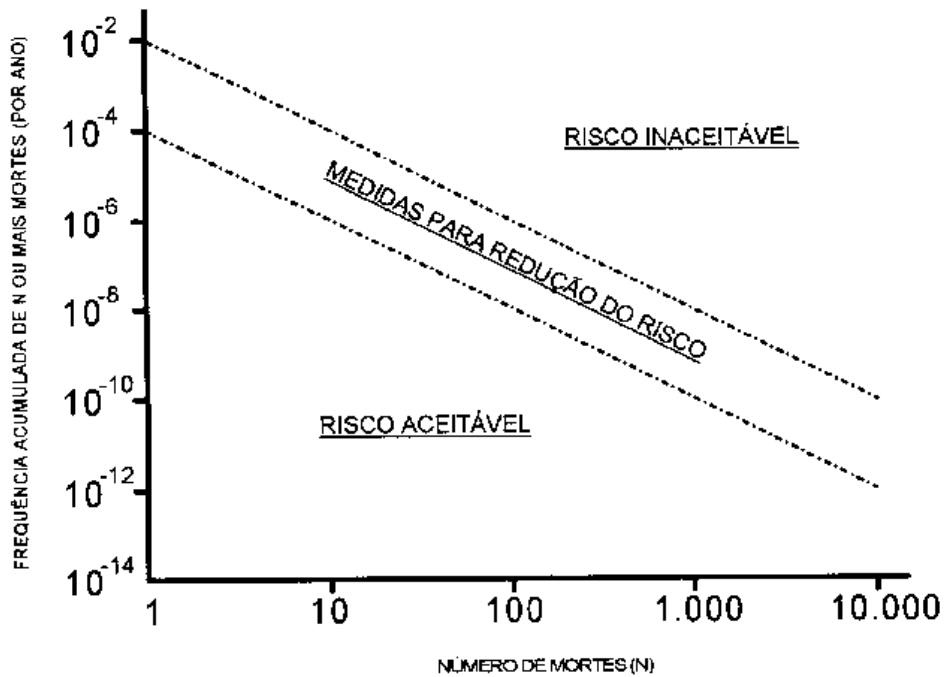
TABELA 4.3.4 – FATAL ACCIDENT RATES FOR SOME NON-INDUSTRIAL ACTIVITIES	
	FAR (deaths/ 10^8 exposed hours)
Stayg at home	3
Travelling:	
by bus	3
by train	5
by car	57
by bicycle	96
by air	240
by moped	260
by motor scooter	310
by motor cycle	660
Canocing	1.000
Rock climbing	4.000

Fonte: LEES, Frank P. Loss – Prevention in the Process Industries. London, Butterworth Co., 1980, V.1, p. 178

LIMITES DE RISCO SOCIAL PARA ACIDENTES MAIORES NA HOLANDA



LIMITES DE RISCO SOCIAL PARA ACIDENTES MAIORES NA DINAMARCA



5. Controle Total das Perdas

Nestes últimos anos, temos observado que alguns técnicos da área de Segurança, Higiene e Medicina do Trabalho vêm encarando a Prevenção e o Controle de Perdas como sendo algo de difícil aplicação nas empresas, devido a uma série de fatores e circunstâncias que, segundo pensam, contribuem para tal.

Obviamente, não concordamos com esses pontos de vista.

Por outro lado, temos constatado também uma certa desinformação de alguns técnicos que procuram difundir os conceitos relacionados com esse assunto, principalmente no que se refere as aplicações das diferentes teorias e técnicas de Prevenção e Controle de Perdas.

Assim é que, imbuídos do propósito de esclarecer pontos básicos sobre a matéria e de fornecer subsídios adicionais aos técnicos da área, julgamos ser oportuno apresentar este trabalho, o qual está baseado em estudos e

pesquisas que vimos desenvolvendo, desde 1976.

Em outras palavras, o nosso objetivo será procurar mostrar os pontos fundamentais das principais teorias sobre Prevenção e Controle de Perdas, e como as mesmas poderão ser integradas entre si, segundo a nossa visão, de modo a permitir seu desenvolvimento, tanto por engenheiros como por supervisoras de segurança do trabalho.

5.1 CONTROLE DE DANOS

Em 1966, o norte-americano Frank Bird Jr. Concluiu um estudo envolvendo 90.000 acidentes - 75.000 acidentes com danos à propriedade e 15.000 acidentes com lesão - ocorridos numa empresa metalúrgica, durante um período de mais de 7 anos, e que serviram de base para sua teoria intitulada “Controle de Danos”.

A seguir, vejamos alguns pontos básicos dessa teoria.

Segundo Bird, um programa de Controle de Danos é aquele que requer identificação, registro e investigação de todos os acidentes com danos à propriedade e determinação de seu custo para a empresa. Todas estas medidas deverão ser seguidas de ações preventivas.

Ao ser implantado um programa de Controle de Danos, um dos primeiros passos a serem dados é a revisão das regras convencionais de segurança.

Assim, por exemplo, uma regra que estabelece que “quando ocorrer com você ou com o equipamento que você opera qualquer acidente que resulte em lesão pessoal, mesmo de pequena importância, você deve comunicar o fato, imediatamente, a seu supervisor”.

Para alterar esta regra, a fim de que ela se enquadre dentro dos conceitos da teoria de “Controle de Danos”, basta apenas acrescentar as palavras “ou dano à propriedade”, logo após o trecho: “qualquer acidente que resulte em lesão pessoal”.

CONTROLE DE DANOS***Regra convencional:***

“Quando ocorrer com você ou com o equipamento que você opera qualquer acidente que resulte em lesão pessoal, mesmo de pequena importância, você deve comunicar o fato, imediatamente, a teu superior”.

CONTROLE DE DANOS***Regra alterada:***

“Quando ocorrer com você ou com o equipamento que você opera qualquer acidente que resulte em lesão pessoal ou dano à propriedade, mesmo de pequena importância, você deve comunicar o fato, imediatamente, a seu superior”

Deve-se, porém, ter em mente que, ao se alterarem regras já conhecidas mesmo que parcialmente, todas as pessoas envolvidas, desde a alta direção da empresa até todos os trabalhadores, deverão saber que determinada regra foi mudada e qual a razão da mudança.

É também muito importante que qualquer pessoa envolvida no programa de Controle de Danos compreenda que, para este ser bem sucedido, será necessário um período, devidamente planejado, de comunicação e educação, que terá por objetivo mostrar a gravidade de não se informar qualquer acidente com dano à propriedade que possa ocorrer na empresa.

CONTROLE DE DANOS**Passos Básicos:**

- 1) Verificações Iniciais;
- 2) Informações dos Centros de Controle;
3. Exame Analítico.

Para o programa de Controle de Danos ser introduzido na empresa, três passos básicos têm sido utilizados:

- 1°. *Verificações iniciais;*
- 2°. *Informações dos centros de controle;*
- 3°. *Exame analítico.*

1° Passo - Verificações Iniciais

Significa, simplesmente, a visita ao departamento de manutenção da empresa, para conversar com o responsável por esse departamento e para fazer algumas observações sobre o serviço que está sendo realizado.

Nesta etapa, recomenda-se discutir o programa de Controle de Danos com o chefe do

departamento de manutenção, antes do início efetivo do mesmo. Isto porque, conforme se tem constatado, as pessoas encarregadas dos serviços de manutenção têm cooperado mais espontaneamente, quando elas são incluídas na fase de planejamento do programa.

Recomenda-se ainda que, nos estágios iniciais do programa, os custos envolvidos não sejam calculados detalhadamente. Sugere-se que seja feita somente uma estimativa dos custos de reposição ou dos reparos executados pela manutenção.

Após o período de verificações iniciais, tem-se observado a existência de problemas reais, em um número suficiente de áreas que justifique a execução do programa, tanto do ponto de vista humano como do econômico.

2º Passo - Informações dos Centros de Controle

Nesta etapa, torna-se necessário desenvolver um sistema no qual o centro de controle (a manutenção) registre os danos à propriedade, de uma forma bastante objetiva e simples, e com um mínimo de trabalho escrito.

Como os métodos e procedimentos diferem de empresa para empresa, o sistema de registro de informações a ser desenvolvido deverá ser o que melhor se adapte aos procedimentos já existentes na empresa.

CONTROLE DE DANOS	
Informações dos Centros de Controle	
<i>Método de registro de dados:</i>	
1º.	Sistema de Etiquetas;
2º.	Sistema de Ordens de Serviço;

Vejamos dois métodos de registro de dados que poderão ser utilizados.

Método 1 - “Sistema de Etiquetas”

Este método estabelece que etiquetas deverão ser aplicadas em todo o equipamento ou instalação que necessite de reposição de componentes ou de reparos, resultantes de acidentes. A etiqueta deverá fornecer as seguintes informações:

- departamento que requereu o reparo;
- descrição do dano;
- razão do reparo;
- data da ocorrência do acidente;
- assinatura do responsável (autorizado) pelo pedido.

No verso da etiqueta, poderá ser impressa a seguinte frase:

“A etiqueta deverá ser aplicada em todo o equipamento que necessite de reparos. Reposição de peças e/ou reparos não terão executados sem esta etiqueta”.

É importante que instruções sejam dadas a todos os supervisores sobre as razões pelas quais eles deverão preencher, adequadamente, a etiqueta, dando todas as informações necessárias.

CONTROLE DE DANOS
Sistema de Etiquetas
<p><i>Informações:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Departamento que solicitou o reparo; • Descrição do dano; • Razão do reparo; • Data da ocorrência do acidente; • Assinatura do responsável (autorizado) pelo pedido;

CONTROLE DE DANOS
Sistema de Etiquetas
<p>“A etiqueta deverá ser aplicada em todo o equipamento que necessite de reparos. Reposição de peças e/ou reparos não serão executados sem esta etiqueta”.</p>

Método 2 - “Sistema de Ordens de Serviço”

Quando for requerido o reparo de um determinado equipamento, devido a um acidente, o encarregado ou supervisor do setor envolvido deverá requisitar o serviço, incluindo as palavras “devido a acidente” ou “acidente com danos”, na folha do pedido. Deverá, ainda, coloca’. A letra “A”, logo após o número da ordem de serviço, para indicar a ocorrência do acidente.

Assim, o número da ordem de serviço, com a letra “A”, aparecerá em todas as folhas de registro dos tempos de execução dos reparos e nas requisições de material relacionadas com aquela ordem de serviço.

As folhas com os tempos de execução dos reparos e as requisições de material deverão ser encaminhadas ao departamento de contabilidade, que por sua vez tabulará todas aquelas com a letra “A” e registrará, mensalmente, o tempo total de execução dos reparos e os custos do material empregado,

A exemplo do que foi dito sobre o departamento de manutenção, será igualmente importante discutir o programa de Controle de Danos, antes de seu início, com o chefe do departamento de contabilidade, Assim, ele cooperará, de uma forma geral, mais espontaneamente do que se algum sistema for imposto a seu departamento,

A experiência tem mostrado que se obtém maior cooperação, tanto do pessoal da manutenção como do da contabilidade, quando as discussões sobre o programa de Controle de Danos São levadas a efeito antes de serem estabelecidos os controles e os procedimentos necessários,

3º Passo - Exame Analítico

Será necessário enfatizar, uma vez mais, que nenhum método ou sistema novo alcançará cem por cento de eficiência, logo após sua implantação. E muito natural que, nos primeiros estágios do programa de Controle de Danos, seja feita uma revisão de

todas as ordens de serviço, a fim de se ter certeza de que todo o trabalho resultante de acidentes está sendo identificado corretamente,

Este procedimento permitirá também uma maior oportunidade de comunicação e educação, no que tange ao conceito de Controle de Danos,

Neste ponto, cabe a seguinte pergunta: “Que acidentes deverão ser investigados? Qualquer acidente, ou somente os que acarretarem maiores custos?”

Segundo Bird, nos primeiros estágios do programa, deve-se investigar somente os acidentes que acarretem maiores custos, Pode-se estabelecer um limite de US\$ 300, \$ 500, ou mesmo \$ 1000, e, à medida que o programa for sendo desenvolvido, poderão ser também incluídos os acidentes de menor custo,

Uma pesquisa desenvolvida na “Lukens Steel Company”, nos Estados Unidos, indicou a seguinte relação:

Custo de cada acidente	Número de acidentes
US\$ 1.000 ou mais	1
de US\$ 301 a 1.000	50
de US\$ 51 a 300	150
US\$ 50 ou menos	300

Nessa empresa, o custo total dos reparos e reposições, para aqueles acidentes, relativamente de menor monta, excedia a casa dos US\$ 100.000 anuais.

Estes fatos mostram claramente, sob o ponto de vista econômico, a necessidade de se investigar todo e qualquer acidente com dano à propriedade,

Sob o ponto de vista humano - que é a nossa maior preocupação, conforme temos ressaltado em inúmeras oportunidades - também será importante a investigação dos acidentes com danos à propriedade, visto que a gravidade das conseqüências do acidente, em termos de danos humanos (lesões) e/ou materiais, é simplesmente uma ocorrência fortuita ou casual.

5.2 CONTROLE TOTAL DE PERDAS

Partindo da premissa de que os acidentes que resultam em danos às instalações, aos equipamentos e aos materiais têm as mesmas causas básicas que aqueles que resultam em lesões, o canadense John^a Fletcher propôs, em 1970, o estabelecimento de programas de “Controle Total de Perdas”, cujo objetivo é reduzir ou eliminar todos OS acidentes que possam interferir ou paralisar um sistema.

Dessa forma, segundo a proposta de Fletcher, o programa de Controle Total de Perdas deve ser idealizado de modo a eliminar todas as fontes de interrupção de um processo de produção, quer elas resultem de lesão, dano à propriedade, incêndio, explosão, roubo, vandalismo, sabotagem, poluição da água, do ar e do solo, doença ocupacional ou defeito do produto.

Evolução do Controle Total de Perdas**Prevenção de lesões** :

Diz respeito à Segurança e Medicina do Trabalho tradicional.

Controle de Danos :

Diz respeito a todos os acidentes que resultem em lesão e/ou dano a instalações, equipamentos ou material.

Controle Total de Perdas :

Diz respeito a: lesão, dano à propriedade, incêndio, explosão, roubo, sabotagem, vandalismo, poluição ambiental, doença, defeito do produto.

Basicamente, para Fletcher, três São os passos a serem dados, para a implantação de um programa de Controle Total de Perdas: estabelecer o perfil dos programas de prevenção existentes na empresa; determinar prioridades; e elaborar planos de ação, para o controle das perdas reais e potenciais do sistema.

CONTROLE TOTAL DE PERDAS
<p>Passos Básicos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1°. Perfil dos programas de prevenção existentes; 2°. Prioridade; 3°. Planos de ação.

Para se ter uma visão clara dos programas de prevenção em andamento na empresa, em termos de se conhecer exatamente o que está sendo feito, se está sendo feito corretamente e quais São as reais necessidades da empresa, deverá ser estabelecido o perfil desses programas.

Para tanto, deve-se dividir o perfil em seções que contenham os vários itens que possam ser abrangidos pelo programa de prevenção. Para cada item, formula-se uma série de questões que, após serem devidamente respondidas, permitirão determinar qual o grau de execução ou de implantação em que se encontra o programa analisado. Por exemplo, será necessário determinar se o item que está sendo revisto foi Ou não incluído no programa existente. Se não foi, deve-se atribuir grau "0" a ele. Entretanto, se o item for considerado parte integrante do programa, deve ser feita sua avaliação, isto é, deve ser estabelecido até que grau o item foi implantado e quão efetivo ele é.

CONTROLE TOTAL DE PERDAS	
Perfil do Programa de Prevenção – Exemplo	
SEÇÃO 1 – POLÍTICA DE SEGURANÇA DA EMPRESA	
1.	A empresa possui uma política declarada (escrita) de segurança?
2.	Se possui, há na declaração a assinatura de um membro da alta direção?
3.	Se não há uma política escrita, há uma verbal?
4.	A política de Segurança é de conhecimento de todo o corpo administrativo?
5.	A política de Segurança é de conhecimento de todos os empregados?
6.	Qual o nível de credibilidade, respeitabilidade e cumprimento que a política possui na empresa?

Para fazer essa avaliação, Fletcher sugere que seja adotada a seguinte escala:

CONTROLE TOTAL DE PERDAS		
Escala de Avaliação – Perfil do Programa		
Excelente	5	Totalmente implantado e totalmente efetivo.
Bom	4	Satisfatoriamente implantado e efetivo.
Regular	3	Implantado, mas não satisfatoriamente.
Fraco	2	Só parcialmente em execução. Resultados não satisfatórios. Vários pontos devem ser melhorados.
Insatisfatório	1	Algumas tentativas foram feitas, mas sem implantação efetiva.
	0	Nada foi feito, até o momento.

Uma vez completadas todas as seções do perfil, deve-se preencher o “Quadro de Avaliação” mostrado a seguir:

CONTROLE TOTAL DE PERDAS			
Quadro de Avaliação			
	Avaliação Máxima	Situação Atual	Deficiência
Seção 1			
Seção 2			
Seção 3			
TOTAIS			

Para o preenchimento deste quadro, deve-se transferir a avaliação obtida, de cada seção do perfil, para a coluna “Situação Atual”. A coluna “Avaliação Máxima” indica o número total de pontos que poderiam ser atingidos em cada seção caso o programa

fosse completo. A diferença entre estas duas colunas representa a “Deficiência” do programa que está sendo avaliado.

CONTROLE TOTAL DE PERDAS	
Perfil do Programa	
■ Exemplo de avaliação:	
Seção 5 – Treinamento	
• Total de pontos para o programa completo =	65
• Situação atual	= 32
• Deficiência	= 33

Uma vez determinadas as deficiências de cada seção do perfil, deverão ser estabelecidas as prioridades para o programa geral que será desenvolvido posteriormente na empresa.

Para cada seção prioritária, deverá finalmente ser elaborado o respectivo plano de ação, que terá por objetivo principal a prevenção e o controle das perdas reais e potenciais.

CONTROLE TOTAL DE PERDAS	
Plano de Ação	
Itens Básicos:	
• Objetivo geral do plano;	
• Objetivos específicos;	
■ a curto prazo;	
■ a médio e longo prazos;	
• Recursos humanos e materiais necessários;	
• Custo estimado da implantação do plano;	
• Estimativa das perdas atuais e das perdas potenciais futuras;	
• Data do início do plano;	
• Data estimada de término do plano.	

5.3 ENGENHARIA DE SEGURANÇA DE SISTEMAS

Um breve retrospecto seria suficiente para se inferir que o preventivismo, em seu mais amplo sentido, evoluiu de uma maneira crescente, englobando um número cada vez maior de fatores e atividades, desde as precoces ações de “reparação” de danos (lesões), até uma conceituação bastante ampla, onde se buscou a prevenção de todas as situações geradoras de efeitos indesejados ao trabalho. As abordagens mais modernas do preventivismo envolvem, assim, uma série de atividades que

transcendem de longe a pura “prevenção de acidentes”, como definida duas ou três décadas passadas.

Ainda, pudemos notar que essas abordagens modernas se assemelham em seu objetivo de “controle de danos”, ou “controle total de perdas”, porém diferem em aspectos básicos. De fato, há uma corrente que é fortemente baseada no aspecto administrativo da prevenção, conjugando as técnicas tradicionais a algumas outras mais recentes, mas enfatizando a ação administrativa de controle.

A outra corrente é derivada de um enfoque mais técnico da infortunística, e que procura dar soluções técnicas a problemas técnicos.

Pode-se dizer mais uma vez que os subprodutos da corrida espacial norte-americana ofereceram abundantes e proveitosas aplicações na vida em geral. Os engenheiros de Segurança de Sistemas e as técnicas aí aplicadas surgiram da necessidade imperiosa de segurança total, em uma área onde não se poderiam correr riscos.

Muitas técnicas foram desenvolvidas com o correr do tempo, dirigidas ao campo aeroespacial, militar (indústria de mísseis) e a indústrias de apoio, as quais, notou-se depois, seriam igualmente úteis nas áreas “civis” de riscos. As técnicas de Segurança de Sistemas foram, assim, apresentadas pouco a pouco ao prevencionismo, já na década de sessenta, e, até hoje, essa infiltração vem ocorrendo paulatinamente. (*)

(*) *As principais técnicas de análise de riscos utilizadas na Engenharia de Segurança de Sistemas estão apresentadas no Módulo 3 desta obra.*

5.4 NOVA ABORDAGEM PROPOSTA

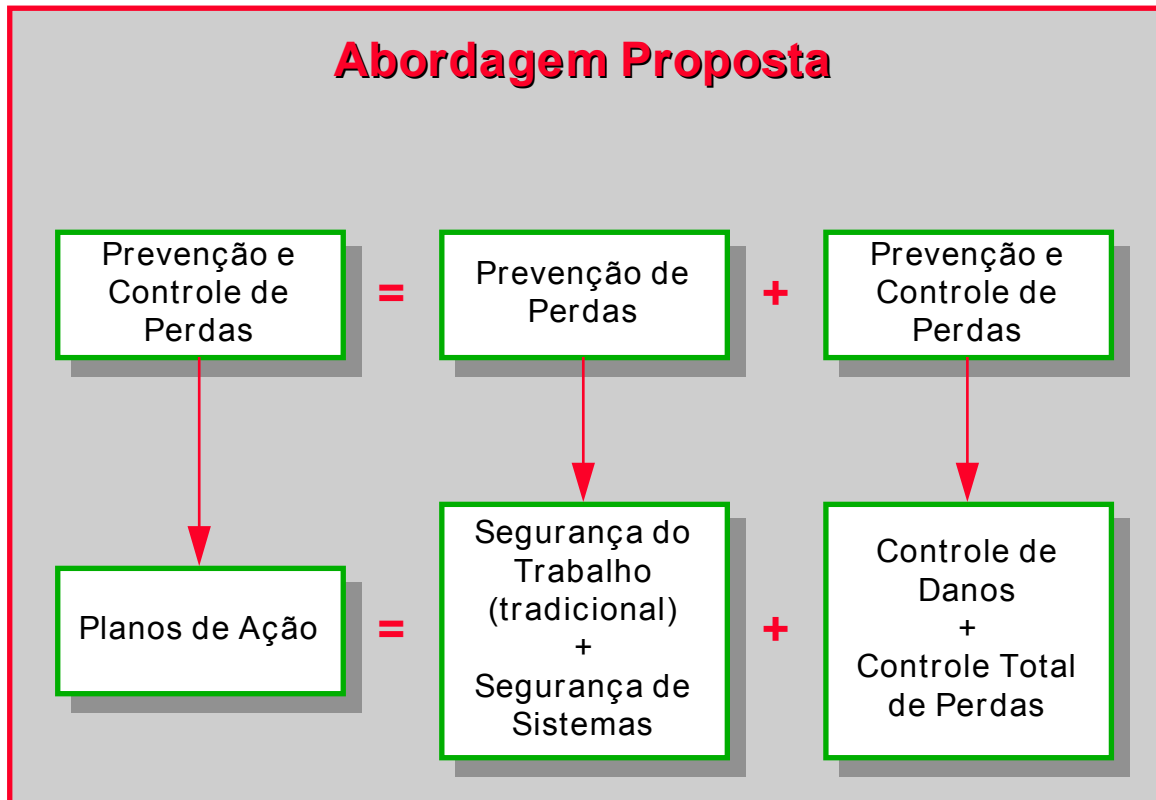
Pelo estudo dos três enfoques apresentados, pode-se constatar que os dois primeiros - “Controle de Danos” e “Controle Total de Perdas” - estão baseados essencialmente em procedimentos administrativos, enquanto que o terceiro - “Engenharia de Segurança de Sistemas” - está fundamentado em técnicas e princípios oriundos de vários campos da Engenharia.

Em conseqüência, e como esclarecimento geral àqueles que se reportam, indiscriminadamente, à Prevenção e ao Controle de Perdas como sendo a mesma atividade, faz-se necessário enfatizar o seguinte:

- **a Prevenção de Perdas** pressupõe o estudo e a aplicação de técnicas e medidas que visem eliminar ou minimizar as causas potenciais de acidentes ou incidentes;
- **o Controle de Perdas** prende-se mais aos aspectos administrativos de controle de danos ao sistema, seja qual for a sua origem.

Assim sendo, a nossa proposta é a de se realizar um trabalho integrado de Prevenção e Controle de Perdas, a partir das diferentes teorias existentes sobre o assunto, devidamente aperfeiçoadas e, é claro, com as necessárias. Adaptações à realidade brasileira.

Esquemáticamente, propomos então que seja observado o seguinte:



Há que se destacar, finalmente, que grande parte destas atividades não envolve conhecimentos técnicos profundos, podendo por essa razão ser desenvolvida indistintamente por engenheiros ou supervisores de segurança do trabalho. Ambos, entretanto, só poderão levar a efeito um programa de Prevenção e Controle de Perdas com o envolvimento e a participação constantes de todos aqueles que integram um determinado sistema de produção.

6. Desenvolvimento de Programa-Piloto de Prevenção e Controle de Perdas

Enfocaremos uma das possíveis abordagens para o desenvolvimento de um programa-piloto de Prevenção e Controle de Perdas. Trata-se da nossa visão do problema, baseada numa integração ótima entre as diversas correntes envolvidas neste tema. Acreditamos que esta nova ótica para a questão, fundindo as modernas técnicas de análise e a visão sistêmica da Engenharia de Segurança de Sistemas às eficientes práticas administrativas das demais abordagens de Controle de Perdas, configura-se em enfoque inovador.

Portanto, este tópico discorre sucintamente sobre o desenvolvimento de um programa-piloto que procura integrar, num todo coerente, procedimentos analíticos e técnico-administrativos para a Prevenção e o Controle das Perdas num Sistema.

6.1 PROGRAMA DE PREVENÇÃO E CONTROLE DE PERDAS—QUANDO?

Instante ou fase da vida de um sistema, no qual seria mais indicada a implantação de programas de Prevenção e Controle de Perdas, não pode ser comparado à época em que um fruto fica “maduro” para ser colhido, nem emite sinais óbvios como o acne o faz para a adolescência. Não é nosso objetivo aqui inflamar polêmicas a esse respeito, mas acreditamos que há certos fatores básicos dentro do desenvolvimento preventivista de uma empresa, que atuam como pré-requisitos para uma implantação, com probabilidades mínimas de êxito, de um programa de Prevenção e Controle de Perdas.

Assim, é desejável que a empresa já possua atividades preventivistas, tendo vencido certas fases “heróicas” iniciais em Saúde Ocupacional, e se achem razoavelmente estabelecidas as atividades convencionais básicas de prevenção. Deveria, ainda, possuir uma estrutura de controle geral administrativo dentro de padrões mínimos para as atividades gerenciais normais de uma empresa atual.

Sendo a empresa de atividade industrial, quanto maior o seu desenvolvimento, em termos de estratificação de organizações internas como Projeto, Produção, Manutenção, Engenharia de Fatores Humanos (Ergonomia), Treinamento, Testes, Apoio de Produto, Confiabilidade, etc., maior será o benefício mútuo, tanto para o desempenho dessas organizações como para o próprio programa a ser desenvolvido.

6.2 NECESSIDADES DE ESTABELECIMENTO DOS PERFIS DOS PROGRAMAS DE PREVENÇÃO EXISTENTES – DEFINIÇÃO DE PRIORIDADES

- programa de Prevenção e Controle de Perdas será instalado em um determinado setor da empresa, como atividade piloto. Seria recomendável que esse setor fosse aquele que apresentasse maiores deficiências ou carências em termos de resultados gerais de prevenção, e também, dentro do que fosse possível estimar, de perdas em geral. Para tanto, sua escolha deveria ser feita com base num determinado critério.
- procedimento proposto é o estabelecimento dos perfis dos programas de prevenção existentes. Esses perfis seriam esboçados para os setores que possuíssem

indicadores gerais, ou estimativas, de serem eles os mais negativos no contexto global.

Através do estabelecimento dos perfis, seria possível a determinação de prioridades para o programa geral futuro e a escolha do setor para o programa-piloto. O processo de estabelecimento dos perfis do programa é um procedimento desenvolvido a partir do aperfeiçoamento e da adaptação das idéias básicas lançadas por John A. Fletcher, segundo propostas em "Total Loss Control" sua obra básica, editada em 1970. Um exemplo de adaptação no estabelecimento do perfil, dentro da abordagem integrada, é dado no quadro da página ao lado.

6.3 POSSÍVEIS PLANOS DE AÇÃO NO TRABALHO INTEGRADO DE PREVENÇÃO E CONTROLE DE PERDAS

Há uma série de atividades básicas disponíveis para a realização de um esforço de Prevenção e Controle de Perdas, dentro de uma visão integrada do problema. Como parêntese necessário, deve-se esclarecer que a consideração "visão integrada" implica as considerações de:

- a) em primeiro lugar, a perda ou dano mais importante de todos, que é o envolvido com os recursos humanos do sistema de produção. A vida humana - ou atentado que lhe é feito através de lesões ou doenças - deve ter sempre a prioridade um, em qualquer programa;
- b) perdas ou danos materiais macroscópicos ou evidentes, envolvidos com acidentes com ou sem lesões;
- c) perdas ou danos em geral não localizados ou evidentes, envolvidos com acidentes ou incidentes críticos, ou ineficiência e degradações do sistema.

Pelo exposto, pode-se englobar no rol de Planos de Ação as seguintes atividades básicas:

- Prevenção de Lesões;
- Prevenção e Combate a Incêndios;
- Higiene do Trabalho;
- Prevenção de Acidentes com Danos à Propriedade;
- Segurança Patrimonial;
- Segurança do Produto;
- Redução de Perdas por Ausentismo;
- Redução de Perdas por Paralisação de Equipamentos.

ABORDAGEM INTEGRADA – EXEMPLO DE ADAPTAÇÃO**Perfil do Programa****Seção 2 – Equipamentos – Proteção de máquinas**

1. Foi realizado um levantamento geral das máquinas, para a determinação dos requisitos para a operação segura de cada uma delas?
2. Cada máquina possui sua lista de verificação de condições de segurança, a ser checada com uma periodicidade mínima?
3. O Departamento de Segurança é consultado e/ou informado sobre:
 - O projeto de proteção;
 - A fabricação da proteção;
 - A instalação da proteção;
 - A inspeção final da proteção.
4. No caso de proteções que interferem operacionalmente, é realizada uma Análise de Procedimentos?
5. No caso de proteções tipo “interlock” ou por seqüência lógica operacional, são realizadas:
 - Análise de modos de falha e efeitos;
 - Análise de árvores de falhas;
 - Análise de procedimentos.
6. É realizada a Técnica de Incidentes Críticos entre os operadores de máquinas?

Dados estes planos básicos, fica evidenciada a “visão integrada” do programa, que inclui atividades preventivistas convencionais. Dessa forma, um programa poderá lançar mão de um ou mais planos de ação, ou todos, de acordo com as carências ou o perfil das deficiências que um determinado setor apresente.

Deve-se chamar a atenção também para o fato de que os planos de ação são fundamentalmente atividades de prevenção; cada plano envolverá uma ou mais técnicas analíticas. O elenco das técnicas de análise é formado pelas atividades básicas de prevenção já canonizadas, às quais são adicionadas algumas das principais técnicas disponíveis na Engenharia de Segurança de Sistemas. Cada técnica em si pressupõe, além da atividade profissional de análise, ações mínimas de controle técnico-administrativo. Adicionalmente, todo o plano, formado pelas diferentes técnicas, necessitará também de um controle geral administrativo. Por sua vez, o próprio programa, como um todo, formado pelos planos, com suas técnicas, terá uma atividade globalizada de controle técnico-administrativo e de controle geral das perdas do sistema. Esta fusão analítico-administrativa, que no fundo é a fusão da Segurança de Sistemas com as correntes de Controle de Perdas, é o coração do programa-piloto, e justamente a nova abordagem que aqui preconizamos.

Na tabela de “Controle Administrativo das Perdas”, são mostrados os planos de ação com as respectivas técnicas ou mecanismos de análise envolvidos. Notar que esquematicamente é mostrada a presença constante do controle administrativo das perdas.

6.4 DESENVOLVIMENTO E CONTROLE TÉCNICO-ADMINISTRATIVO DO PROGRAMA-PILOTO

Uma visão geral do programa-piloto pode ser dada, recapitulando-se o que foi visto até agora. Inicialmente, são escolhidos setores que se configuram como mais carentes ou deficientes, tanto em termos gerais da prevenção quanto no aspecto de perdas; para esses setores, são estabelecidos os perfis dos programas eventualmente já em desenvolvimento, obtendo-se, assim, uma escala de prioridades para ações a médio prazo e a definição do setor onde se desenvolverá o plano-piloto.

De acordo com as deficiências apontadas pelo perfil do setor, são definidos quais os planos de ação a se lançar mão, e quais as técnicas de análise que cada plano irá conter. Evidentemente, cada plano, a partir de seus objetivos, necessitará de recursos humanos e materiais compatíveis, e de uma série de estratégias técnico-administrativas para o êxito de sua realização. Ao lado dos custos levantados para a execução do plano, podem ser estimadas as perdas atuais envolvidas no setor, e feita uma projeção do montante das perdas futuras, na eventualidade de não haver plano algum. Embora estimativos, esses dados serão importantes para a avaliação do desempenho do programa numa fase futura.

CONTROLE ADMINISTRATIVO DAS PERDAS	
Planos de Ação	Técnicas de Análise
Prevenção de lesões	Técnica de Incidentes Críticos Análise qualitativa (*)
Acidentes com danos à propriedade	Técnica de Incidentes Críticos Análise qualitativa (*)
Prevenção e combate a incêndios	Análise qualitativa (*) Análise quantitativa
Higiene do trabalho	Análise qualitativa (*) Análise quantitativa
Segurança patrimonial	Técnica de Incidentes Críticos Análise qualitativa (*)
Segurança do produto	Análise preliminar de riscos (**) Análise de modos de falha e efeitos (**) Análise de árvores de falhas (**) Análise de procedimentos (**)
Redução das perdas por ausentismo	Análise das causas
Redução das perdas por paralisação de equipamentos	Confiabilidade Análise de modos de falha e efeitos Análise de procedimentos

(*) atividades convencionais de “constatação” ou “reconhecimento” de riscos

(**) também aplicáveis aos outros Planos de Ação

Apesar de o desenrolar decisório a respeito de um programa-piloto ser algo que pode variar consideravelmente, de acordo com cada estrutura empresarial, pode-se supor que, após a primeira fase de estudos, o plano deveria ter a aprovação da alta direção da empresa, ou sofrer reformulações, a partir do que teríamos a sua implantação e desenvolvimento.

Numa fase posterior, teríamos uma avaliação geral do programa, em termos de seus objetivos globais, definidos pela soma dos objetivos dos planos específicos e, é claro, em termos da redução das perdas do setor. Obtendo-se o primeiro ciclo de vida com sucesso para o mecanismo do programa, o mesmo poderá então ser implantado consecutivamente nos outros setores, de acordo com as prioridades já definidas. A velocidade de extensão do programa a toda a empresa estará condicionada a fatores como as disponibilidades financeiras e o nível de prioridade para a atividade de Controle de Perdas, dentro da empresa.

6.5 DIAGRAMA DE BLOCOS BÁSICO

A figura à seguir mostra um diagrama de blocos básico do desenvolvimento do programa-piloto em suas linhas gerais.

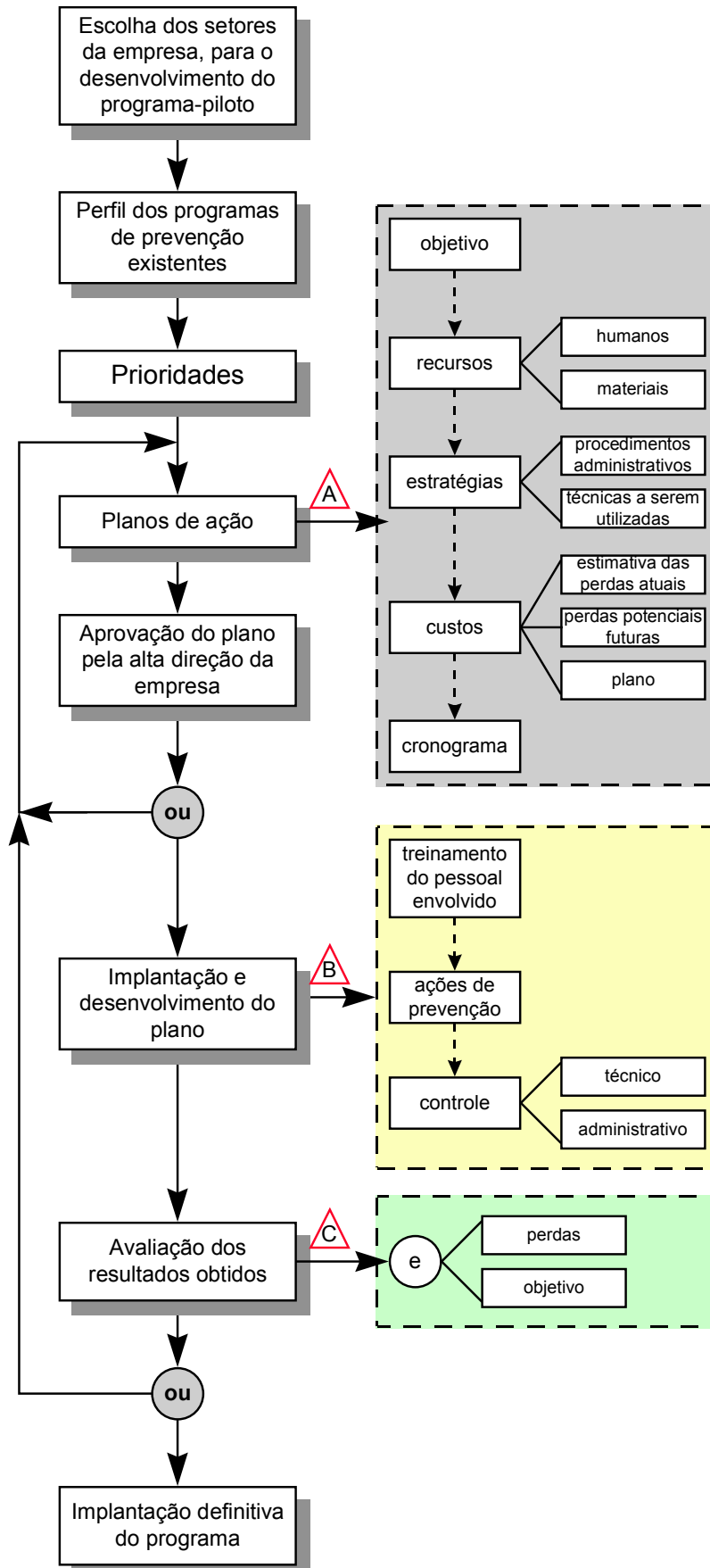
6.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como complemento ao exposto, gostaríamos de tecer algumas considerações que auxiliarão a definir o correto posicionamento que desejamos fornecer às idéias aqui sucintamente ventiladas.

Inicialmente, há um importante aspecto que não deve ser perdido de vista, e que está necessariamente incluído nesta abordagem: a prevenção de danos, **enquanto humanos**, ou seja, as lesões, sejam fatais, incapacitantes ou leves, mantêm-se com a primeira prioridade dentro do programa. A colocação, embora aparentemente óbvia, necessita ser reafirmada, pois no fundo esse objetivo é perseguido pelo programa, com uma intensidade muito maior do que poderia ser notado à primeira vista. **Há que ser ressaltado, por não ser necessariamente explícito:** a maior parte dos planos de ação, mercê de seus objetivos básicos, leva em consideração a degradação do sistema por acidentes propriamente ditos, sendo estes forçosamente incluídos como fontes geradoras de problemas (e também de lesões). Dessa forma, os mesmos se adicionam ao plano básico de “Prevenção de Lesões”, pelos benéficos subprodutos” que apresentam.

Há tempos, já foi mostrado por Tarrants que as causas básicas dos acidentes com danos à propriedade são as mesmas dos acidentes com lesões. Não é difícil, como conclusão geral, admitir-se que o programa, como um todo, levará a uma melhora global e significativa na redução dos acidentes incapacitantes, que é uma meta incluída no objetivo abrangente da Prevenção e do Controle de Perdas.

PROCEDIMENTOS SUGERIDOS PARA O DESENVOLVIMENTO DE UM PROGRAMA-PILOTO DE PREVENÇÃO E CONTROLE DE PERDAS



7. Técnicas de Identificação e Análise de Riscos

7.1 INTRODUÇÃO

A análise de fatores que determinam a busca de técnicas mais sofisticadas para o gerenciamento de riscos e o controle de perdas, podem ser classificados em tecnológicos, econômicos e sociais.

Os fatores tecnológicos se realizam através do desenvolvimento de processos mais complexos, uso de novos materiais e substâncias e condições operacionais, como pressão e temperatura, mais severas.

Os fatores econômicos relacionam-se com o aumento de escala das plantas industriais, e a permanente redução dos custos de processo. Principalmente nesta era de globalização, onde existe a preocupação de redução dos chamados custos fixos ou primários, e através de técnicas de gerenciamento de riscos podemos também reduzir os custos secundários ou variáveis.

Os fatores sociais apresentam relevante importância quando encontramos maior concentração demográfica próximo as áreas industriais, e uma organização da sociedade com forte preocupação quanto a conservação do meio ambiente e segurança de sua comunidade.

Como consequência da aplicação de técnicas modernas de gerenciamento de riscos e o controle de perdas, podemos citar:

- reformulação das práticas de gerenciamento de segurança industrial;
- revisão de práticas tradicionais e de códigos, padrões e regulamentações obsoletas;
- desenvolvimento de técnicas para identificação e quantificação de perigos;
- formulação de critérios de aceitabilidade de riscos;
- elaboração e implantação de sistemas de resposta para emergências.

Quando efetuar uma análise ?

A prática tem nos mostrado que devemos realizar uma análise quando os riscos a uma atividade industrial não são conhecidos ou quando podem ser antecipados problemas potenciais que podem resultar em severas consequências em uma operação, ou quando são detectados repetidos problemas envolvendo *acidentes com vítimas, com lesões graves ou não, com danos às instalações, ou danos ao meio ambiente* ou quando regras de segurança devam ser estabelecidas antes do início de uma atividade; ou quando informações sobre os riscos devam ser obtidos acuradamente.

Existem também, fatores determinantes do tipo de análise, tais como:

- qualidade e profundidade de informação desejada;
- disponibilidade de informações atualizadas;
- custos da análise;
- tempo disponível antes que as decisões e as ações devam ser tomadas;
- disponibilidade de pessoal devidamente qualificado para assistir o processo.

A análise e avaliação de risco é um exercício orientado para a quantificação da perda máxima provável que dele possa decorrer, ou seja, da quantificação da probabilidade de ocorrência desse risco e de suas conseqüências e/ou gravidades.

Em resumo, este capítulo irá apresentar as ferramentas para identificação, análise, avaliação e classificação dos riscos, de maneira que se possa chegar ao tratamento ideal para cada um deles.

Neste nosso curso estaremos abordando as seguintes técnicas:

- Análise histórica / Revisão de segurança
- Metodologia árvore das causas
- Análise série de riscos
- What-If / Checklist
- Técnicas de incidentes críticos
- Análise preliminar de riscos (APR)
- Hazop
- Análise de modos de falhas e efeitos (AMFE)
- Análise de árvore de falhas (AAF)

7.2 ANÁLISE HISTÓRICA / REVISÃO DE SEGURANÇA

Tem como objetivo a coleta e reunião de sistemática de informações históricas, relativas à ocorrência de acidentes (ou quase acidentes) na instalação sob análise ou em instalações semelhantes.

Busca a obtenção de melhor conhecimento quanto às causas, efeitos e forma de ocorrência dos eventos acidentais mais típicos.

Permite uma estimativa preliminar da freqüência e da severidade de ocorrência dos eventos acidentais.

A análise sistemática dos registros de dados de acidentes e incidentes e até mesmo o exercício imaginativo, também registrado, de possíveis acidentes são de grande importância e utilizadas como técnicas que tem provado sua efetividade, na obtenção da maior quantidade possível de informações, capazes de proporcionar vasto conhecimento não explorado de causas, e a partir destes dados, estabelecer medidas de prevenção eficazes.

Porém, não devemos nos iludir e nem confundir resultado de estatísticas de acidentes com programa efetivo de segurança. As estatísticas não são por si só um indicador confiável do grau de risco de uma operação em particular. O enfoque que procuramos dar neste capítulo, é que devemos realizar análise em nossos registros, com o objetivo de promover uma revisão de segurança em nossos processos e instalações.

O acidente com o DC-10 no aeroporto O'Hare, de Chicago, chocou os EUA pelo número de vidas perdidas e pela, aparentemente simples, causa de não ser seguido um procedimento mecânico estabelecido.

O vazamento, quase catastrófico, de um reator nuclear em Three Mile Island, resultou em uma quantidade tal de regulamentos, que o custo de novas instalações similares se elevou em bilhões de dólares. O afundamento da plataforma marítima de perfuração - Ocean Ranger - na costa de Grand Banks no Canadá, conduziu a uma extensa revisão de todos os aspectos de segurança em operações petrolíferas marítimas. Em dezembro de 1984, o mais trágico acidente industrial registrado, ocorreu em Bhopal, Índia. Como consequência do escape de isocianato de metila, produto químico extremamente tóxico, mais de 2000 pessoas morreram e centenas de outras ficaram cegas ou permanentemente inválidas. A enxurrada de processos que se seguiu, colocou em dúvida, para alguns, a sobrevivência de uma das maiores corporações internacionais.

Jerome Lederer, Diretor do escritório de segurança dos Vôos Espaciais Tripulados da NASA, na época dos primeiros vôos lunares, disse em um de seus discursos :

“ Esta nação foi construída sobre riscos. Risco pessoal em lidar com o deserto, risco financeiro nos negócios , riscos em explorar o cientificamente desconhecido, enormes riscos de engenharia, riscos administrativos. Nós devemos continuar a correr riscos, e de maior magnitude que no passado. Mas as consequências de falhas estão se tornando menos permissíveis. Os riscos políticos e sociais, assim como econômicos e pessoais, que agora acompanham nossas aventuras podem ter enormes repercussões quando falhas ocorrem “.

Estas potenciais repercussões se tornaram realidade quando o ônibus espacial Challenger explodiu menos de um minuto depois de ser lançado, matando todos os sete astronautas e produzindo dias de luto nacional e investigação pelo congresso americano. Esta investigação revelou que existiam indícios de potenciais problemas que poderiam prever o desastre, se estes tivessem sido adequadamente analisados.

Durante a primeira metade do século, foram feitos esforços para somar e aprender com os quase-acidentes. Um enfoque foi o usado no Programa de Psicologia de Aviação da Força Aérea Norte Americana, durante a Segunda Guerra Mundial. Pelo fato de mais aviões terem sido perdidos em vôos de treinamento do que em combate , foi feito esforço para monitorar problemas causados por fatores humanos no uso e operação de aeronaves. O estudo foi simples : **entrevistadores perguntaram a um grande número de pilotos se eles já cometeram, ou viram alguém cometer um erro** em ler ou interpretar um instrumento da aeronave, detectar um sinal ou entender instruções. O resultado foi assustador. Um grande número de pequenos erros considerados, inicialmente como de ” tão estúpido é incapaz de ocorrer “, foram detectados, como por exemplo, diversos erros de leitura do altímetro em noites escuras.

Sugerimos que as entrevistas tenham a participação dos supervisores , para aplicação da análise e revisão de segurança , pois são eles que mais sabem sobre as pessoas e as condições das instalações e em geral eles sabem como obter informações mais facilmente que pessoas de fora. Entretanto, em situações onde uma organização é influenciada e restringida por práticas ultrapassadas e está acostumada (ou é obrigada) a lidar com relatórios de práticas fora dos padrões, com vistas a coagir ou punir, entrevistas feitas por pessoal de supervisão podem ser impraticáveis ou impossíveis. Nestas situações, alguns assessores aprovados ou externos, ou consultores independentes poderiam conduzir entrevistas. Algumas vezes, estas

pessoas, por causa de sua experiência profissional , podem garantir o anonimato e assegurar que a negatividade do passado seja ultrapassada.

Em resumo, a análise e revisão de segurança devem procurar responder questões do tipo :

- Existe uma sistemática de atualização permanente da documentação técnica da planta?
- Os equipamentos encontram-se em bom estado de manutenção e devidamente identificados?
- Os dispositivos de segurança são adequados e bem dimensionados?
- Existe um sistema confiável de registro de ocorrências anormais?
- São seguras as rotinas de permissão para serviços de manutenção e trabalhos perigosos?

Devemos concentrar os esforços na revisão de códigos e padrões de segurança adotados para o sistema sob análise, através do levantamento de informações técnicas relativas à sua operação.

TRANSPARÊNCIAS SOBRE REVISÃO DE SEGURANÇA, ANÁLISE HISTÓRICA E RANKING RELATIVO

UFF - Universidade Federal Fluminense Pós-Graduação em Engenharia de Segurança
Eng. Carlos Roberto Coutinho de Souza Análise e Gerenciamento de Riscos de Processos Industriais

Revisão de Segurança

Inspeção detalhada visando à identificação de perigos inerentes a :

- Características de Projeto
- Procedimentos Operacionais
- Práticas de Manutenção

Consiste na revisão de códigos e padrões de segurança adotados para o sistema sob análise, através do levantamento de informações técnicas relativas à sua operação.

UFF - Universidade Federal Fluminense Pós-Graduação em Engenharia de Segurança
Eng. Carlos Roberto Coutinho de Souza Análise e Gerenciamento de Riscos de Processos Industriais

Busca-se responder questões do tipo :

- Existe uma sistemática de atualização permanente da documentação técnica da planta?
- Os equipamentos encontram-se em bom estado de manutenção e devidamente identificados ?
- Os dispositivos de segurança são adequados e bem dimensionados ?
- Existe um sistema confiável de registro de ocorrências anormais ?
- São seguras as rotinas de permissão para serviços de manutenção ?

Revisão de Segurança

UFF - Universidade Federal Fluminense Pós-Graduação em Engenharia de Segurança
Eng. Carlos Roberto Coutinho de Souza Análise e Gerenciamento de Riscos de Processos Industriais

Análise Histórica

Tem como objetivo a coleta e reunião sistemática de informações históricas, relativas à ocorrência de acidentes (ou quase-acidentes) na instalação sob análise ou em instalações semelhantes.

Busca a obtenção de melhor conhecimento quanto às causas, efeitos e formas de ocorrências dos eventos acidentais mais típicos.

Permite uma estimativa preliminar da frequência e da severidade de ocorrência dos eventos acidentais.

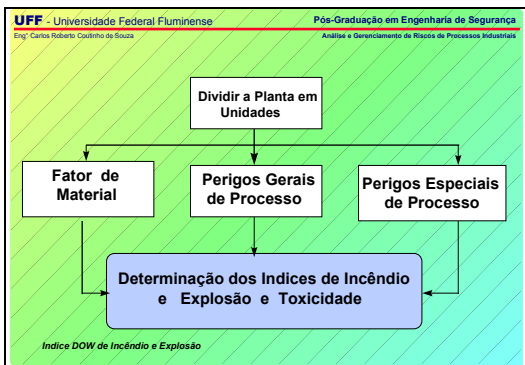
RANKING RELATIVO

Permite estabelecer índices comparativos de risco para diferente Instalações, Unidades de Processo ou Procedimentos Operacionais com base :

- nas características das substâncias manipuladas ;
- condições de processo e parâmetros de operação ;
- distância de áreas vizinhas ;
- existência de sistemas de segurança e combate a emergências, etc...

Índices de Ranking Relativo mais Comuns

- ➡ Índice Dow para Incêndio e Explosão
- ➡ Índice Mond
- ➡ Índice de Perigo de Substância (SHI)
- ➡ Índice de Exposição Química (CEI)



UFF - Universidade Federal Fluminense Pós-Graduação em Engenharia de Segurança
Eng. Carlos Roberto Coutinho de Souza Análise e Gerenciamento de Riscos de Processos Industriais

PERIGOS GERAIS DE PROCESSO

- **Reações exotérmicas**
 - Hidrogenação , hidrólise , isomerização , etc...
 - Alquilação , oxidação , polimerização , etc...
 - Halogenação
 - Nitração
- **Reações endotérmicas**
 - Calcinação , eletrólise , pirólise , etc...

Índice DOW de Incêndio e Explosão

UFF - Universidade Federal Fluminense Pós-Graduação em Engenharia de Segurança
Eng. Carlos Roberto Coutinho de Souza Análise e Gerenciamento de Riscos de Processos Industriais

Transferência , manuseio e estocagem

- Carga e descarga de líquidos inflamáveis classe I ou GLP
- Misturas efetuadas em recipientes abertos
- Processamento de poeiras inflamáveis
- Estocagem interna de líquidos combustíveis e infamáveis

Confinamento de Unidades de Processo

Índice DOW de Incêndio e Explosão

UFF - Universidade Federal Fluminense Pós-Graduação em Engenharia de Segurança
Eng. Carlos Roberto Coutinho de Souza Análise e Gerenciamento de Riscos de Processos Industriais

Perigos Especiais de Processo

- ★ Temperatura de processo
- ★ Pressão de operação
- ★ Opaeração a vácuo
- ★ Opaeração a baixas temperaturas
- ★ Operação próximo ou entre os limites de inflamabilidade
- ★ Perigo de explosão de poeiras
- ★ Quantidade de material inflamável presente ou envolvida no processo
- ★ Corrosão e erosão
- ★ Perigo de vazamentos em juntas, selagens , etc...

7.3 ÁRVORE DAS CAUSAS

Esta técnica foi desenvolvida no início dos anos 70 por pesquisadores franceses do *Institut National de Recherche et de Sécurité - INRS* e pretende divulgar metodologia complexa, de identificação de fatores de acidentes e suas interrelações, localizar fatores de risco e a partir deles tornar efetiva a prática da prevenção.

Acreditamos ser esta, uma importante ferramenta para a análise dos acidentes, notadamente aqueles classificados como acidentes do trabalho.

Alguns comentários entretanto, não podemos deixar de fazer. O primeiro diz respeito às dificuldades de implantação em face de suas exigências em termos de necessidade de treinamento e de disponibilidade de recursos, particularmente humanos. O segundo relaciona-se às indicações de sua utilização, aspectos abordados na própria apostila (que fornecemos anexo a este trabalho, como material didático complementar). O terceiro refere-se ao impacto dessa implantação no interior da empresa que venha adotá-lo.

Tomando-se por exemplo, o resultado obtido em duas empresas francesas, uma do ramo químico com 2150 funcionários e outra, do ramo têxtil com 1100 trabalhadores no qual o método estava sendo introduzido por solicitação das próprias empresas, encontrou-se resultados diversos, concluindo que os objetivos de sua utilização só são plenamente atingidos quando uma política de prevenção integra-se ao gerenciamento global da empresa.

A aplicação durável do método depende da capacidade da empresa de integrá-lo a sua política de prevenção, planejada previamente e concebida como um elemento entre os demais de gerenciamento da empresa.

Algumas deturpações devem ser evitadas durante a implantação do método, ligadas principalmente a três fatores:

- deficiência no ensino do método;
- uso inadequado;
- falta de estrutura adequada à sua implantação duradoura nas empresas.

Outro ponto importante que deve ser salientado é a necessidade de respeito aos princípios essenciais do método e, sobretudo, lembrar que a análise dos acidentes é um meio e o método é uma das técnicas de prevenção que não substitui outras técnicas.

A aplicação do método Árvore das Causas, na investigação dos acidentes revelou potencialidades que não haviam sido previstas quando de sua elaboração. Por representar graficamente o acidente, este método pode ser qualificado como uma ferramenta de comunicação entre os que fazem a análise e aqueles que descobrem a história do acidente analisado. Os fatores que ficaram sem explicação, demandando informações complementares, são colocados em evidência aos olhos de todos.

A metodologia é uma ferramenta de diálogo entre os diversos atores sociais na empresa. Reduz os riscos de polêmica sobre as causas do acidente porque a pesquisa dos fatores de acidente se apoia sobre o rigor e a lógica e só fatos devem figurar na árvore. É uma ferramenta que propicia análises ricas e aprofundadas, muito úteis à prevenção.

Toda a metodologia e detalhamento para a sua implantação, como já mencionado, encontra-se na apostila anexo a este trabalho.

Em resumo, podemos concluir afirmando que as regras do método, impondo o questionamento sistemático diante de cada fato que figura na árvore, levam a causas remotas, particularmente àquelas ligadas a organização do trabalho, a concepção de máquinas e de instalações, alargando o campo de investigação e evidenciando o maior número de fatores envolvidos na gênese do acidente.

7.4 SÉRIE DE RISCOS

A Série de Riscos é uma das diversas técnicas de análise de riscos existentes. De aplicação bastante simples, esta técnica se presta muito bem à investigação e análise de acidentes. A seguir apresentamos um resumo de suas principais características.

Nome: Série de riscos (SR).

Técnica: Qualitativa, de fácil aplicação

Objetivo: Análise de acidentes e análise prévia para prevenção de fatos catastróficos.

Metodologia: Análise de seqüências de eventos por relação causa-efeito com metodologia própria incluindo inibições a cada elemento da série.

Benefícios e Resultados: Descrição do fenômeno, determinação de um elenco de inibições, determinação de causas remotas ou iniciais da seqüência.

Observações: Muito interessante na análise de acidentes. Bom potencial para análise “a priori”, como prevenção de fatos catastróficos. Simplicidade que permite o envolvimento pessoal.

7.4.1 TIPOS DE RISCO

- **Inicial** - Aquele que deu início à série.
- **Contribuinte** - É o risco que, direta ou indiretamente, dá seqüência à série, após o risco inicial.
- **Principal** - É aquele considerado como o evento diretamente causador dos eventos catastróficos.
- **Eventos Catastróficos** - São eventos com conseqüências indesejáveis em termos de danos a pessoas, equipamentos e/ou ambiente.

7.4.2 INIBIÇÕES

Medidas técnicas e/ou administrativas, no sentido de corrigir ou prevenir o risco identificado.

Na elaboração da série de riscos, são apresentados passo a passo, a partir do risco ou riscos iniciais (pode haver mais de um), todos os riscos capazes de contribuir na série, o que irá resultar, finalmente, no risco principal e possíveis danos. O inter-relacionamento dos riscos na série é feito de seqüências simples pelo uso de comportas lógicas “E” ou “OU”. Uma vez obtida a série, cada risco é analisado em termos das inibições que podem ser aplicadas a cada passo, desde o risco inicial até a inibição dos danos (efeitos).

7.4.3 EXEMPLO DE ANÁLISE A “PRIORI”

Consideremos um tanque pneumático de alta pressão, de, aço carbono comum (não revestido). A umidade pode causar corrosão, reduzindo a resistência do aço, que debilitado poderá romper-se e fragmentar-se sob o efeito da pressão. Os fragmentos poderão atingir e lesionar o pessoal e danificar equipamentos vizinhos.

Qual dos riscos - a **umidade**, a **corrosão**, a **debilitação do material** ou a **pressão** causou a falha?

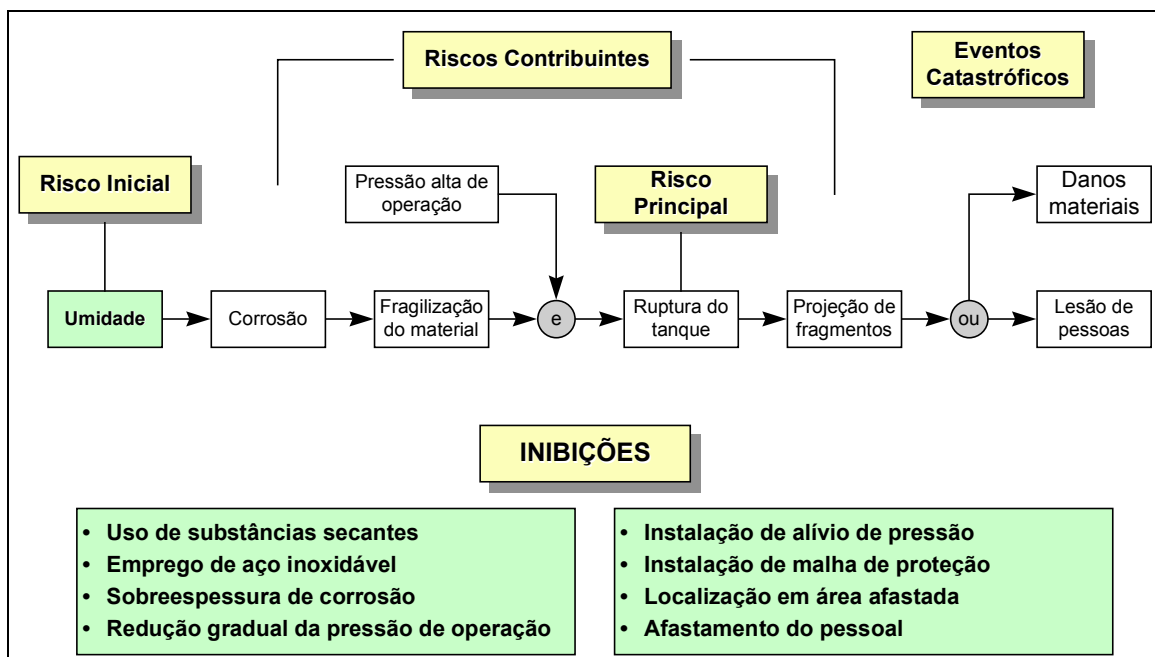
Nesta série de eventos, a umidade desencadeou o processo de degradação, que finalmente resultou na ruptura do tanque. A ruptura do tanque, causadora de lesão e outros danos, pode ser considerada como o risco principal ou **fundamental** da série.

A umidade que iniciou a série pode ser chamada de risco inicial, a corrosão, a perda de resistência e a pressão interna são chamados de **riscos contribuintes**. O risco principal é muitas vezes denominado **catástrofe**, **evento catastrófico**, **evento crítico**, **risco crítico** ou **falha singular**.

Pode-se deduzir, então, que o risco principal é aquele que pode, direta e imediatamente, causar:

- Lesão;
- Morte;
- Perda de capacidades funcionais (serviços e utilidades); Danos a equipamentos, veículos, estruturas;
- Perda de matérias-primas e/ou produtos acabados;
- Outras perdas materiais.

Recomenda-se uma observação cuidadosa da série mostrada a seguir que se refere ao exemplo citado, verificando-se o inter-relacionamento entre os riscos e as respectivas inibições propostas.



7.4.4 EXEMPLO DE ANÁLISE A POSTERIORI” (O ACIDENTE JÁ OCORREU)

- **Caso do João**

João estava furando uma tubulação. Para executar o serviço ele se equilibrava em cima de algumas caixas em forma de escada. Utilizava uma furadeira elétrica portátil. Ele já havia feito vários furos e a broca estava com o fio gasto; por esta razão João estava forçando a penetração da mesma.

Momentaneamente, a sua atenção foi desviada por algumas faíscas que saiam do cabo de extensão elétrica, onde havia um rompimento que deixava a descoberto os fios condutores.

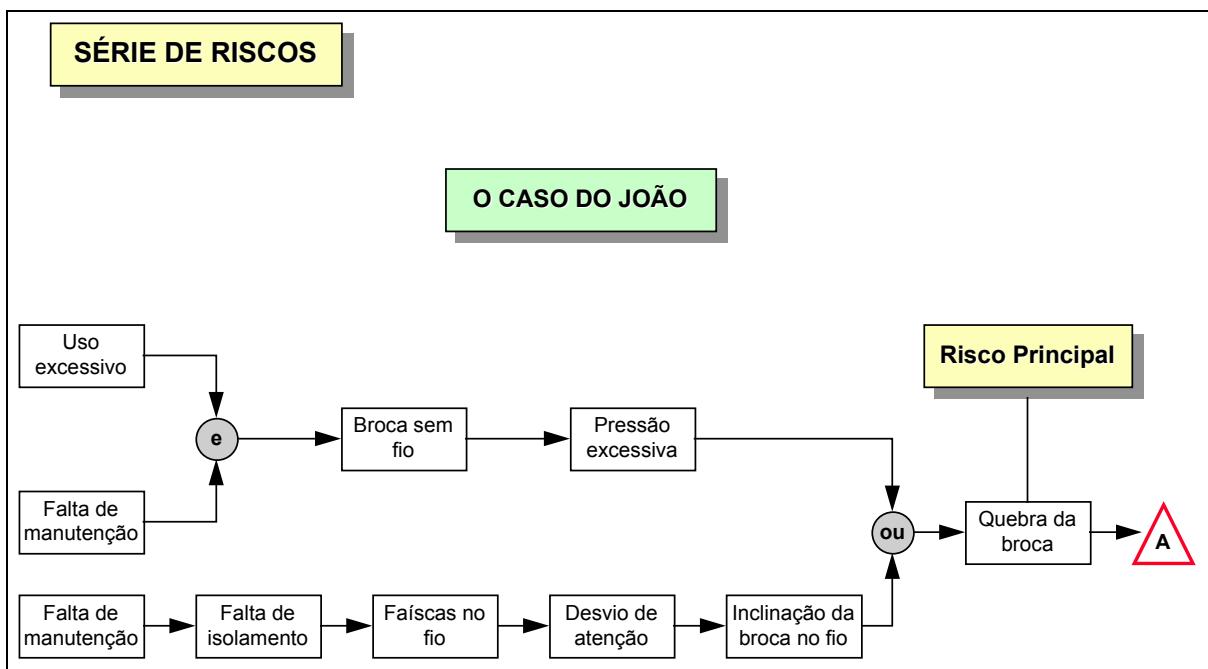
Ao desviar a atenção ele torceu o corpo, forçando a broca no furo. Com a pressão ela quebrou e, neste mesmo instante, ele voltou o rosto para ver o que acontecia, sendo atingido por um estilhaço de broca em um dos olhos. Com um grito, largou a furadeira, pôs as mãos no rosto, perdeu o equilíbrio e caiu.

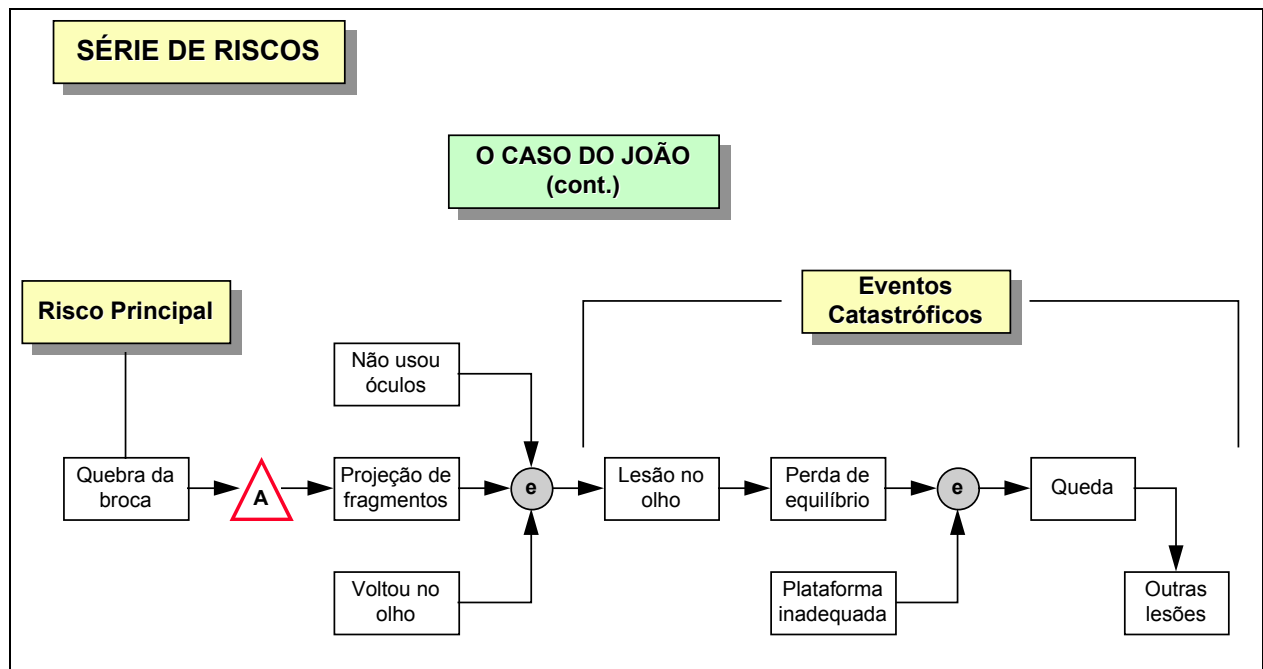
Um acontecimento semelhante, ocorrido há cerca de um ano atrás, nesta mesma empresa, gerou como medida a determinação do uso de óculos de segurança na execução deste tipo de tarefa.

Os óculos que João devia ter usado estavam sujos e quebrados, pendurados em um prego.

Segundo o que o supervisor dissera, não ocorrera nenhum acidente nos últimos meses e o pessoal não gostava de usar óculos; por esta razão, ele não se preocupava em recomendar o uso dos mesmos nestas operações, porque tinha coisas mais importantes a fazer.

Após investigação e análise da ocorrência, foram levantados dados suficientes para confeccionar a seguinte série de riscos:





7.4.5 CONCLUSÕES

Na aplicação desta técnica com o objetivo de investigar e analisar acidentes do trabalho e/ou ocorrências indesejáveis de processo, sugere-se o seguinte procedimento:

- *Formar um grupo multidisciplinar de investigação e análise;*
- *Caracterizar o processo, a instalação e a operação onde houve o acidente ou ocorrência indesejável de processo;*
- *Coletar todas as informações sobre o acidente, entrevistando, quando possível, pessoas direta e/ou indiretamente envolvidas na ocorrência.*

Com base nas informações e evidências objetivas levantadas, aplicar uma determinada técnica de análise, em consenso com o grupo, de forma a definir as causas possíveis, esclarecer os fatos acontecidos e definir medidas de correção/prevenção com o objetivo de evitar a repetição de ocorrências semelhantes.

Para o bom andamento dos trabalhos de coleta de informações e análise é importante que alguns pressupostos fundamentais sejam satisfeitos, quais sejam:

- *Evitar a procura por um responsável ou “culpado”. Isso poderia desviar o grupo do seu real objetivo que é identificar causas mais remotas não necessariamente evidenciadas quando de uma primeira análise superficial. A experiência tem nos mostrado que as causas fundamentais de acidentes vão muito além das primeiras constatações;*
- *Evitar a definição prematura da(s) causa(s), antes que todas as informações importantes para a elucidação da ocorrência sejam reunidas, discutidas e satisfatoriamente entendidas por todos os componentes do grupo de análise.*

7.5 WHAT-IF / CHECKLIST (WIC)

Nome: What-If/Checklist

Tipo: Análise geral, qualitativa.

Aplicação: Ideal como primeira abordagem na análise de riscos de processos, inclusive na fase de projeto ou pré-operacional.

Objetivos: Identificação de tratamento de riscos.

Princípio/Metodologia: O WIC é um procedimento de revisão de riscos de processos que se desenvolve através de reuniões de questionamento de procedimentos, instalações, etc. de um processo, gerando também soluções para os problemas levantados. Utiliza-se de uma sistemática técnico-administrativa que inclui princípios de dinâmica de grupos. O WIC, uma vez utilizado, é reaplicado periodicamente.

Benefícios e Resultados: Revisão de um largo espectro de riscos, consenso entre áreas de atuação (produção, processo, segurança) sobre a operação segura da planta. Gera um relatório detalhado, de fácil entendimento, que é também um material de treinamento e base de revisões futuras.

Observações: O WIC possui uma estruturação e sistemática que o tornam um instrumento capaz de ser altamente exaustivo na detecção de riscos. Excelente como primeiro ataque de qualquer situação, seja lá operacional ou não, sua utilidade não será limitada às empresas de processo.

A sistemática desta metodologia a torna um instrumento com grande poder de detecção de riscos e excelente como ataque de primeira abordagem de qualquer situação, seja esta operacional ou não. Sua utilização periódica traduz seu principal escopo, como um procedimento de revisão de riscos de processo.

É mais uma ferramenta que se adiciona e se coloca à disposição de técnicos e empresas que buscam maior segurança ocupacional, de processos e em relação ao meio ambiente e à comunidade.

- What-if/checklist é um procedimento de revisão de riscos de processo que, adequadamente conduzido, produzirá:
- revisão de um largo espectro de riscos;
- consenso entre áreas de atuação (produção, processos, segurança) sobre formas de caminhar rumo à operação segura;
- um relatório que é fácil de entender e é um material de treinamento.

PASSOS BÁSICOS

Formação do comitê de revisão:

Sugere-se que o comitê de revisão possua: um supervisor de operação, um supervisor mecânico ou engenheiro de projeto, um engenheiro ou químico do grupo técnico do processo, um operador experiente, o engenheiro de segurança, consultores específicos (se necessário) - o coordenador deve ser um técnico.

Planejamento prévio:

Deve haver um encontro prévio entre o coordenador, o relator e o provedor para o planejamento das atividades.

Reunião organizacional:

Na primeira reunião:

- são discutidos os procedimentos/linhas;
- programam-se as reuniões;
- definem-se metas para as tarefas.

Reunião de revisão do processo:

Após a reunião organizacional, um membro da supervisão de operações deve fazer uma apresentação aprofundada do processo, com visitas de campo - para benefício dos não familiarizados.

Reunião de formulação de questões:

- ocorre dentro de 1 a 2 semanas da reunião organizacional;
- cada membro se prepara para a formulação de questões, a serem respondidas no processo de revisão (reuniões subsequentes);
- tipicamente começa-se do início do processo (recebimento dos materiais) e continua-se ao longo do mesmo, passo a passo, gerando-se questões (E SE...) até o produto acabado colocado na planta do cliente.

Obs.: de forma a encorajar a identificação e o reporte dos riscos, deve-se evitar avaliar a gravidade do risco.

- o relator deve registrar cada questão numa folha de quadro de anotar grande, de maneira que o formulador possa confirmar se o registro foi correto, além disso deve-se evitar responder as questões neste ponto para não inibir a geração de questões.
- o comitê não deve se limitar a iniciar cada questão com “E SE...”.
- após esgotar-se o levantamento de questões, o coordenador distribuirá cópias do “Checklist Simplificado para Análise de Riscos”, o qual será seguido ponto a ponto para o afloramento de questões adicionais. O procedimento será repetido como o “Checklist abrangente para Análise de Riscos”.

Os checklists não devem ser usados como estimuladores primários de questões, e, sim, deve ser utilizada a criatividade do comitê. Eles devem ser utilizados como uma fonte de verificação capaz de estimular questões que tenham sido deixadas para trás.

Reuniões de respostas às questões:

Nestas são atribuídas responsabilidades individuais para o desenvolvimento de respostas escritas às questões. Durante as reuniões de respostas às questões, os membros do comitê revisarão e discutirão as respostas oferecidas a cada questão. Cabe ressaltar também que cada participante será solicitado a assinar conjuntamente o documento de revisão e que a sua assinatura significará concordância com a resposta a cada questão. Este conceito de “atingir consenso” tende a fortalecer a Análise de Riscos.

Relatório de revisão de riscos de processo (RRP):

- objetivo do relatório de revisão de riscos de processo é documentar os riscos identificados na revisão, bem como as ações recomendadas para eliminação ou controle dos mesmos.

Exemplo ilustrativo de tópicos levantados durante uma sessão de formulação de questões de um procedimento What-if.

- problema abordado foi um novo projeto para armazenamento de tolueno a ser descarregado desde caminhões-tanque, para um tanque fixo não enterrado. O local de instalação seria próximo a um tanque existente de ácido nítrico.
- grupo recebeu o layout das instalações, fichas de segurança do produto tolueno (que reage violentamente com o ácido nítrico) e o procedimento escrito de descarregamento, a ser seguido na operação das instalações.

As perguntas a seguir representam um pequeno resumo das originadas quando da aplicação da técnica em grupos de treinamento para a técnica What-if.

- Por que instalar um tanque de tolueno próximo a um tanque de ácido nítrico?
- O dique construído conterá todo o vazamento do tanque?
- Qual a distância segura entre os dois tanques e o caminhão?
- Quais os volumes armazenados?
- O tanque de ácido nítrico é atmosférico (ou pressurizado)?
- O operador tem treinamento de combate a incêndio?
- De que forma é coletado o resíduo do mangote do caminhão?
- Existe desnível capaz de levar um vazamento de ácido ao tanque do tolueno? E do caminhão ao ácido.?
- Por que não construir bacia de contenção do tanque de ácido?
- Existe sistema de combate a incêndio?
- São utilizadas cunhas para trava das rodas do caminhão?
- O tanque é de teto frágil?
- Como são os dispositivos de indicação - alarme - intertravamento em caso de nível alto?
- Existe chuveiro de emergência e lava-olhos na área?

- Existe plano de emergência para situações imprevisíveis?
- Quais medidas para evitar a descarga em tanques trocados?
- Existe proteção dos tanques contra descargas elétricas atmosféricas/pára-raios?
- Existem instalações a prova de explosões?
- O operador possui conhecimentos para manuseio seguro do produto?
- Quais os procedimentos em caso de contato acidental com o produto?
- Existe identificação e testes de estanqueidade no tanque reservatório e mangotes?
- Existem procedimentos-padrão para a operação e manutenção de válvulas?
- Em caso de vazamento do produto, existe norma de procedimento para contenção do produto vazado?
- No caso de contaminação do operador, qual o procedimento a ser tomado?
- dique de contenção está realmente dimensionado para suportar um vazamento total do tanque?
- Qual o espaçamento mínimo entre os tanques (distância de segurança)?
- Como será feita a drenagem do dique de retenção do tolueno?
- Em caso de incêndio, como proceder?

Esta metodologia também permite uma abordagem do tipo: “O que aconteceria se...”

... o reator fosse alimentado com matéria prima contaminada ou fora de especificação?

... falhasse o sistema de controle de temperatura do reator?

... ocorresse falta de energia no sistema?

... fosse reduzido ou interrompido o fornecimento de um determinado componente da reação?

... houvesse necessidade de parada emergencial da unidade?

Outra forma de abordagem prevê considerar uma abordagem sob condições e/ou situações normais e anormais, como demonstrado a seguir.

l) O processo é seguro sob condições normais?

- a) Existem normalmente vapores tóxicos no processo? São adequadamente isolados?
- b) Existem normalmente vapores inflamáveis no processo? Os vapores são confinados? As fontes de ignição são controladas?
- c) Os operadores ou outros funcionários são normalmente expostos a líquidos a alta temperatura, tóxicos ou corrosivos? O equipamento de proteção é apropriadamente armazenado? Sofre manutenção periódica? É utilizado adequadamente? Os exames físicos especiais de funcionários são conduzidos conforme recomendação do Departamento Médico?
- d) Os dispositivos de segurança são submetidos a testes periódicos?

- e) Existem condições de armazenamento adequadas para as matérias-primas e produtos intermediários perigosos?

II) Como se comporta o sistema no caso de ocorrência de situações anormais?

- a) Quais as possíveis causas da ocorrência de condições anormais? Perda de utilidades: eletricidade, vapor, ar, água, gás inerte
Falhas mecânicas
Erros de operação
- b) As instalações de ventilação de emergência são adequadas? São inspecionadas periodicamente?
- c) Quais fontes de ignição podem estar presentes no processo? Existem mecanismos de prevenção contra essas fontes em potencial?
- d) A ocorrência de fogo pode ser controlada?
- e) Os operadores ou outros funcionários encontram-se expostos a acidentes relacionados a explosão, incêndio, grandes vazamentos ou choque mecânico?
- f) Os operadores encontram-se protegidos de possíveis vazamentos de vapores tóxicos ou corrosivos?

A título ilustrativo, vamos apresentar um checklist abrangente para análise de riscos

As questões catalogadas abaixo devem ser utilizadas para estimular a identificação dos riscos potenciais não devendo ser respondidas com um simples “Sim” ou “Não”. Algumas perguntas não podem ser apropriadas para a revisão de uma determinada operação de produção.

I) Lista referente ao processo de fabricação

Considere as questões, não somente em termos de operação em regime permanente, mas também em partidas, interrupções e paradas, bem como problemas de todos os tipos possíveis.

A) Materiais

- Os materiais foram definidos como sendo “perigosos” ou “inofensivos” (tanto componentes quanto produtos finais e seus derivados)?
- Quais dos materiais envolvidos na processo são instáveis ou naturalmente inflamáveis?

Foi efetuada alguma avaliação sobre a sua sensibilidade a impacto/choque mecânico?

Foi efetuada a avaliação de uma possível decomposição térmica ou reação fora de controle (“runaway reaction”)?

- Quais são as precauções necessárias para atender as exigências ambientais e de saúde ocupacional?
- Existe informação disponível no que diz respeito à quantidade de calor possível de ser liberada durante decomposições de quaisquer materiais utilizados no processo?
- Quais são as precauções necessárias para a utilização de materiais inflamáveis?
- Quais são os riscos existentes de formação de poeiras explosivas?
- Quais são os materiais altamente tóxicos?
- O que foi feito para garantir que os materiais de construção fossem compatíveis com as substâncias envolvidas no processo?
- Que controle de manutenção é necessário para garantir que a substituição de materiais seja feita por outros adequados, evitando, por exemplo, corrosão excessiva e produção de compostos perigosos com os reagentes?
- Quais são as mudanças que podem ocorrer na composição das matérias-primas e que alterações acarretariam para o processo?
- Quais são as medidas tomadas para assegurar que um controle eficiente da identificação e qualidade da matéria-prima?
- Que riscos podem ocorrer como resultado de uma perda de gases para purga ou inertização? Quão assegurada é a qualidade do suprimento de gases?
- Quais as precauções necessárias a serem consideradas com relação à estabilidade térmica de todos os materiais estocados?
- Quais agentes extintores de incêndio são compatíveis com o material utilizado?
- Que procedimentos e que tipo de equipamento de emergência contra incêndio está sendo fornecido?

B) Reações

- Como são isoladas as reações potencialmente perigosas?
- Que variáveis do processo poderiam se aproximar ou se aproximam das condições limites de risco?
- Que reações perigosas ou indesejáveis podem ser desenvolvidas a partir de desvios das condições normais de processo, ou através de contaminação?
- Que misturas inflamáveis podem ocorrer dentro do equipamento?
- Quais são as margens de segurança do processo para todos os reagentes e intermediários?

- Quais são as conseqüências da ausência de componentes ou proporções erradas dos reagentes?
- Quais os dados disponíveis de qualificação das reações normais e anormais possíveis?
- Quão meticuloso é o conhecimento da química do processo e de qualquer reação indesejável?
- Que materiais estranhos podem contaminar o processo e gerar algum perigo?
- Que providências foram tomadas para a rápida remoção de reagente, necessária devido a emergência na planta?
- Que precauções foram tomadas para lidar com a iminência de reações descontroladas ou para bloquear reações descontroladas que já estejam em andamento?
- Quais as reações perigosas que podem se desenvolver, ocasionadas por falha de um mecânico (bomba, equipamento agitador, etc.)?
- Que condições perigosas do processo de fabricação podem resultar de uma pane repentina ou gradual do equipamento?
- Que matérias-primas ou materiais em processo de fabricação podem ser afetados adversamente, devido a condições climáticas extremas?
- Quais as mudanças ocorridas no processo de fabricação desde a revisão de segurança de processo realizada anteriormente?

C) Equipamentos

- Em termos de mudanças do processo de fabricação desde a última revisão de segurança de processo, como foi garantida a capacidade adequada do equipamento?
- Há sistemas de respiro interligados? Se há, quais os riscos que podem resultar?
- Há algum procedimento para assegurar o nível adequado de líquido nos sistemas de selagem com líquido?
- Qual é o potencial de que incêndios ou chamas externas possam gerar condições internas perigosas para o processo?
- São necessários dispositivos para supressão de explosões, de modo a interromper uma explosão já iniciada?
- Onde retentores de chama e retentores de detonação são necessários?
- Em áreas confinadas, como os equipamentos que apresentam chamas abertas são protegidos em relação à possibilidade de derramamentos e borrifos?
- Que controle de segurança é mantido sobre a área de estocagem?

- Caso o equipamentos seja feito de vidro ou outros materiais frágeis, é possível que um material mais durável seja utilizado? Caso contrário, o material frágil está protegido adequadamente para minimizar quebra? Quais os riscos que resultam da quebra deste material?
- Os visores de observação são disponíveis somente onde são positivamente necessários? Nos reservatórios pressurizados foram colocados visores que têm capacidade para suportar a pressão?
- Quais válvulas e botoeiras e/ou interruptores de emergência não podem ser alcançados rápida e seguramente?
- Quando os equipamentos em questão, especialmente os tanques de estocagem, tiveram sua resistência à pressão verificada e qualificada pela última vez?
- Que riscos seriam introduzidos por falha dos agitadores?
- Onde, no equipamento, podem ocorrer “plugueamentos” de linhas e quais os riscos resultantes?
- Quais são as providências necessárias para a drenagem completa do equipamento de modo que a manutenção seja feita com segurança?
- Como foi determinada a adequação da ventilação?
- Que providências foram tomadas para a dissipação de eletricidade estática, para evitar o perigo de ignição?
- Que exigências existem para anteparos de concreto, ou barricadas para isolar o equipamento altamente sensível e proteger as áreas adjacentes do rompimento das operações?
- Que dispositivos foram instalados para atenuar as explosões nas áreas de construção ou operação?
- Todos os tanques de estocagem pressurizados foram construídos conforme as exigências locais e estaduais?
- Os tanques de estocagem estão registrados de acordo com código local e as exigência do estadual?
- Quando os tanques de estocagem pressurizados sofreram inspeção visual, medição de espessura, radiografia de solda, teste hidrostático etc.?
- O histórico operacional de todos os tanques de estocagem foi completamente revisado?

D) Controle de Instrumentação

- Quais riscos irão se desenvolver se todos os tipos de força motriz utilizados na instrumentação falharem quase simultaneamente?

- Se todos os instrumentos falharem simultaneamente, a operação como um todo ainda apresentará uma configuração “fail-safe”?
- Que providência é tomada para a segurança do processo quando um instrumento, que opera tanto na segurança quanto no controle do processo, e colocado fora de operação para manutenção; quando tal instrumento permanece um certo período de tempo parado para padronização, ou quando, por alguma outra razão, sua leitura não está disponível?
- O que tem sido feito para diminuir a demora do tempo-resposta em instrumento direta ou indiretamente significativos para a segurança do processo? Todo instrumento ou dispositivo significativo é monitorado por um instrumento ou controle independente, que opera de uma maneira inteiramente diferente? Nos processos críticos, são esses os dois primeiros métodos de controle monitorados por uma terceira opção de sistema de interrupção de emergência?
- A função de segurança do processo, a nível de instrumentação, foi considerada integralmente com a função de controle do processo, dentro do projeto da unidade?
- Quais são os efeitos extremos de umidade e de temperatura atmosférica na instrumentação?
- Que escalas, medidores e registradores, não podem ser lidos facilmente? Que modificações estão sendo feitas para solucionar esse problema?
- O sistema é completamente livre de visores de observação ou visores de leitura direta de nível de líquido ou outros dispositivos que, se quebrados, poderiam permitir o vazamento de materiais do sistema?
- Como a classificação elétrica da área tem sido estabelecida e como a aparelhagem e as técnicas têm sido selecionadas?
 - *Que detalhes do processo afetam a classificação da área, o grupo de explosão e a classe de temperatura?*
 - *Qual ou quais aparelhagens com a marca “UL approved”(ou especificamente aprovada em padrões normalizados) é indispensável para esse trabalho? Isso requer testes?*
 - *Há técnicas novas sendo aplicadas nesse trabalho?*
- O sistema elétrico é simples no que diz respeito ao planejamento esquemático e físico de modo a poder ser operado facilmente? (Isso diminui o erro humano no chaveamento, nos casos de necessidade de isolamento e transferência de carga)
- Qual o equipamento elétrico que pode ter seu trabalho paralisado para a manutenção preventiva sem interromper a produção? Como?
- Como o sistema elétrico está instrumentado, de modo que a operação do equipamento possa ser monitorada? Isso eliminará o tempo de manutenção

devido às falhas do equipamento ocasionadas por sobrecarga desconhecida?

- Quais são os dispositivos de proteção contra sobrecarga e o curto-circuito?
 - *Eles estão localizados em circuitos que permitem um melhor isolamento das falhas?*
 - *Qual é a capacidade de interrupção?*
 - *Como eles estão coordenados?*
 - *Quais instruções são fornecidas para testes de campo durante a vida do equipamento?*
- Qual o nível de proteção do aterramento e interligações?
 - *Ele protege contra a acumulação de eletricidade estática?*
 - *Fornece proteção contra descarga atmosférica?*
 - *Garante a proteção dos funcionários contra as falhas do sistema de potência?*
- Checagem de iluminação:
 - *A iluminação é adequada uma operação normal segura?*
 - *É adequada para manutenção de rotina?*
 - *É adequada para garantir rotas de abandono durante uma queda de energia?*
- O aterramento dos tanques está coordenado com a proteção catódica?
- O que está sendo feito para verificar se os blocos de instrumentos foram instalados de modo correto? Foram aterrados? Foram projetados corretamente em relação ao ambiente (clima e microclima)?
- Que procedimentos têm sido estabelecidos com a finalidade de testes e verificações sobre o funcionamento dos instrumentos?
- Quais testes periódicos estão efetivamente programados, com o objetivo de verificar o desempenho e falhas potenciais de instrumentos?

E) Operações

- Quando os procedimentos e instruções operacionais foram verificados e revisados pela última vez?
- Como os novos funcionários ligados à operação são treinados nas operações iniciais, e como os funcionários mais experientes se conservam em dia com o planejamento dos procedimentos de operação; especialmente em relação a partidas, paradas, imprevistos ou emergências?

- Que modificações do processo têm sido executadas desde a última revisão de segurança do processo?
- Que exigências de limpeza existem antes das partidas e como são checadas?
- Quais comandos e válvulas de emergência não são facilmente acessíveis? Quais são os procedimentos adotados para lidar com tais situações?
- Que precauções de segurança são necessárias no carregamento e descarregamento de líquidos de tanques? A possibilidade de geração de eletricidade estática foi adequadamente evitada?
- Que riscos para o processo são introduzidos pelos procedimentos de manutenção de rotina?
- Foram realizadas análises de riscos em relação a produtos, subprodutos, reagentes etc., desviados para valas e/ou esgotos durante ocorrências normais ou anormais?
- Quão confiáveis são os fornecimentos de gás inerte e com que facilidade esses fornecimentos para unidades individuais podem ser interrompidos?
- Quais as margens de segurança restringidas pelas revisões de processo ou construção, na tentativa de melhorar as operações de gargalos, reduzir o custo, aumentar a capacidade de produção, ou incrementar a qualidade?
- Que dispositivos de segurança o manual de operações da unidade apresenta para tratamento dos riscos de partidas, parada, imprevistos e emergências?
- Que avaliação econômica ditou a escolha entre o processo de produção por batelada e o processo contínuo?

F) Mau Funcionamento

- Que riscos são ocasionados pela perda de cada alimentação e pela perda simultânea de duas alimentações ou mais?
- Que riscos são consequência da perda de cada utilidade, e pela perda simultânea de duas utilidades ou mais?
- Qual é o incidente verossímil mais grave, isto é, a pior combinação concebível e razoável de maus funcionamentos que pode ocorrer?
- Qual o potencial para transbordamentos/derramamentos, vazamentos e que riscos poderiam acarretar?

G) Localização e Planta de Locação

- O equipamento em questão foi adequadamente espaçado e localizado para permitir a manutenção antecipada durante a operação, sem perigo para o processo?
- Na ocorrência dos tipos previsíveis de derramamentos e liberações, quais perigos existirão para a comunidade?
- Que riscos existem em função de materiais descarregados nos esgotos da área vizinha à comunidade?
- Qual a responsabilidade civil envolvida com a liberação de névoas, dispersões, fumos, ruído etc., e como eles têm sido controlados ou minimizados?

II) “Checklist” Elétrico

A) Projeto

- Quão completamente o sistema elétrico favorece o processo?
- Que falhas em uma das partes da planta irão afetar a operação de outras partes independentes da mesma?
 - *Como os instrumentos de um processo estão protegidos de falhas ou outras perturbações de voltagem?*
- Os intertravamentos e dispositivos de desarme e parada são projetados dentro de uma abordagem “fail-safe”?
 - *Quais são os argumentos para a necessidade de execução de cada intertravamento bem como desarme utilizados?*
 - *As interações e complicações são minimizadas?*
 - *O uso contínuo de dispositivos protetores é verificado e assegurado?*
 - *Que exigências ou padrões foram utilizados para a aparelhagem selecionada?*
- Dentro do procedimento “Lock-Tag-Clear-Try” (trave-sinalize-libere-prove) é assegurado o teste positivo final (“positive try”)?
- Durante a ocorrência de incidentes, seja de processo ou não, é fácil o acesso aos desconectores de força, “starters” etc?
- A aparelhagem e outros equipamentos de comunicação interna foram elaboradas de modo a operar facilmente e com segurança toda a planta (telefones, rádios, sinais, alarmes etc.)?
- Existe espaçamento e vãos mínimos necessários para o movimento normal dos funcionários da manutenção e para facilitar o combate ao fogo?

- Há uma programação de checagem da operabilidade dos intertravamentos (“interlocks”)?
- Onde controladores seqüenciais são utilizados há uma checagem automática, por meio de alarme, das etapas principais depois que o controlador foi requisitado para uma mudança? Há uma checagem acompanhada de alarmes na etapa principal antes que a próxima seqüência mude?

III) Questionário sobre Tubulação e Maquinário

A) Tubulação e Válvulas

- Os sistemas de tubulação foram analisados quanto a tensões e movimentos causados por expansão térmica?
- Os sistemas de tubulação são adequadamente suportados e guiados?
- Os sistemas de tubulação são munidos de proteção contra congelamento e solidificação, em particular as linhas que conduzem água fria, conexões de instrumentos, pontas de linha como as de bombas de espera (“stand-by”)?
- Que providências foram tomadas para limpar toda a tubulação durante as partidas e paradas?
- Foi evitado o uso de válvulas de ferro fundido em linhas sob tensão/deformação?
- São evitadas válvulas de hastes não ascendentes?
- As exigências do “Engineering Standard S236” estão sendo atendidas nas interconexões, onde pode haver uma possível contaminação cruzada?
- Os controladores e válvulas de controle estão em locais de fácil acesso para a manutenção?
- As válvulas de desvio (“by-pass”) são facilmente encontradas para a operação? Elas estão colocadas de modo que as suas aberturas não ocasionem uma condição de perigo?
- Foi utilizado, no processo, algum super aquecedor de vapor? Quais são as conseqüências do excesso ou falta do fluxo de água para produção de vapor?
- Todas as válvulas de controle foram revisadas para que apresentem uma configuração “fail-safe”, se ocorrer falha de força ou dos instrumentos?
- Foram previstos meios para testar e manter os elementos principais de alarme e intertravamentos (“interlocks”), sem ocorrer a paralisação do processo?
- Que providências foram tomadas para a purga e drenagem das tubulações de vapor?

B) Alívio de Pressão e Vácuo

- Que dispositivos existem para a remoção, inspeção e substituição das válvulas de alívio e discos de ruptura, e qual é o procedimento para tal operação?
- Qual a necessidade existente no que diz respeito aos dispositivos de alívio de emergência: respiros (“ventings”), válvulas de alívio e discos de ruptura? Quais foram as bases para o dimensionamento destes dispositivos?
- Onde discos de ruptura descarregam de linha ou para linhas, foi assegurado o dimensionamento adequado das mesmas em relação à dinâmica do alívio (por exemplo consideração da contrapressão? E para prevenir vibração no trecho de descarga da linha?
- As descargas dos respiros, válvulas de alívio, discos de ruptura e “fiares” foram localizados de modo a evitar riscos para o equipamento e para funcionários?
- Há algum equipamento que esteja operando sob pressão, ou capaz de ter pressões internas desenvolvidas por falhas no processo, que não esteja protegido por dispositivos de alívio? Por que não?
- A tubulação de descarga das válvulas de alívio é sustentada independentemente? A tubulação é tão curta quanto possível e com mudanças mínimas de direção?
- Foram providenciados drenos em tubulações de descarga de válvulas de alívio que possam acumular produtos de condensação ou água de chuva?
- Foram providenciadas válvulas de alívio no lado da descarga de bombas de deslocamento positivo, entre compressores de deslocamento positivo e válvulas de retenção, entre gases de descarga de turbinas e válvulas de retenção?
- Onde discos de ruptura foram colocados em série, com as válvulas de alívio, o disco de ruptura foi instalado próximo ao equipamento? O trecho de tubulação entre o disco e a válvula de alívio possui um medidor ou sensor de pressão e uma linha de sangramento (“bleed-off”) de pressão? Há discos de ruptura instalados no lado de descargas da válvula de alívio?
- Que providências são tomadas com a finalidade de conservar a tubulação das válvulas de alívio e interruptores de vácuo na temperatura adequada, de modo a prevenir a acumulação de sólidos que iriam interferir na ação desses dispositivos de segurança?

C) **Maquinário**

- Os suportes da tubulação são adequados e flexíveis, de modo a conservarem, dentro de limites aceitáveis os esforços nas máquinas devidos à expansão térmica da tubulação?
- Qual é a distância entre velocidade de operação e velocidade crítica?
- As válvulas de retenção são adequadas e de ação rápida e suficientes para prevenir o refluxo e a rotação reversa das bombas, compressores e “drives”?
- São considerados fatores de serviço adequados nos redutores de engrenagens submetidos a choques?

- Existem filtros de fluxo completo nos sistemas de lubrificação a óleo que servem aos mancais de alumínio?
- Há dispositivos para drenagem e retenção nas linhas de admissão e descarga de turbinas a vapor?
- Existem tubulações de drenagem de fluxo visível, independentes, em todos os “pontos” da turbina de vapor?
- As máquinas movidas por turbinas podem suportar as velocidades de corte das mesmas (“tripping speed”)?
- As montagens de opção não lubrificada ou lubrificantes sintéticos não inflamáveis são utilizados para compressores a ar, com pressão de descarga maior que 75 libras por polegada quadrada, para a prevenção de explosões?
- Qual a previsão para máquinas de reserva ou peças críticas de reserva das máquinas críticas?
- Foram tomadas providências para a manutenção da operação ou paralisação seguras, durante uma falha de força?
- Existem interruptores acionados por vibração, disparando alarmes ou intertravamentos (“interlocks”) nos ventiladores de torres de resfriamento? É necessária proteção por “sprinklers” no piso do ventilador de torres de resfriamento de combustão de fluxo induzido?

IV) Checklist sobre Proteção contra Incêndios

- Se o edifício tem paredes fechadas, com difícil acesso e se a construção ou suas instalações abrigam materiais combustíveis, foram instalados “sprinklers” automáticos?
- Se o edifício tem paredes abertas e a construção ou suas instalações encerram materiais combustíveis, a proteção por hidrantes prevista é adequada?
- Quais hidrantes servem a área?
- Quais unidades de canhão fixos ou portáteis (que fazem parte dos hidrantes ou não) foram fornecidos de modo a proporcionar uma cobertura adequada das instalações ou estocagem em áreas abertas (não dentro de edifícios de paredes fechadas ou abertas)?
- As linhas principais subterrâneas foram expandidas, ou integradas em anel para suprir sistemas adicionais de “sprinklers”, hidrantes e unidades de canhão? As extremidades mortas devem ser evitadas. Que válvulas de controle de ramais são disponíveis?
- interior de edifícios conta com pontos de hidrantes com mangueiras?
- Que tipo, tamanho, localização e número de extintores de incêndio são necessários?
- Que tipo de proteção foi providenciada para os líquidos inflamáveis estocados em tanques? Espuma? Diques com válvulas de drenagem na parte externa?

- As estruturas metálicas que suportam cargas, e estariam potencialmente expostas a incêndios de gases ou líquidos inflamáveis, foram tornadas resistentes ao fogo até uma altura suficientemente acima do solo, de modo a proteger o metal?
- A drenagem foi dimensionada para acomodar derramamentos de líquidos inflamáveis, bem como a água utilizada para combate a incêndio, evitando que se atinjam os edifícios, tanques de estocagem e equipamentos?
- Qual são as medidas de proteção contra ignição de poeiras explosivas?
- Qual é a capacidade das reservas de água para o combate a incêndio? Qual a sua demanda máxima?
- Por quanto tempo o fornecimento de água suportará a demanda máxima?
- Qual a perda máxima provável estimada em caso de incêndio?
- Qual o “hold-up” aproximado de líquidos inflamáveis nos equipamentos? Suas quantidades são mantidas dentro dos níveis mínimos possíveis?
- Que atenção foi dada à proteção do equipamento contra incêndios externos?
- Os tanques do “inventário líquido” são localizados ao nível do solo ou enterrados, ao invés de estarem elevados?
- A área foi pavimentada de modo a conduzir e coletar líquidos derramados para longe de equipamentos? Quais são as medidas relativas à drenagem?
- Como os parques principais de estocagem estão localizados de modo a minimizar os riscos para equipamentos, meio ambiente e pessoas em caso de vazamentos com incêndio ou explosão?
- Todas as estruturas são feitas de materiais não inflamáveis e paredes corta-fogo, divisórias e outras barreiras, em áreas onde é necessário separar as áreas de valor importante da propriedade, operações de alto risco e unidades importantes para a continuidade da produção?
- As unidades de operação estão adequadamente espaçadas de forma a diminuir os danos potenciais de incêndios e explosões nas unidades adjacentes, e para permitir espaço para as atividades de combate a incêndio?
- Foram designadas localizações apropriadas para os alarmes de incêndio?
- Que dados orientativos foram desenvolvidos e que proteção foi providenciada para as áreas de estocagem de alto nível de empilhamento e adensamento de produtos e outros materiais?

7.6 TÉCNICA DE INCIDENTES CRÍTICOS

Nome: Técnica de Incidentes Críticos.

Tipo: Análise operacional, qualitativa.

Aplicação: Fase operacional de sistemas, cujos procedimentos envolvem o fator humano, em qualquer grau.

Objetivos: Detecção de incidentes críticos e tratamento dos riscos que representam.

Princípio/Metodologia: Obtenção de dados sobre o lcs através de entrevistas com “observadores-participantes” de uma amostra aleatória estratificada.

Benefícios e Resultados: Elenco de incidentes críticos presentes no sistema. Prevenção e correção dos riscos antes que os mesmos se manifestem através de eventos catastróficos.

Observações: Relativa simplicidade de aplicação e flexibilidade; obtenção de informações sobre riscos que não seriam detectados por outras formas de investigação.

7.6.1 INTRODUÇÃO

A maioria dos esforços atuais de Segurança do Trabalho esta baseada em avaliações pós-fato das causas produtoras de acidentes. As tentativas para controlar esses acidentes, e suas conseqüências, podem ser melhor descritas como “tentativa e erro”, principalmente porque as medidas adequadas de eficiência desse controle não existem na pratica.

O controle deve começar com medidas eficazes. O grau, até o qual o controle é possível, é função da adequação das medidas utilizadas para identificar o tipo e magnitude dos problemas potenciais produtores de lesão, existindo dentro de nosso campo de ação.

Os técnicos em Segurança do Trabalho devem aceitar a necessidade de modificação dos métodos atuais de avaliação dos problemas de acidente, e buscar novas medidas que permitam a sua capacidade de identificar e controlar esses problemas.

No momento, o técnico em Segurança concentra a maioria de seus esforços na solução de problemas isto e, proporciona respostas quando a ênfase deveria estar em olhar a frente e procurar as perguntas certas. Necessitamos medir os problemas mais do que suas conseqüências. Devemos examinar a base para distribuir os recursos de prevenção de acidentes, a fim de receber o maior retorno pelos nossos esforços

Atualmente, nós não sabemos o efeito de uma combinação especial de esforços de prevenção, sobre o Sistema em cujo controle estamos interessados.

A questão é encontrar um critério de eficiência de Segurança, e algum modo de medi-la. Hoje, o especialista em Segurança está diante de apenas uma noção intuitiva de

eficiência de vários métodos de prevenção de acidentes. Gostaríamos de poder avaliar a eficiência interna de um programa de prevenção de acidentes, medindo diretamente sua influência, num critério aceitável de desempenho de segurança, e como ele oscila através do tempo.

Geralmente, necessitamos de medidas para nos dizer quão bem andamos. Mais especificamente, precisamos reconhecer que a função principal de uma medida de desempenho de Segurança é nos informar sobre o nível de Segurança dentro de um Sistema. Por esta razão, o argumento de que os acidentes com lesões, por si sós, são medidas adequadas de qualidade de Segurança, está aberto a série discussão.

Os acidentes com lesão são uma conseqüência do comportamento do trabalhador, dentro de condições específicas de um Sistema e, como tal, nos dizem pouco sobre o comportamento anterior, e sobre o mau funcionamento de equipamentos e do ambiente, que são contribuintes importantes para atuais e futuros problemas de acidente. Efetivamente, enato, as nossas medidas de desempenho de segurança devem nos ajudar a prevenir, e não a registrar acidentes. Elas precisam ser dirigidas no tempo e no espaço. Devem nos dizer quando e onde esperar o problema, e nos fornecer linhas gerais no que diz respeito ao que deveríamos fazer sobre o problema.

Um segundo propósito de uma medida de desempenho de Segurança é informar, continuamente, a mudança no nível de Segurança de um Sistema, e avaliar os efeitos dos esforços de prevenção de acidentes o mais rápido possível. É importante que não nos equivoquemos, pensando que o simples registro de acidentes nos dá um quadro verdadeiro do nível de Segurança dentro de uma organização. Atualmente, estamos, na maioria dos casos, medindo a falta de Segurança, ao invés da presença de Segurança, quando aplicamos nossas várias técnicas de avaliação de seu desempenho. Portanto, são necessárias novas medidas, que aumentam nossa habilidade de identificar e avaliar os problemas de acidente. Ao mesmo tempo, precisamos ser cuidado 505 para que nenhuma medida seja excessiva, numa tentativa prematura de satisfazer uma necessidade imediata e óbvia, ou uma exigência particularmente urgente.

Uma técnica deveria ser selecionada pela sua aplicação a uma situação específica, pelo custo relativo envolvido em seu uso, pela criticidade do componente ou Sistema em estudo, pelo rendimento desejado, pela sua compatibilidade com outras atividades programadas, e pelo seu significado para a direção da empresa e para aqueles que devem utilizá-la.

Uma técnica de identificação de fatores causadores de acidentes é necessária para identificar tanto acidentes sem lesão, como também aqueles que envolvem lesões. A inclusão dos acidentes sem lesão, dentro do campo de ação de um sistema de avaliação de desempenho de Segurança, evita muitas das dificuldades relacionadas com as técnicas atuais de medida.

Visto que os acidentes sem lesão ocorrem muito mais freqüentemente do que os acidentes com lesão incapacitante, ou com danos a propriedade, podem ser coletadas, mesmo por pequenas organizações, amostras representativas de dados, dentro de um tempo relativamente curto. Além disso, vários estudos tem mostrado que as pessoas gostam mais de falar sobre “incidentes”, do que sobre acidentes com lesão nos quais estiveram pessoalmente envolvidas, pois, não havendo perdas, nenhuma culpa pelo acidente poderia advir.

A importância real de qualquer acidente e que ele identifica uma situação que, potencialmente, poderia resultar em futuras lesões ou danos. Se aceitarmos a posição de que a gravidade das conseqüências do acidente e, em grande parte, uma ocorrência fortuita ou casual, então, uma técnica de medida, que identificasse a relativamente alta freqüência do acidente sem lesão, poderia ser usada para identificar problemas potenciais de perda, no estágio “sem perda”.

Essa informação poderia então ser utilizada como base para um programa de prevenção, destinado a eliminar ou controlar esses problemas, antes que ocorram acidentes mais graves.

Um procedimento relativamente novo, conhecido como Técnica de Incidentes Críticos, tem sido testado, e acredita-se que preenche esses requisitos. Esta técnica e o resultado de estudos no Programa de Psicologia de Aviação de Força Aérea dos Estados Unidos.

Um dos primeiros estudos, utilizando a técnica examinou problemas de sistemas homem-máquina, e problemas psicológicos envolvidos no uso e operação de equipamentos de aviões. Os investigadores perguntaram a um grande numero de pilotos se eles tinham alguma vez feito, ou visto alguém fazer, um erro de leitura ou interpretação de um instrumento de vôo, na detecção de um sinal, ou no entendimento de instruções.

Durante esse estudo, foram colhidos 270 incidentes de “erros de piloto” e encontradas muitas informações similares, indicando que deveriam ser feitas alterações nos tipos e desenhos dos equipamentos, a fim de reduzir o erro humano, melhorar os controles e incrementar a efetividade do Sistema.

7.6.2 PROCEDIMENTOS UTILIZADOS

A Técnica de Incidentes Críticos é um método para identificar erros e as condições inseguras, que contribuem para os acidentes com lesão, tanto reais como potenciais, através de uma amostra aleatória estratificada de observadores-participantes, selecionados dentro de uma população. Esses observadores-participantes são selecionados dos principais departamentos da empresa, de modo que possa ser obtida uma amostra representativa de operações, existentes dentro das diferentes categorias de risco.

Ao se aplicar a técnica, um entrevistador interroga um certo numero de pessoas que tenham executado serviços específicos dentro de determinados ambientes, e lhes pede para recordar e descrever atos inseguros que tenham cometido ou observado, e condições inseguras que tenham chamado sua atenção dentro da empresa. O observador-participante é estimulado a descrever tantos “incidentes críticos” quantos ele possa recordar, sem se importar se resultaram ou não em lesão, ou dano a propriedade.

Os incidentes descritos por um determinado numero de observadores-participantes são transcritos e classificados em categorias de risco, a partir das quais definem-se as áreas problema de acidentes. Portanto, quando são identificadas as causas potenciais de acidentes, pode-se tirar uma conclusão quanto a ações prioritárias para distribuir os recursos disponíveis, e organizar um programa dirigido de prevenção de acidentes,

visando solucionar esses problemas.

Periodicamente re replica-se a técnica, utilizando-se uma nova amostra aleatória estratificada, a fim de detectar novas áreas-problema, ou para usa-la como medida de eficiência do programa de prevenção anteriormente organizado.

7.6.3 APLICAÇÃO PRÁTICA

A Técnica de Incidentes Críticos tem sido testada varias vezes na industria. Uma das aplicações mais recentes foi um estudo conduzido por William E. Tarrants na fábrica da Westinghouse de Baltimore, Maryland, Estados Unidos. O propósito desse estudo era avaliar a utilidade da técnica como um método para identificar as causas potenciais de acidentes, e desenvolver procedimentos de aplicação prática pelo pessoal da fábrica.

Os pesquisadores procuraram respostas para duas questões básicas:

- 1ª) A Técnica de Incidentes Críticos revela informações sobre fatores causadores de acidentes, em termos de erros humanos e condições inseguras, que levam a acidentes potenciais na industria ?
- 2ª) A Técnica revela uma quantidade maior de informações sobre causas de acidentes do que os métodos convencionais de estudo de acidentes?

A população selecionada para o estudo incluía, aproximadamente, 200 funcionários daquela fábrica, de dois turnos de trabalho, tanto do sexo masculino como do feminino. Posteriormente, a lista foi reduzida para 155 pessoas, pois foram eliminadas aquelas com menos de um ano de serviço, e outras que não estavam disponíveis por vários motivos.

Os critérios para selecionar as varias estratificações da população foram determinados pelo numero de fatores que se julgava terem influencia na natureza da exposição a acidentes potenciais. Nesse estudo, esses fatores incluía o turno de trabalho, a localização da fábrica, o diferencial masculino/feminino, e o tipo de equipamento envolvido ou o serviço específico desempenhado pelo trabalhador.

Uma amostra de 20 trabalhadores (aproximadamente 10% da população), chamados “observadores-particulares”, foi selecionada por um processo aleatório estratificado, utilizando-se uma lista de números ao acaso e as estratificações previamente definidas.

A representatividade da amostra foi preservada, pois, como a participação no estudo era voluntária, selecionaram-se indivíduos adicionais dentro de cada estratificação, pelo mesmo processo aleatório. Dessa forma, se uma pessoa desejasse desistir seria substituída pelo próximo indivíduo da lista selecionada ao acaso, dentro da mesma estratificação.

Inicialmente, cada pessoa foi entrevistada durante quase 15 minutos. Nessas entrevistas preliminares era lido um relatório descrevendo o estudo e seus objetivos, e eram respondidas quaisquer perguntas sobre o mesmo. A todos deu-se a oportunidade para se retirarem se não desejassem participar. Somente uma pessoa entre as 20 selecionadas decidiu não participar.

Ao final da entrevista preliminar, cada pessoa recebia uma copia do relatório definitivo,

e lista de incidentes críticos que tinham ocorrido em operações similares dentro de outras fábricas. O propósito dessa lista era estimular o processo de recordação e, especificamente, permitir a identificação do tipo de informação que se estava procurando. Dizia-se às pessoas que elas permaneceriam anônimas em relação à informação fornecida, que não seriam prejudicadas por participarem do estudo, e que nenhuma culpa haveria como resultado da informação revelada. Concedeu-se um período mínimo de 24 horas, entre as entrevistas preliminares e as entrevistas de compilação de dados, a fim de haver tempo suficiente para a recordação dos incidentes.

A seguir, solicitou-se às pessoas que recordassem a última vez que tinham observado ou participado de um ato ou condição insegura na fábrica. Nenhuma distinção foi feita entre observação e participação. Pediu-se, também, que pensassem sobre o ano anterior, e relembassem e descrevessem completamente quaisquer acidentes ocorridos durante esse período, independente de o acidente ter resultado ou não em lesão, ou dano à propriedade.

Os incidentes típicos, incluídos na lista previamente apresentada, foram então convertidos em questões de sondagem, e cada pessoa foi interrogada a fim de que recordasse se havia observado algum deles. Este procedimento resultou na obtenção de um número considerável de incidentes, além daqueles revelados inicialmente.

As entrevistas foram registradas em fitas magnéticas, e os participantes informados com antecedência que seria usado esse método de registro de dados.

As entrevistas para a coleta de dados foram conduzidas por dois elementos do Serviço de Segurança da fábrica Westinghouse de Baltimore. Deu-se aos entrevistados uma breve orientação, consistindo de uma discussão dos objetivos da Técnica de Incidentes Críticos, de um exame de procedimentos para a sua aplicação, e de instruções gerais relativas a métodos de entrevista.

Os entrevistadores interrogavam os observadores-participantes sobre cada incidente descrito, até obterem informações suficientes para identificar erros humanos e condições inseguras envolvidos. Nesse estudo de Tarrants, um erro foi definido como sendo um desvio de um procedimento aceito, correto ou normal; uma exposição desnecessária a um risco; ou uma conduta que reduzisse o grau de Segurança normalmente presente. As condições inseguras foram definidas como fatores causadores de acidentes, que estavam presentes devidos a defeitos físicos, erros no projeto, planejamento deficiente, ou falta de requisitos reconhecidos para manter um ambiente relativamente livre de riscos.

7.6.4 RESULTADOS OBTIDOS

A duração das entrevistas variou de 25 minutos a 1 hora e 40 minutos, com uma duração média por volta de 47 minutos. Os 20 observadores-participantes identificaram 389 incidentes, perfazendo um total de 14 horas e 10 minutos de gravação.

A análise dos dados obtidos revelou que 117 tipos diferentes de incidentes estavam ocorrendo durante o ano estudado. O número de incidentes diferentes revelados por pessoa variou de 4 a 41, com uma média de aproximadamente 19 e um desvio padrão de 8,7. Quatro pessoas revelaram 30 ou mais incidentes cada, quatro entre 20 e 30, e

as demais informaram 12 ou mais incidentes cada, com exceção de uma moça que só pode se recordar de 4.

Traçou-se o gráfico de distribuição de freqüência acumulada de novos incidentes revelados por observador-participante, sucessivamente a cada entrevista. Esse gráfico indicou que 12 pessoas forneceram 73,5% dos diferentes tipos de incidentes revelados, 14 forneceram 86,3%, 16 pessoas 88,1%, 17 pessoas 94,1% e 18 pessoas revelaram 97,4% da informação real obtida. Deste modo, o estudo poderia ter sido encerrado com 17 observadores-participantes, e ainda assim ter-se-ia obtido mais de 90% da informação total recebida das 20 pessoas.

Durante o período de um ano, no qual foram coletados os incidentes críticos, ocorreram, dentro da população estudada, 206 lesões leves e 6 graves (fraturas, ferimentos exigindo suturas, e corpos estranhos nos olhos requerendo a atenção de um medico). Em todos esses casos foram identificados, por um observador-participante, durante as entrevistas, os mesmos fatores causadores que estavam contidos nos registros de acidentes. Além disso, a Técnica de Incidentes Críticos revelou numerosas causas de acidentes potenciais, que não foram identificadas pelos registros existentes. Descobriu-se que 52,1% a mais de atos e condições inseguras foram encontrados, do que os identificados através dos registros de acidentes de um período de 2 anos. Isto significa que esta nova técnica é capaz de identificar causas de acidentes no estágio “sem lesão”, antes que resultem perdas de extensão suficiente para comparecerem em quaisquer das atuais categorias informativas.

No estudo de Baltimore houve mais uma descoberta interessante: 67,52% dos diferentes incidentes registrados foram estimados, pelo menos, por uma pessoa, e estavam ocorrendo todos os dias durante o ano estudado. Isto significa que havia uma tremenda exposição a acidentes potenciais produtores de lesão, como resultado da repetição diária de numerosos atos e condições inseguras. Sob o atual sistema de avaliação de acidentes, essas situações potenciais produtoras de perdas normalmente, não seriam reveladas, até que realmente ocorressem perdas com uma certa gravidade.

Os resultados desse estudo e de estudos similares, mostram que:

- 1) A Técnica de Incidentes Críticos revela com confiança os fatores causais, em termos de erros e condições inseguras, que conduzem a acidentes industriais.
- 2) A técnica é capaz de identificar fatores causais, associados tanto a acidentes com lesão, como a acidentes sem lesão.
- 3) A técnica revela uma quantidade maior de informação sobre causas de acidentes, do que os métodos atualmente disponíveis para o estudo de acidentes, e fornece uma medida mais sensível de desempenho de Segurança.
- 4) As causas de acidentes sem lesão, como as reveladas pela Técnica de Incidentes Críticos, podem ser usadas para identificar as origens de acidentes potencialmente com lesão.

7.6.5 CONCLUSÕES

O nosso objetivo, ao propormos a aplicação da Técnica de Incidentes Críticos, é melhorar a nossa capacidade de medida dentro de um Sistema, pois, como sabemos, uma medida é um pré-requisito perfeito para o controle, seja este o da produção ou o de acidentes.

Como dissemos anteriormente, as tentativas atuais para controlar os acidentes e suas conseqüências podem ser melhor descritas como “tentativa e erro”, principalmente porque as medidas adequadas de eficiência desse controle não existem na prática. Novos instrumentos de medida, tais como a Técnica de Incidentes Críticos encerram muitas promessas como métodos aperfeiçoados de medida de eficiência de Segurança. Além disso, permitem identificar e examinar os problemas de acidente “antes do fato”, ao invés de “depois do fato”, em termos de suas conseqüências com danos a propriedade ou produção de lesões.

Na avaliação de programas de Segurança do Trabalho, geralmente, as taxas de frequência e gravidade das lesões, e outras medidas de acidente tipo-perda atualmente utilizadas, não são suficientemente sensíveis, estáveis ou representativas para servirem como critério de eficiência de Segurança. O que é necessário são medidas de desempenho de Segurança que não dependam do envolvimento da lesão.

Enquanto existir o potencial para a produção de perdas - e este potencial está sempre presente - a nossa preocupação principal residirá em condições ambientais e humanas que não estejam corretas, não importando se elas evidenciam ou não qualquer correlação estatística com envolvimento da lesão, dentro de qualquer período de tempo fixado. Felizmente, a maioria dessas condições são modificáveis ou compensáveis. Se as corrigirmos ou adaptarmos, inevitavelmente serão reduzidas as perdas por acidentes em nosso Sistema.

Uma vez que existem evidências crescentes de que os atos inseguros - indiferente à ocorrência da lesão - são incompatíveis com o serviço ou a produção desejáveis, a medida de desempenho de trabalho ineficiente ou impróprio, e os “quase-acidentes” possibilitarão que aumentemos o nosso campo de ação prevencionista, através da coleta de informações mais representativas do estado verdadeiro do Sistema.

A Técnica de Incidentes Crítico tem o potencial de fornecer esse conhecimento necessário, permitindo-nos, assim, melhorar significativamente a nossa capacidade de controle e identificação dos problemas de acidentes.

7.7 ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS (APR)

Nome: Análise Preliminar de Riscos (APR).

Tipo: Análise inicial, qualitativa.

Aplicação: Fase de projeto ou desenvolvimento de qualquer novo processo, produto ou sistema.

Objetivos: Determinação de riscos e medidas preventivas antes da fase operacional.

Princípio/Metodologia: Revisão geral de aspectos de segurança, através de um formato padrão, levantando-se causas e efeitos de cada risco, medidas de prevenção ou correção e categorização dos riscos para priorização de ações.

Benefícios e Resultados: Elenco de medidas de controle de risco desde o início operacional do sistema. Permite revisões de projeto em tempo hábil no sentido de dar maior segurança. Definição de responsabilidade no controle de riscos.

Observações: De grande importância para novos sistemas de alta inovação. Apesar de seu escopo básico de análise inicial, é muito útil como revisão geral de segurança em sistemas já operacionais, revelando aspectos, às vezes, despercebidos.

A análise preliminar de riscos (APR) consiste no estudo, durante a fase de concepção ou desenvolvimento prematuro de um novo sistema, com o fim de se determinar os riscos que poderão estar presentes na fase operacional do mesmo.

Este procedimento tem especial importância em sistemas de pouca similaridade com outros existentes, seja pela inovação, ou pioneirismo.

A APR é normalmente uma revisão superficial de problemas gerais de segurança; no estágio em que é desenvolvida, podem existir ainda poucos detalhes finais de projeto, sendo ainda maior a carência de informação quanto aos procedimentos, normalmente definidos mais tarde.

Visa a identificação e avaliação preliminar dos perigos presentes em uma instalação ou unidade.

Para cada perigo analisado, busca-se determinar:

- os eventos acidentais a ele associados;
- as conseqüências da ocorrência destes eventos;
- as causas básicas e os eventos intermediários;
- os modos de prevenção das causas básicas e eventos intermediários;
- os modos de proteção e controle, dada a ocorrência das causas básicas e eventos intermediários.

Além disso, precede-se a uma estimativa qualitativa preliminar do risco associado a cada seqüência de eventos, a partir da estimativa da freqüência e da severidade da sua ocorrência.

ETAPAS BÁSICAS NA APR:

Rever problemas conhecidos

Revisar a experiência passada em sistemas similares ou análogos, para determinação de riscos que poderão estar presentes no sistema que está sendo desenvolvido.

Revisar a missão

Atentar para os objetivos, as exigências de desempenho, as principais funções e procedimentos, os ambientes onde se darão as operações.

Determinar os riscos principais

Quais serão os riscos principais com potencialidade para causar direta e imediatamente lesões, perda de função, danos a equipamentos, perda de material.

Determinar os riscos iniciais e contribuintes

Para cada risco principal detectado, elaborar as séries de riscos, determinando os riscos iniciais e contribuintes.

Revisar os meios de eliminação ou controle dos riscos

Elaborar uma revisão dos meios possíveis, procurando as melhores opções compatíveis com as exigências do sistema.

Analisar os métodos de restrição de danos

Considerar os métodos possíveis mais eficientes na restrição geral de danos, no caso de perda de controle sobre os riscos.

Indicar quem levará a cabo as ações corretivas

Indicar claramente os responsáveis pelas ações corretivas, designando as atividades que cada unidade deverá desenvolver.

A Análise Preliminar de Riscos deverá ser sucedida por análises mais detalhadas ou específicas, logo que forem possíveis. Deve ser lembrado que para sistemas bem conhecidos, nos quais há bastante experiência acumulada em riscos, a APR pouco adiciona. Nesses casos, pode-se iniciar imediatamente outras técnicas.

EXEMPLO DE APLICAÇÃO DA APR A UM SISTEMA “JÁ OPERACIONAL”.

SERVIÇOS DE INSTALAÇÕES TELEFÔNICAS EM ALTURAS E EM CAIXAS SUBTERRÂNEAS				
Risco	Causa	Efeito	Categoria de Risco	Medidas Preventivas
Alta voltagem	<ul style="list-style-type: none"> • Contato com equipamento de outra concessionária. • Raios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Choque elétrico • Queimadura grave • Morte 	IV	<ul style="list-style-type: none"> • Treinamento • Supervisão • Uso de EPI • Construir terra adequado
Queda pela escada	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de amarração de escada. • Não utilização de EPI (cinto). 	<ul style="list-style-type: none"> • Lesão • Fratura • Morte 	IV	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisão • Uso de EPI • Treinamento
Agentes químicos (entradas em caixas subterrâneas)	<ul style="list-style-type: none"> • Animais em decomposição. • Vazamento de concessionária de gás / esgotos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mal-estar • Lesão • Morte 	IV	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de detetores de gases. • Supervisão • Ventilação
Explosão na caixa subterrânea	<ul style="list-style-type: none"> • Presença de misturas explosivas e fontes de ignição. 	<ul style="list-style-type: none"> • Queimadura grave • Fratura • Morte 	IV	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de detetor de explosividade. • Ventilação • Supervisão
Atropelamento	<ul style="list-style-type: none"> • Sinalização ineficiente. • Falta de atenção dos motoristas. • Veículo em má condição de manutenção 	<ul style="list-style-type: none"> • Lesão • Fratura • Morte 	IV	<ul style="list-style-type: none"> • Incentivos para reduzir acidentes com veículos. • Manutenção preventiva • Treinamento
Maçarico	<ul style="list-style-type: none"> • Inabilidade • Falta de atenção • Má condição de manutenção 	<ul style="list-style-type: none"> • Queimaduras nas mãos ou no corpo 	II	<ul style="list-style-type: none"> • Treinamento • Manutenção

CLASSES PARA AVALIAÇÃO QUALITATIVA DA SEVERIDADE DOS PERIGOS IDENTIFICADOS

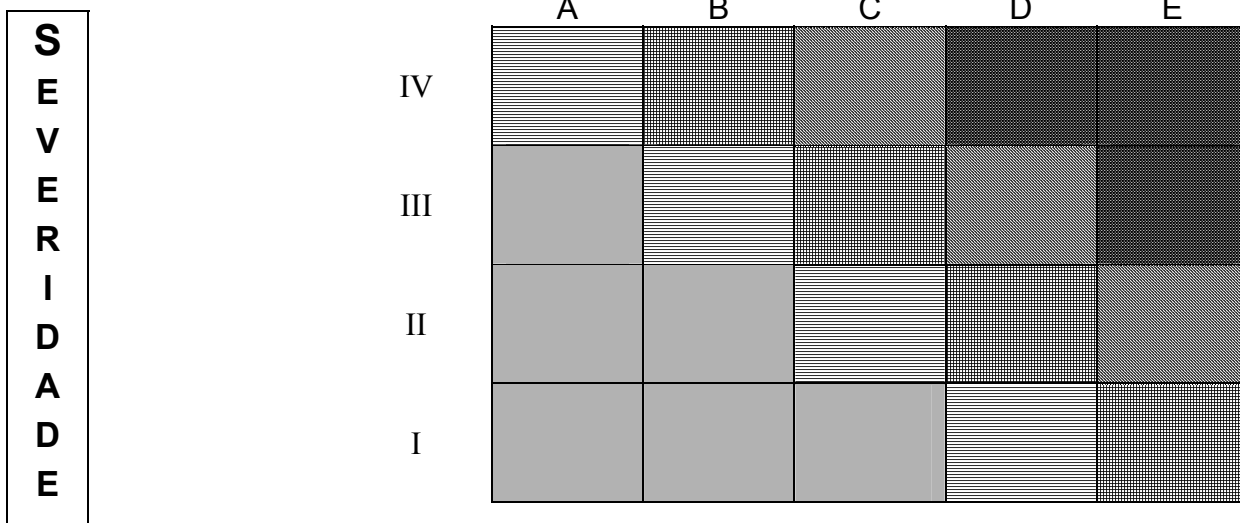
CLASSE	DENOMINAÇÃO	CARACTERÍSTICAS
I	Desprezível	<ul style="list-style-type: none"> • Não resulta em danos ou resulta em danos insignificantes a equipamentos, propriedades e meio ambiente. • Não ocorrem lesões ou mortes de funcionários nem de terceiros (não funcionários e público externo).
II	Marginal	<ul style="list-style-type: none"> • Danos leves a equipamentos, propriedades ou meio ambiente, sendo porém controláveis e de baixo custo de reparo. • Lesões leves em funcionários ou terceiros.
III	Crítica	<ul style="list-style-type: none"> • Danos severos a equipamentos, propriedades ou meio ambiente, permitindo proceder à parada ordenada do sistema. • Lesões de gravidade moderada em funcionários ou terceiros. • Exige ações corretivas imediatas para evitar seu desdobramento catastrófico.
IV	Catastrófica	<ul style="list-style-type: none"> • Danos irreparáveis a equipamentos, propriedades ou meio ambiente, levando à parada desordenada do sistema, implicando em reparação impossível ou lenta e de altíssimo custo. • Provoca várias mortes ou lesões graves em funcionários ou terceiros.

CLASSES PARA AVALIAÇÃO QUALITATIVA DA FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA DOS PERIGOS IDENTIFICADOS

CLASSE	DENOMINAÇÃO	FAIXA DE FREQUÊNCIA (/ANO)	DESCRIÇÃO
A	Extremamente remota	$< 10E-4$	Teoricamente possível, mas de ocorrência extremamente improvável ao longo da vida útil da instalação.
B	Remota	$10E-4 < f < 10E-3$	Ocorrência não esperada ao longo da vida útil da instalação.
C	Improvável	$10E-3 < f < 10E-2$	Baixa probabilidade de ocorrência ao longo da vida útil da instalação.
D	Provável	$10E-2 < f < 10E-1$	Ocorrência esperada até uma vez ao longo da vida útil da instalação.
E	Frequente	$> 10E-1$	Ocorrência esperada se repetir por várias vezes ao longo da vida útil da instalação.

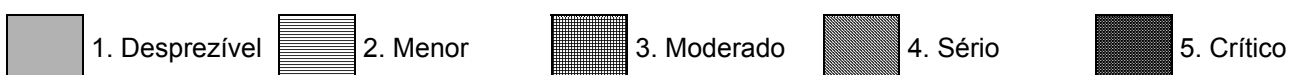
MATRIZ PARA AVALIAÇÃO QUALITATIVA DE RISCO DOS PERIGOS IDENTIFICADOS

FREQUÊNCIA



Frequência	Severidade
A - Extremamente remota	I - Desprezível
B - Remota	II - Marginal
C - Improvável	III - Crítica
D - Provável	IV - Catastrófica
E - Frequente	

RISCO



Folha /

Unidade:

Subsistema:

Evento:

Conseqüência:

Causas	Eventos Intermediários	Modos de Prevenção	Modos de Proteção e Controle	Class. Freq.	Class. Sever.	Class. Risco	Comentários / Observações	Ref.

Erro! Vínculo não válido.

Erro! Vínculo não válido.

Erro! Vínculo não válido.

Erro! Vínculo não válido.

Erro! Vínculo não válido.

Erro! Vínculo não válido.

(Este capítulo foi preparado pelo Eng^o Fernando Brasil)

7.8 ESTUDO DE PERIGOS E OPERABILIDADE – HAZOP

7.8.1 Objetivo

A técnica denominada HAZOP - Estudo de Perigos e Operabilidade - visa identificar os perigos e os problemas de operabilidade de uma instalação de processo. Esta metodologia é baseada em um procedimento que gera perguntas de maneira estruturada e sistemática através do uso apropriado de um conjunto de palavras-guias. O principal objetivo de um Estudo de Perigos e Operabilidade (HAZOP) é investigar de forma minuciosa e metódica cada segmento de um processo, visando descobrir todos os possíveis desvios das condições normais de operação, identificando as causas responsáveis por tais desvios e as respectivas conseqüências. Uma vez verificadas as causas e as conseqüências de cada tipo de desvio, esta metodologia procura propor medidas para eliminar ou controlar o perigo ou para sanar o problema de operabilidade da instalação.

- HAZOP enfoca tanto os problemas de segurança, buscando identificar os perigos que possam colocar em risco os operadores e os equipamentos da instalação, como também os problemas de operabilidade, que embora não sejam perigosos, podem causar perda de produção ou que possam afetar a qualidade do produto ou a eficiência do processo. Portanto, o HAZOP identifica tanto problemas que possam comprometer a segurança da instalação como aqueles que possam causar perda de continuidade operacional da instalação ou perda de especificação do produto.

7.8.2 Aplicação

A técnica de HAZOP, como é uma metodologia estruturada para identificar desvios operacionais, pode ser usada na fase de projeto de novos sistemas/unidades de processo quando já se dispõe dos fluxogramas de engenharia e de processo da instalação ou durante modificações ou ampliações de sistemas/unidades de processo já em operação. Pode também ser usada como revisão geral de segurança de unidades de processo já em operação. Portanto, esta técnica pode ser utilizada em qualquer estágio da vida de uma instalação. A análise por HAZOP foi desenvolvida originalmente para ser aplicada a processos de operação contínua, podendo, com algumas modificações, ser empregada para processos que operam por bateladas.

Não se pode executar um HAZOP de uma planta em fase de projeto antes de se dispor do P&ID da mesma. Deve-se, entretanto, executá-lo logo após o término do P&ID a fim de que as possíveis modificações oriundas da análise possam ser incorporadas ao projeto sem maiores custos. No caso de HAZOP de uma planta existente, o primeiro passo é verificar se o P&ID está realmente atualizado. A execução de um HAZOP com base em um P&ID incorreto é simplesmente inútil.

7.8.3 Dados Necessários

A execução de um HAZOP de boa qualidade exige, além da participação de especialistas experientes, informações precisas, detalhadas e atualizadas a respeito do

projeto e operação da instalação analisada. Para execução do HAZOP deve-se dispor de P&ID's atualizados, informações sobre o processo, a instrumentação e a operação da instalação. Estas informações podem ser obtidas através de documentação, tais como, especificações técnicas, procedimentos de operação e de manutenção ou por pessoas com qualificação técnica e experiência. A documentação, devidamente atualizada, que pode ser necessária para execução do HAZOP está indicada abaixo:

- 1) Fluxogramas de engenharia (Diagramas de Tubulação e Instrumentação - P&ID's).
- 2) Fluxogramas de processo e balanço de materiais.
- 3) Memorial descritivo, incluindo a filosofia de projeto.
- 4) Folhas de dados de todos os equipamentos da instalação
- 5) Dados de projeto de instrumentos, válvulas de controle, etc.
- 6) Dados de projeto e *setpoints* de todas as válvulas de alívio, discos de ruptura, etc.
- 7) Especificações e padrões dos materiais das tubulações.
- 8) Diagrama lógico de intertravamento, juntamente com descrição completa
- 9) Matrizes de causa e efeito
- 10) Diagrama unifilar elétrico
- 11) Especificações das utilidades, tais como vapor, água de refrigeração₁ ar comprimido, etc.
- 12) Desenhos mostrando interfaces e conexões com outros equipamentos na fronteira da unidade/sistema analisado.

7.8.4 Pessoal Necessário e suas Atribuições

- HAZOP se baseia no fato que um grupo de peritos com diferentes experiências trabalhando juntos podem interagir de uma forma criativa e sistemática e identificar muito mais problemas do que se cada um trabalhasse individualmente e depois fossem combinados os resultados. A interação de pessoas com diferentes experiências estimula a criatividade e gera novas idéias, devendo todos os participantes defenderem livremente os seus pontos de vistas, evitando críticas que inibam a participação ativa e a criatividade dos integrantes da equipe. Portanto, a realização de um HAZOP exige necessariamente uma equipe multidisciplinar de especialistas, com conhecimentos e experiências específicas, sendo que cada um procura dentro da sua visão e experiência na sua área de atuação, avaliar as causas e os efeitos de possíveis desvios operacionais, de forma que o grupo chegue a um consenso e proponha soluções para o problema

No caso de projetos novos, o HAZOP deve ser executado por uma equipe, na qual é recomendável que participem os técnicos indicados na Tabela 1.

No caso de realização de um HAZOP de uma planta já existente, recomenda-se que a equipe seja, preferencialmente, constituída da forma mostrada na Tabela 2.

Nos casos de plantas existentes que estiverem sendo ou ampliadas de modo significativo, a equipe deve conter uma combinação de participantes dos dois casos anteriores.

A equipe de um HAZOP deve ser escolhida cuidadosamente de modo a fornecer os conhecimentos e a experiência apropriados para os objetivos da análise. É importante que a equipe não seja muito grande a ponto de comprometer a eficiência do processo de análise, devendo ter entre cinco e sete participantes efetivos.

TABELA 1 - COMPOSIÇÃO RECOMENDÁVEL DE UMA EQUIPE DE HAZOP DE PROJETOS NOVOS

FUNÇÃO	PERFIL/ATIVIDADES
1. Líder da Equipe	<ol style="list-style-type: none"> 1. De preferência deve ser um engenheiro de segurança perito na técnica de HAZOP, não devendo ser um dos participantes do projeto que está sendo analisado. Sua função é garantir que a equipe siga os procedimentos do método, devendo ter experiência em liderar grupos de pessoas que normalmente não se reportam a ele. O líder da equipe deve ser um tipo de pessoa que tenha características de prestar atenção aos mínimos detalhes, cabendo-lhe as seguintes atividades: 2. Selecionar a equipe; 3. Planejar a análise; 4. Conduzir a análise; 5. Divulgar os resultados; 6. Acompanhar a execução das recomendações; 7. Limitar debates paralelos nas reuniões; 8. cobrar participação e pontualidade dos membros; 9. Entender bem o que está sendo discutido, exigindo explicações quando achar necessário; 10. Monitorar o desempenho de cada membro da equipe durante as discussões; 11. Incentivar e controlar as discussões, sintetizar os resultados, mas procurar permanecer neutro durante a discussão; 12. Promover o consenso entre os membros; 13. Não responder as perguntas, mas sim coloca-las para todo o grupo de modo a estimular a discussão.
Secretário	Pessoa responsável pelo preenchimento da planilha, devendo ser capaz de sintetizar de forma clara e objetiva os resultados das discussões do grupo.
Engenheiro de Processo	É o engenheiro que elaborou o projeto básico e o fluxograma de processo, devendo ter conhecimentos profundos na área de processos e da operação da planta em análise.
Engenheiro de Segurança	Responsável pela segurança de unidades de processo, geralmente é o líder da equipe.
Chefe do Projeto	É o engenheiro responsável pela condução do projeto. Ele quer minimizar ao máximo as mudanças, mas ao mesmo tempo quer descobrir, o mais cedo possível, se existem perigos não revelados ou problemas operacionais não resolvidos. Ele sabe que quanto mais tarde estes perigos e problemas forem descobertos, maior será o custo para contorná-los. Caso ele não tenha conhecimentos profundos dos equipamentos ou do processo, componentes com estas características deverão fazer parte do grupo.
Engenheiro de Instrumentação e Controle	Este é um componente indispensável na equipe, uma vez que as unidades de processo possuem em geral muitos sistemas de controle e de proteção. Além disso, o HAZOP geralmente recomenda acréscimo de instrumentação. Caso o projeto envolva controles automatizados, tais como SDCD's e CLP's, um engenheiro de automação deverá também fazer parte do grupo.
Representante da Operação	Pessoa com experiência na operação de instalações similares.
Engenheiro Eletricista	Caso o projeto envolva aspectos importantes de confiabilidade ou de continuidade no fornecimento de eletricidade, um engenheiro eletricista deverá também fazer parte do grupo.
Engenheiro Mecânico	Se o projeto envolver aspectos importantes em relação à equipamentos mecânicos, um engenheiro mecânico deverá também fazer parte do grupo.

TABELA 2 - COMPOSIÇÃO RECOMENDÁVEL DE UMA EQUIPE DE HAZOP DE INSTALAÇÃO EXISTENTE

FUNÇÃO	PERFIL/ATIVIDADES
Líder da Equipe	<p>De preferência deve ser um engenheiro de segurança perito na técnica de HAZOP, não devendo ser um dos participantes do projeto que está sendo analisado. Sua função é garantir que a equipe siga os procedimentos do método, devendo ter experiência em liderar grupos de pessoas que normalmente não se reportam a ele. O líder da equipe deve ser um tipo de pessoa que tenha características de prestar atenção aos mínimos detalhes, cabendo-lhe as seguintes atividades:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Selecionar a equipe; 2) Planejar a análise; 3) Conduzir a análise; 4) Divulgar os resultados; 5) Acompanhar a execução das recomendações; 6) Limitar debates paralelos nas reuniões; 7) Cobrar participação e pontualidade dos membros; 8) Entender bem o que está sendo discutido, exigindo explicações quando achar necessário; 9) Monitorar o desempenho de cada membro da equipe durante as discussões; 10) Incentivar, controlar as discussões, sintetizar os resultados, mas procurar permanecer neutro durante a discussão; 11) Promover o consenso entre os membros; 12. Não responder as perguntas, mas sim colocá-las para todo o grupo de modo a estimular a discussão.
Secretário	Pessoa responsável pelo preenchimento da planilha, devendo ser capaz de sintetizar de forma clara e objetiva os resultados das discussões do grupo.
Supervisor da Unidade	Engenheiro responsável pela operação da unidade de processo.
Engenheiro de Processo	Deve conhecer o processo e a operação da unidade em análise.
Operador	É o homem que conhece aquilo que de fato, acontece na instalação em análise. Ele conhece também todos os detalhes operacionais e as informações relativas aos “dados históricos” da instalação.
Engenheiro de Manutenção	Responsável pela manutenção da instalação.
Engenheiro de Segurança	Responsável pela segurança de unidades de processo, sendo geralmente o líder da equipe.
Engenheiro de Instrumentação e Controle	Trata-se da pessoa que cuida da manutenção dos instrumentos, inclusive dos testes dos sistemas de controle de proteção. Em algumas plantas esta responsabilidade é repartida entre o engenheiro de instrumentação e o engenheiro electricista. Neste caso, ambos devem compor a equipe.

7.8.5 Estimativa de Tempo e Custo Requeridos

As reuniões da equipe de HAZOP devem ser suficientemente freqüentes para se manter o ímpeto desejado. Em geral, as reuniões devem durar cerca de três horas no máximo e deve-se ter um intervalo de dois ou três dias entre reuniões subsequentes a fim de permitir aos participantes coletar as informações necessárias, ou seja, freqüência de 2 a 3 reuniões por semana.

- tempo necessário e o custo são proporcionais ao tamanho e complexidade da unidade que estiver sendo analisada. Estima-se que sejam necessários, em média, cerca de 3 horas para cada grande equipamento da instalação, tais como, vasos, torres, tanques, compressores, permutadores, etc.

7.8.6 Natureza dos Resultados

Tipicamente os principais resultados fornecidos pelo HAZOP são os seguintes:

- 1) Identificação de todos os desvios acreditáveis que possam conduzir a eventos perigosos ou a problemas operacionais.
- 2) Uma avaliação das conseqüências (efeitos) destes desvios sobre o processo.
- 3) O exame dos meios disponíveis para se detectar e corrigir ou mitigar os efeitos de tais desvios. Podem ser recomendadas mudanças no projeto, estabelecimento ou mudança nos procedimentos de operação, teste e manutenção.

Portanto, os resultados obtidos são puramente qualitativos, não fornecendo estimativas numéricas nem qualquer tipo de classificação em categorias.

7.8.7 Apresentação da Técnica de HAZOP

A técnica de HAZOP é essencialmente um procedimento indutivo qualitativo¹ no qual um grupo examina um processo¹ gerando, de uma maneira sistemática, perguntas sobre o mesmo. As perguntas, embora instigadas por uma lista de palavras-guias, surgem naturalmente através da interação entre os membros da equipe. Portanto, esta técnica de identificação de perigos consiste, fundamentalmente, em uma busca estruturada das causas de possíveis desvios em variáveis de processo, ou seja, na temperatura, pressão, vazão e composição, em diferentes pontos (denominados nós) do sistema, durante a operação do mesmo. A busca dos desvios é feita através da aplicação sistemática de uma lista de para cada nodo do sistema. Esta lista deve ser tal que promova um amplo e irrestrito raciocínio lógico, visando detectar virtualmente todas as anormalidades concebíveis do processo. Uma lista de palavras-guias, juntamente com os tipos de desvios considerados, são mostrados na Tabela 3. A Tabela 4 apresenta uma lista de desvios aplicáveis a processos contínuos.

- procedimento para execução do HAZOP pode ser sintetizado nos seguintes passos:
 - 1) Divisão da unidade/sistema em subsistemas a fim de facilitar a realização do HAZOP.
 - 2) Escolha do ponto de um dos subsistemas a ser analisado, chamado nó.

TABELA 3 – TIPOS DE DESVIOS ASSOCIADOS COM AS PALAVRAS-GUIA

PALAVRAS-GUIA	DESVIOS CONSIDERADOS
---------------	----------------------

NÃO, NENHUM	Completa negação das intenções de projeto.
MENOS	Diminuição quantitativa de uma propriedade física relevante.
MAIS	Aumento quantitativo de uma propriedade física relevante.
TAMBÉM, BEM COMO	Um aumento qualitativo.
PARTE DE	Uma diminuição qualitativa.
REVERSO	O oposto lógico da intenção de projeto.
OUTRO QUE	Substituição completa.

TABELA 4 – LISTA DE DESVIOS PARA HAZOP DE PROCESSOS CONTÍNUOS

PARÂMETROS	PALAVRA-GUIA	DESVIO
FLUXO	Nenhum Menos Mais Reverso Também	Nenhum fluxo Menos fluxo Mais fluxo Fluxo reverso Contaminação
PRESSÃO	Menos Mais	Pressão baixa Pressão alta
TEMPERATURA	Menos Mais	Temperatura baixa Temperatura alta
NÍVEL	Menos Mais	Nível baixo Nível alto
VISCOSIDADE	Menos Mais	Viscosidade baixa Viscosidade alta
REAÇÃO	Nenhum Menos Mais Reverso Também	Nenhuma reação Reação incompleta Reação descontrolada Reação reversa Reação secundária

Erro! Vínculo não válido.

- 3) Aplicação das palavras-guias, verificando quais os desvios que são possíveis de ocorrer naquele nó. Para cada desvio, investigar as causas possíveis de provoca-lo, procurando levantar todas as causas. Para cada uma das causas, verificar quais são os meios disponíveis na unidade/sistema para detecção desta causa e quais seriam as suas possíveis conseqüências. Em seguida, procura-se verificar se não existe alguma coisa que possa ser feita para eliminar a causa do desvio ou para minimizar as suas conseqüências. Caso surja durante a discussão, alguma dúvida ou alguma pendência, deve-se anotá-la para ser dirimida posteriormente. Finalmente, no caso de ser feita alguma recomendação, deve-se especificar qual o órgão que ficará responsável pela sua avaliação e implementação. Uma vez analisados todos os desvios, procede-se á escolha do próximo nó, prosseguindo com a análise.

Para realização do HAZOP, utiliza-se a planilha mostrada na Figura 1. O cabeçalho desta planilha identifica o subsistema que está sendo analisado, o fluxograma de engenharia usado e o nó escolhido.

7.9 ANÁLISE DE MODOS DE FALHAS E EFEITOS (AMFE)

Tipo: Análise detalhada, qualitativa e quantitativa

Aplicação: Riscos associados a falhas em equipamentos.

Objetivo: Determinação de falhas, de efeitos críticos e componentes críticos, análise da confiabilidade de conjuntos, equipamentos e sistemas.

Princípio/Metodologia: Determinar os modos de falha de componentes e seus efeitos em outros componentes e no sistema, determinar meios de detecção e compensação das falhas e reparos necessários. Categorizar falhas para priorização das ações corretivas.

Benefícios e Resultados: Relação das contramedidas e formas de detecção precoce de falhas, muito úteis em emergências de processos ou utilidades. Aumento da confiabilidade de equipamentos e sistemas através do tratamento de componentes críticos.

Observações: De grande utilidade na associação das ações da manutenção e prevenção de perdas.

7.9.1 Introdução

Apresentaremos neste tópico uma técnica da análise detalhada, mostrando seus objetivos principais e os procedimentos utilizados na determinação de problemas provenientes de equipamentos e sistemas: a Análise de Modos de Falha e Efeitos (AMFE).

Esta técnica nos permitirá analisar como podem falhar os componentes de um equipamento ou sistema, estimar as taxas de falha, determinar ou efeitos que poderão advir e, conseqüentemente, estabelecer as mudanças que deverão ser feitas para aumentar a probabilidade de que o sistema ou equipamento realmente funcione de maneira satisfatória, aumentando, assim, a sua confiabilidade.

7.9.2 Objetivos

Os principais objetivos de TMFE são;

- Revisão sistemática dos modos de falha de um componente, para garantir danos mínimos ao sistema;
- Determinação dos efeitos que tais falhas terão em outros componentes do sistema;
- Determinação dos componentes cujas falhas teriam efeito crítico na operação do sistema (Falhas de efeitos Críticos);
- Cálculo de probabilidade de falhas de montagem, subsistemas e sistemas, a partir das probabilidades individuais de falha de seus componentes;

- Determinação de como podem ser reduzidas as probabilidades de falha de componentes, montagens e subsistemas, através do uso de componentes com confiabilidade alta, redundância no projeto, ou ambos.

Geralmente, uma Análise de Modos de Falhas e Efeitos é efetuada, em primeiro lugar, de uma forma qualitativa. Os efeitos das falhas humanas sobre o sistema, na maioria das vezes, não são considerados nesta análise; eles estão incluídos, no momento, no campo da Ergonomia Engenharia Humana).

Numa etapa seguinte, poder-se-á aplicar também dados quantitativos, a fim de se estabelecer uma confiabilidade ou probabilidade de falha do sistema ou subsistema.

7.9.3 Procedimentos Utilizados

Antes de descrevermos os procedimentos utilizados para se realizar uma Análise de Modos de Falhas e Efeitos, é conveniente recordarmos aqui o que vem a ser um Sistema: É um arranjo ordenado de componentes que estão inter-relacionados e que atuam e interatuam com outros sistemas, para cumprir uma missão, num determinado ambiente.

Torna-se evidente então que, para se conduzir uma AMFE, ou qualquer outro método de análise, é necessário, ante de mais nada, conhecer e compreender perfeitamente a missão do sistema, as restrições (ambiente) sob as quais irá operar, e os limites que representam sucesso e falha. Uma vez conhecidas essas bases, pode-se finalmente iniciar a análise do sistema.

Para efetuarmos a análise detalhada de que estamos tratando, utilizaremos um modelo, como o mostrado a seguir, onde serão registradas todas as informações e dados relativos ao sistemas ou subsistemas em estudo. Esse modelo é apenas uma das formas de representação das muitas existentes, cabendo a cada empresa idealizar a que melhor se adapte a ela.

Para o preenchimento das entradas nas várias colunas desse modelo, adotam-se os seguintes procedimentos:

- a) Divide-se o sistema em subsistemas que podem ser efetivamente controlados.
- b) Traçam-se diagramas de blocos funcionais do sistema e de cada subsistema, a fim de se determinar seus inter-relacionamentos e de seus componentes.
- c) Prepara-se uma listagem completa dos componentes de cada subsistema, registrando-se, ao mesmo tempo, a função específica de cada um deles.
- d) Determinam-se, através da análise de projetos e diagramas, os modos de falha que poderiam ocorrer e afetar cada componente.

Deverão ser considerados aqui quatro modos de falha:

- Operação prematura;
- Falha em operar num tempo prescrito;
- Falha em cessar de operar num tempo prescrito;
- Falha durante a operação.

Freqüentemente, haverá vários modos de falhas para um único componente. Um ou mais modos de falhas poderão gerar acidentes, enquanto que outros não. Portanto,

cada falha deverá ser considerada separadamente, como um evento independente, sem nenhuma relação com outras falhas no sistema exceto os efeitos subseqüentes que possa produzir.

A probabilidade de falha do sistema ou subsistema será, então, igual à probabilidade total de todos os modos de falha. Quando da determinação de acidentes, deverão ser eliminadas todas as taxas de falha relativa aos modos de falha que não geram acidentes.

- e) Indicam-se os efeitos de cada falha específica sobre outros componentes do subsistema e, também, como cada falha específica afeta o desempenho - total do subsistema em relação à missão do mesmo.
- f) Estima-se a gravidade de cada falha específica, de acordo com as seguintes categorias ou classes de risco, já mencionadas no tópico anterior:
- I) *Desprezível*: a falha não irá resultar numa degradação maior do sistema, nem irá produzir danos funcionais ou lesões, ou contribuir com um risco ao sistema;
 - II) *Marginal (ou limítrofe)*: a falha irá degradar o sistema numa certa extensão, porém, sem envolver danos maiores ou lesões, podendo ser compensada ou controlada adequadamente;
 - III) *Crítica*: a falha irá degradar o sistema causando lesões, danos substanciais, ou irá resultar num risco inaceitável, necessitando ações corretivas imediatas;
 - IV) *Catastrófica*: a falha irá produzir severa degradação do sistema, resultando em sua perda total, lesões ou morte.

Poder-se-á, também, acrescentar uma outra coluna ao modelo, onde serão estimados para cada modo de falha específico, os tempos médios entre falhas (TMEF). A princípio, poderá ser utilizada a seguinte classificação simplificada de taxas de falha:

- Provável: uma falha em menos de 10.000 horas de operação;
- Razoavelmente provável: uma falha entre 10.000 e 100.000 horas de operação;
- Remota: uma falha entre 100.001 e 10.000.000 de horas de operação;
- Extremamente remota: uma falha em mais de 10.000.000 de horas de operação.

A estimativa das taxas de falha poderá ser feita, entre outras maneiras: através de taxas genéricas desenvolvidas a partir de testes realizados pelos fabricantes dos componentes; pela comparação com equipamentos ou sistemas similares; com auxílio de dados de engenharia.

- g) Indicam-se, finalmente, os métodos de detecção de cada falha específica, e as possíveis ações de compensação e reparos que deverão ser adotadas, para eliminar ou controlar cada falha específica e seus efeitos.

A Análise de Modos de Falha e Efeitos é muito eficiente quando aplicada a sistemas mais simples ou falhas singelas. Suas inadequações levaram ao desenvolvimento de outros métodos, tais como a “Análise de Árvore de Falhas (AAF)”, que a completa excelentemente.

ANÁLISE DE MODOS DE FALHA E EFEITOS – CAIXA D'ÁGUA

Componentes	Modo de Falha	Efeitos em outros componentes	Efeitos no (sub) sistema como um todo	Categoria de Risco	Métodos de Detecção	Ações de Compensação, Reparos, Obs.
Flutuador (bóia)	falha em flutuar	válvula de entrada abre; recipiente pode ir ao nível máximo	nenhum	II	observar saída do ladrão, consumo excessivo	excesso de água pelo ladrão (válvula de alívio) reparar ou substituir bóia; cortar suprimento
Válvula de entrada	emperra aberta (falha em fechar quando o nível sobe)	flutuador fica submerso; recipiente pode ir ao nível máximo	nenhum	II	Idem	Idem; reparar ou substituir válvula; cortar suprimento
Válvula de entrada	emperra fechada (falha em abrir quando o nível desce)	flutuador fica suspenso; recipiente pode ir ao nível mínimo	suprimento cessa	IV	falta água, havendo água na rede de entrada	reparar ou substituir; conseguir suprimento externo
Válvula de alívio (ladrão)	falha em dar vazão (entope)	nenhum	nenhum	I	inspeção periódica testes	desentupir; a menos que combinada com outras falhas, sem importância
Válvula de entrada e Válvula de alívio (ladrão)	emperra aberta. Entope	flutuador fica submerso; recipiente pode transbordar	operação aparentemente normal; risco de acidentes elétricos no recinto da caixa: tubulação pode ficar energizada	IV	umidade; infiltração; choque nos registros; consumo excessivo	cortar suprimentos (água, energia); utilizar água na descarga; desentupir o ladrão; reparar ou substituir válvula
Recipiente (caixa)	rachadura; colapso	variados	suprimento cessa	IV	umidade; infiltração; choque nos registros; consumo excessivo	cortar suprimentos, reparar ou substituir

7.10 ANÁLISE DE ÁRVORES DE FALHAS - AAF

Tipo: Análise qualitativa / quantitativa.

Aplicação: Qualquer evento indesejado, especialmente em sistemas complexos.

Objetivo: Obtenção através de um diagrama lógico, do conjunto mínimo de causas (falhas) que levariam ao evento em estudo. Obtenção da probabilidade de ocorrência do evento indesejado.

Princípio/Metodologia: Seleção do evento, determinação dos fatores contribuintes. Diagrama lógico, simplificação booleana. Aplicação de dados quantitativos. Determinação de probabilidade de ocorrência.

Benefícios e Resultados: Conhecimento aprofundado do sistema e de sua confiabilidade. Detecção de falhas singulares desencadeantes do evento crítico e das seqüências de eventos mais prováveis. Possibilita decisões de tratamento de riscos baseadas em dados quantitativos.

Observações: Pode ser realizada em diferentes níveis de complexidade. Ótimos resultados podem ser conseguidos apenas com a forma qualitativa da análise. Completa-se excelentemente com a AMFE.

7.10.1 INTRODUÇÃO

Embora o método de análise das árvores de falhas seja uma técnica razoavelmente recente, possuindo agora 26 anos, já foi aplicada com sucesso em problemas bastante intrincados de segurança no campo aeroespacial. Esse sucesso fez com que ganhasse aceitação não apenas dentro desse ramo de indústria, mas também junto ao Departamento de Defesa dos Estados Unidos, o qual tornou a análise uma exigência em seus contratos para projetos de novos mísseis e aeronaves. Já em 1966, era usada em problemas de segurança do produto (mísseis, aeronaves e automóveis), pelos engenheiros de projeto, na fase de desenvolvimento do mesmo.

A análise das árvores de falhas foi desenvolvida pelos Laboratórios Bell Telephone em 1962, a pedido da Força Aérea Americana, para uso no sistema do míssil balístico intercontinental "Minuteman". O pessoal da Bell, velho conhecedor da lógica Booleana em aplicações nos equipamentos de telecomunicações, adaptou tais princípios para criar o novo método. Engenheiros e matemáticos da Boeing Co. empenharam-se a fundo no desenvolvimento adicional desses procedimentos e se tornaram os seus propositores mais destacados. A técnica foi então modificada de maneira que a simulação em computadores de alta velocidade se tornou uma realidade.

A análise é um método excelente para o estudo dos fatores que poderiam causar um evento indesejável (falha, risco principal ou catástrofe). O estudo dos Laboratórios Bell foi empreendido para a determinação das combinações de eventos e circunstâncias que poderiam causar certas catástrofes específicas, uma das quais era um lançamento não autorizado do míssil.

Os métodos de análise de confiabilidade em uso na época, não conduziam, por si sós, à determinação das possibilidades e probabilidades de ocorrência daqueles eventos, devido ao complexo inter-relacionamento de recursos humanos, equipamentos, materiais, e ambiente. A AAF justamente tem melhor aplicação em tais situações complexas, pela maneira sistemática na qual os vários fatores podem ser apresentados. Trata-se, com efeito, de um modelo no qual dados probabilísticos podem ser aplicados a seqüências lógicas.

Como decorrência de seu rápido desenvolvimento e sofisticação, é possível considerar a análise de árvores de falhas segundo três diferentes níveis de complexidade:

- 1) Desenvolver a árvore é simplesmente analisá-la, sem efetuar qualquer cálculo.
- 2) Desenvolver a árvore é efetuar os cálculos através de calculadoras portáteis ou régua de cálculo;
- 3) Desenvolver a árvore é utilizar-se de um computador para efetuar os cálculos.

7.10.2 DESCRIÇÃO DO MÉTODO

- método pode ser desenvolvido através dos seguintes passos:
 - a) Seleciona-se o evento indesejável, ou falha, cuja probabilidade de ocorrência deve ser determinada;
 - b) São revisados todos os fatores intervenientes, como ambiente, dados de projeto, exigências do sistema, etc., determinando as condições, eventos particulares ou falhas que poderiam contribuir para a ocorrência do evento indesejado;
 - c) É preparada uma “árvore”, através da diagramação dos eventos contribuintes e falhas, de modo sistemático, que irá mostrar o inter-relacionamento entre os mesmos e em relação ao evento “topo” (em estudo). O processo se inicia com os eventos que poderiam diretamente causar tal fato, formando o “primeiro nível”; a medida que se retrocede passo a passo, as combinações de evento e falhas contribuintes irão sendo adicionadas. Os diagramas assim preparados são chamados “Árvores de Falhas”. O relacionamento entre os eventos é feito através de comportas lógicas, como veremos adiante;
 - d) Através da Álgebra Booleana, são desenvolvidas expressões matemáticas adequadas, representando as “entradas” das árvores de falhas. Cada comporta lógica tem implícita uma operação matemática, e estas podem ser traduzidas em última análise por ações de adição ou multiplicação. A expressão é então simplificada o mais possível, através dos postulados da Álgebra Booleana;
 - e) Determina-se a probabilidade de falha de cada componente, ou a probabilidade de ocorrência de cada condição ou evento, presentes na equação simplificada. Esses dados podem ser obtidos de tabelas específicas, dados dos fabricantes, experiência anterior, comparação com equipamentos similares, ou ainda obtidos experimentalmente para o específico sistema em estudo;

f) As probabilidades são aplicadas à expressão simplificada, calculando-se a probabilidade de ocorrência do evento indesejável investigado.

Ressalta-se aqui que não necessariamente será levada a análise até os dados quantitativos, ou até o nível de aprofundamento e sofisticação do uso de computador; entretanto, mesmo ao se aplicar o procedimento em seu primeiro nível de complexidade (simples diagramação da árvore), esta leva ao analista um grande número de informações e conhecimento muito mais completo do sistema ou situação em estudo, propiciando-lhe uma visão bastante clara da questão e possibilidades imediatas de atuação, no sentido da correção de condições indesejadas.

Outras aplicações ou corolários do uso das arvores de falhas podem ser:

- a determinação da seqüência mais crítica ou provável de eventos, dentre os “ramos” da árvore, que levam ao “topo”;
- a identificação de falhas singulares ou localizadas importantes no processo;
- o descobrimento de elementos sensores cujo desenvolvimento possa reduzir a probabilidade do contratempo em estudo.

Normalmente, encontram-se certas seqüências de eventos centenas de vezes mais prováveis na indução do evento indesejado do que outras. Portanto, é relativamente fácil achar-se a principal combinação de eventos que precisa ser prevenida de modo a reduzir a probabilidade de ocorrência do evento-topo.

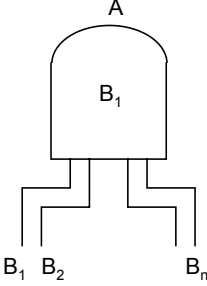
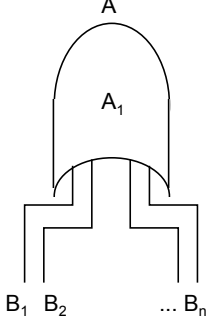
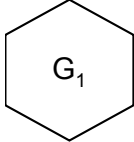
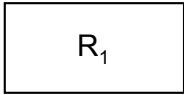
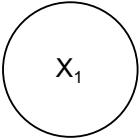
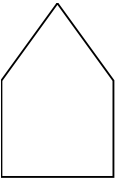
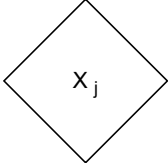
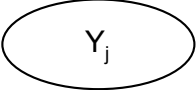

Certas proposições devem ser assumidas, para o uso da AAF, e dizem respeito tanto às suas características de funcionalidade, quanto às suas limitações. As proposições envolvem as características de componentes, ações ou eventos:

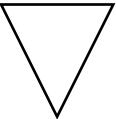
- 1) Os subsistemas, componentes e itens afins, podem apresentar apenas dois modos condicionais: ou operam com sucesso, ou falham (totalmente). Não existe operação parcialmente bem sucedida.
- 2) As falhas básicas são eventos independentes.
- 3) Cada item tem uma taxa de falha constante, que pressupõe uma lição exponencial.

Todas estas implicações ficarão mais claras a medida que formos desenvolvendo o método.

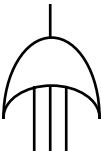
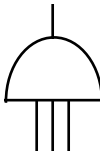
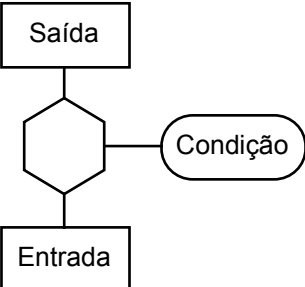
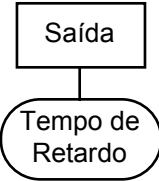
7.10.3 SIMBOLOGIA LÓGICA - COMPORTAS LÓGICAS

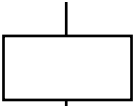
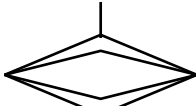
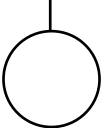
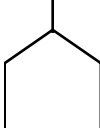
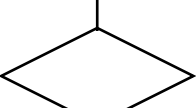
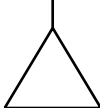
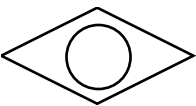
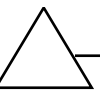
Apresentamos a seguir a simbologia utilizada na AAF; pode-se dizer que é universal, uma vez que há mínimas diferenças entre os diversos autores.

	<p>Módulo ou comporta AND (E). Relação lógica AND-^a Output ou saída A existe apenas se todos os $B_1, B_2 \dots B_n$ existirem simultaneamente.</p>
	<p>Módulo ou comporta OR (OU). Relação lógica inclusive OR-^a Output ou saída A existe, se qualquer dos $B_1, B_2 \dots B_n$ ou qualquer combinação dos mesmos existir.</p>
	<p>Módulo ou comporta de inibição. Permite aplicar uma condição ou restrição à seqüência. A entrada do input e a condição de restrição devem ser satisfeitas para que se gere uma saída ou output.</p>
	<p>Identificação de um evento particular. Quando contido numa seqüência, usualmente descreve a entrada ou saída de um módulo, indica uma condição limitante ou restrição que deve ser satisfeita.</p>
	<p>Um evento, usualmente um mau funcionamento, descrito em termos de conjuntos ou componentes específicos. Falha primária de um ramo ou série.</p>
	<p>Um evento que normalmente se espera que ocorra; usualmente um evento que ocorre sempre, a menos que se provoque uma falha.</p>
	<p>Um evento “não desenvolvido”, mas à causa de falta de informação ou de consequência suficiente. Também pode ser usado para indicar maior investigação a ser realizada, quando se puder dispor de informação adicional.</p>
	<p>Indica ou estipula restrições. Com um módulo AND, a restrição deve ser satisfeita antes que o evento possa ocorrer. Com um módulo OR, a estipulação pode ser que o evento não ocorrerá na presença de ambos ou todos os inputs simultaneamente. Quando é usado com um módulo inibidor, a estipulação é uma condição variável.</p>
	<p>Um símbolo de conexão à outra parte da árvore de falhas, dentro do mesmo ramo-mestre. Tem as mesmas funções, seqüências de eventos e valores numéricos.</p>

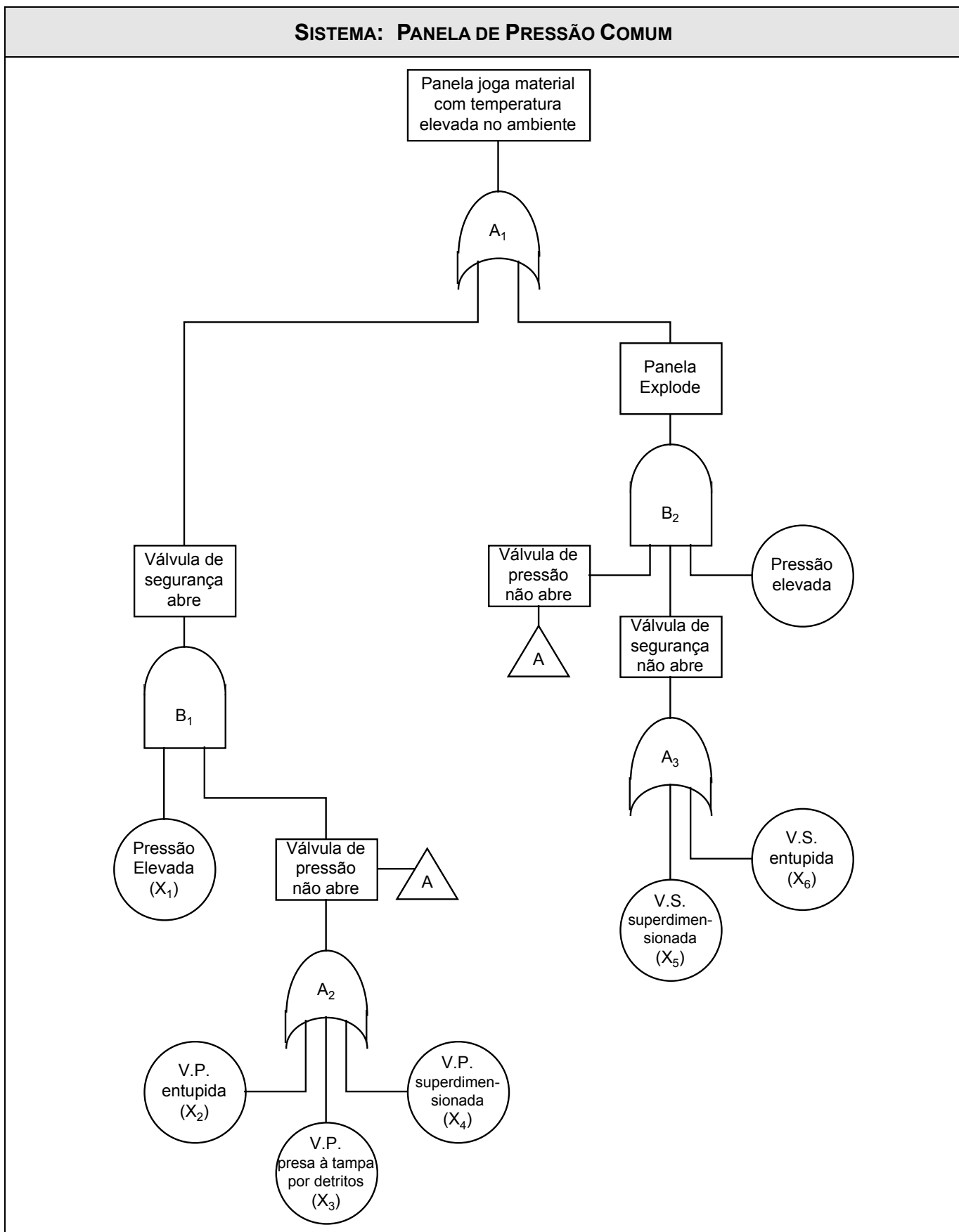
	Idem, mas não tem valores numéricos.
---	--------------------------------------

LEGENDA PARA ÁRVORE DE FALHAS

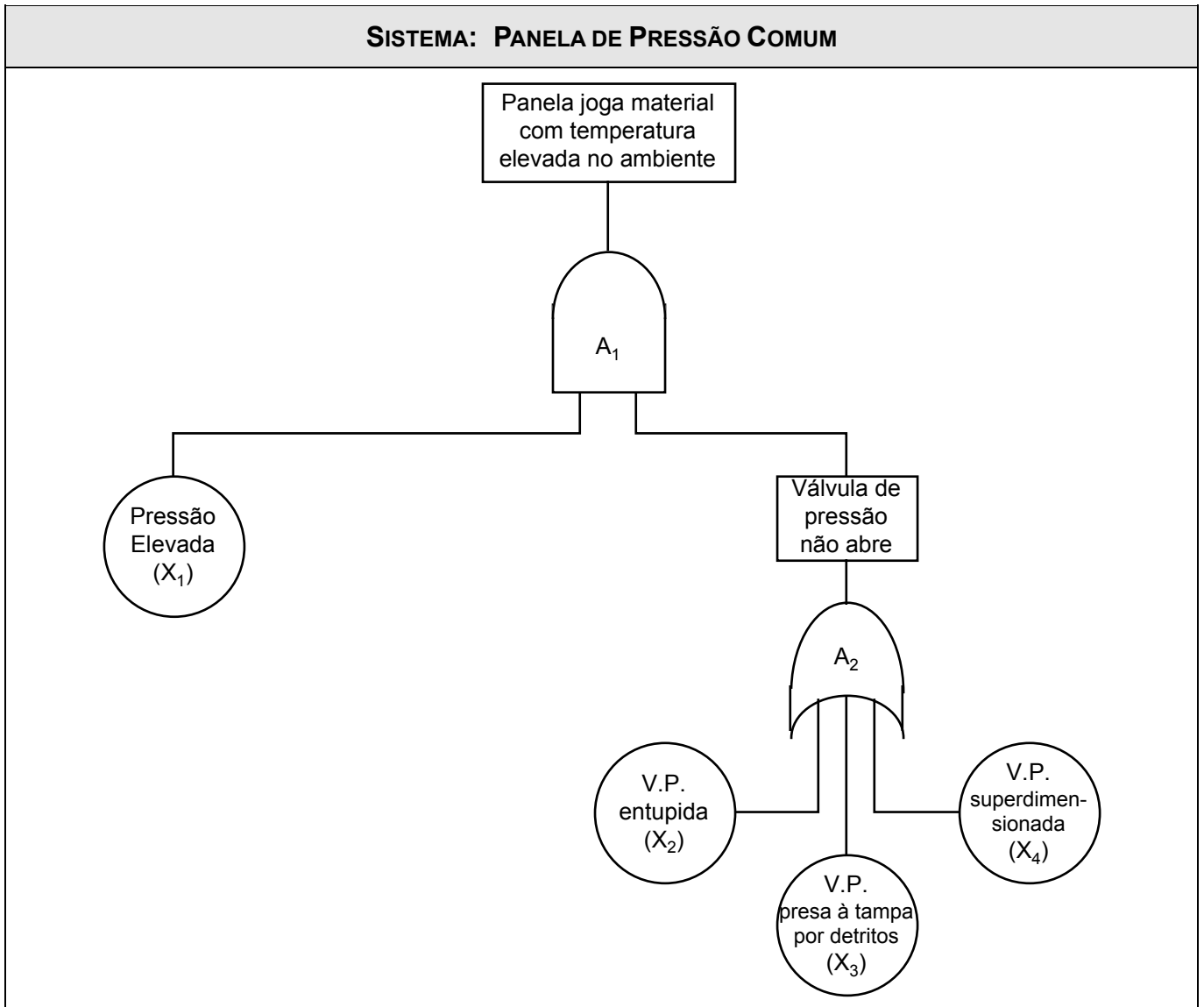
SÍMBOLOS LÓGICOS (RESUMO)			
	<p>Portão “OU”</p> <p>A saída ocorre se pelo menos uma das entradas ocorre.</p>		<p>Portão “E”</p> <p>A saída somente ocorre se todas as entradas ocorrem.</p>
	<p>Portão Inibidor</p> <p>A saída somente ocorre se a condição é atendida.</p>		<p>Portão de Retardo</p> <p>A saída ocorre após a passagem do tempo indicado.</p>

SÍMBOLOS DOS EVENTOS			
	Evento intermediário		Evento necessitando desenvolvimento para conclusão da árvore
	Falha primária		Evento cuja ocorrência é esperada
	Evento intermediário não desenvolvido		Transferência de outra árvore
	Evento desenvolvido em outra árvore, aqui considerado falha primária		Transferência para outra árvore.

EXEMPLO DE SIMPLIFICAÇÃO EM ÁRVORES DE FALHAS



ÁRVORES DE FALHAS SIMPLIFICADA



Análise Qualitativa da Árvore

Aplicando a Álgebra Booleana;

$$A_1 = B_1 + B_2$$

$$B_1 = X_1 \cdot A_2$$

$$A_1 = B_1 + B_1 \cdot A_3$$

$$B_2 = X_1 \cdot A_2 \cdot A_3 = B_1 \cdot A_3$$

$$A_1 = B_1 + (1 + A_3) \cdot B_1$$

$$A_1 = X_1 \cdot A_2$$

$$A_2 = X_2 + X_3 + X_4$$

$$A_1 = X_1 \cdot (X_2 + X_3 + X_4)$$

$$A_1 = X_1 \cdot X_2 + X_1 \cdot X_3 + X_1 \cdot X_4$$

Os conjuntos $X_1 \cdot X_2$, $X_1 \cdot X_3$ e $X_1 \cdot X_4$ são chamados de *conjuntos mínimos catastróficos*, ou seja, se X_1 e X_2 , ou X_1 e X_3 , ou X_1 e X_4 acontecem simultaneamente, o evento de topo ou a catástrofe ocorrerá.

8. Conclusões

No resumo deste nosso trabalho, podemos finalizar afirmando que os fatores que determinaram a busca de técnicas mais sofisticadas para o gerenciamento de riscos e o controle de perdas foram:

Tecnológicos:

Desenvolvimento de processos mais complexos; uso de novos materiais e substâncias; condições operacionais (pressão, temperatura) mais severas.

Econômicos:

Aumento de escala das plantas industriais.

Sociais:

Maior concentração demográfica próximo a áreas industriais; organização da sociedade e preocupação quanto ao meio ambiente e segurança, e com isto passamos a ter plantas industriais mais seguras, para sua operação e para a sociedade.

As conseqüências da aplicação de técnicas modernas de gerenciamento de riscos e controle de perdas, podem assim serem sintetizadas:

- reformulação das práticas de gerenciamento de segurança industrial, em todos os seus níveis;
- revisão de práticas tradicionais e de códigos, padrões e regulamentações obsoletas;
- desenvolvimento de técnicas para a identificação e quantificação de perigos;
- formulação de critérios de aceitabilidade de risco;
- elaboração e implantação de sistemas de resposta para emergências.

Uma pergunta que teremos sempre é: *quando efetuar uma análise?* Poderíamos resumir nos seguintes pontos importantes:

- Quando os riscos associados a uma atividade não são conhecidos;
- Quando podem ser antecipados problemas potenciais que podem resultar em severas conseqüências em uma operação;
- Quando são detectados repetidos problemas envolvendo DANOS, ATRASOS, LESÕES ou MORTES na operação;
- Quando regras de segurança devem ser estabelecidas antes do início de uma atividade;
- Quando informações sobre os riscos devem ser obtidas acuradamente.

E quanto aos fatores determinantes do tipo de análise? Para estes teremos os seguintes itens:

- Qualidade e profundidade de informação desejada,
- Disponibilidade de informações;
- Custo da análise;
- Tempo disponível antes que as decisões e as ações devam ser tomadas;
- Disponibilidade de pessoal para assistir o processo.

A avaliação de risco é um exercício orientado para a quantificação da perda máxima provável que dele possa decorrer, ou seja, da quantificação da probabilidade de ocorrência desse risco e de suas conseqüências / gravidades.

Qualquer série estatística, principalmente de riscos, passa a ser confiável, a partir de um período histórico de 5 anos; Antes deste período o grau de incerteza é grande e estas informações devem ser encaradas como orientadoras dos melhores parâmetros disponíveis para determinados ramos de atividades setores econômicos, estados, países, continentes, etc.

Sobre o ponto de vista da natureza dos riscos empresariais teremos: RISCOS ESPECULATIVOS (ou dinâmicos) e RISCOS PUROS (ou estáticos).

A diferença principal entre essas duas categorias reside no fato de que os riscos especulativos envolvem uma possibilidade de ganho ou uma chance de perda; ao passo que os riscos puros envolvem somente uma chance de perda, não existindo nenhuma possibilidade de ganho ou de lucro.

Os riscos especulativos podem ser divididos em três tipos: riscos ADMINISTRATIVOS, POLÍTICOS e de INOVAÇÃO.

Os riscos administrativos estão intimamente relacionados ao processo de tomada de decisões gerenciais: uma decisão errada pode gerar perdas consideráveis, enquanto que uma decisão correta pode trazer lucros para a empresa. O problema maior está na dificuldade de se prever, com exatidão, o resultado que advirá da decisão adotada. Essa incerteza nada mais é do que a própria definição de risco.

Os riscos administrativos podem ainda ser subdivididos em:

- **riscos de mercado:** são fatores que tornam incerta a venda de um determinado produto ou serviço, a um preço suficiente que traga resultados satisfatórios em relação ao capital investido;
- **riscos financeiros:** dizem respeito às incertezas em relação às decisões tomadas sobre a política econômico-financeira da organização;
- **riscos de produção:** envolvem questões e incertezas quanto a materiais, equipamentos, mão-de-obra e tecnologia utilizados na fabricação de um produto ou na prestação de um determinado serviço.

Os riscos políticos, por sua vez, derivam-se das leis, decretos, portarias, resoluções, etc., emanados do Governo Federal, Estadual e Municipal, os quais podem ameaçar os interesses e objetivos da organização.

Por último, os riscos de inovação referem-se às incertezas decorrentes, normalmente, da introdução (oferta) de novos produtos ou serviços no mercado e da sua aceitação (demanda) pelos consumidores.

Os riscos puros, como já mencionamos, existem quando há somente uma chance de perda e nenhuma possibilidade de ganho ou lucro.

As principais perdas acidentais (diretas ou indiretas) resultantes da materialização dos riscos puros que podem ser agrupadas em:

- perdas decorrentes de morte ou invalidez de funcionários;
- perdas por danos à propriedade e a bens em geral;
- perdas decorrentes de fraudes ou atos criminosos;
- perdas por danos causados a terceiros (responsabilidade por poluir o meio ambiente, responsabilidade pela qualidade e segurança do produto ou serviço prestado, entre outras).

Normalmente, considera-se que a Gerência de Riscos trata apenas das questões relativas à prevenção e ao financiamento dos riscos puros. Entretanto vale mencionar que muitas de suas técnicas podem ser igualmente aplicadas aos riscos especulativos

Depois dos riscos terem sido identificados, analisados, avaliados e classificados teremos, certamente, um conhecimento sobre a vulnerabilidade da empresa e, então, pode-se chegar ao tratamento ideal para cada um dos riscos.

As formas possíveis de se tratar um risco são as seguintes:

- evitar a consumação do risco;
- reduzir as possibilidades de que o risco se consuma;
- assumir o risco por auto-adoção;
- assumir o risco por auto-seguro;
- transferir o risco a terceiros;
- contratar seguros.

Assumir um risco por auto-adoção é quando uma empresa resolve correr riscos sem sequer constituir um fundo ou uma provisão para se assegurar dessa eventual perda. Assumir o risco por auto-seguro é um processo idêntico, exceto que, nesse caso, a empresa constitui um fundo, normalmente com valores correspondentes às parcelas de prêmio que resultariam uma contratação de seguro. Reside aqui um problema fiscal, que é o não reconhecimento pela legislação do imposto de renda, dessa provisão como sendo uma despesa dedutível.

Finalizando, podemos concluir os Principais Benefícios do Gerenciamento de Riscos:

- 1) **Redução da probabilidade de ocorrência de um acidente.** Com um adequado programa de gerenciamento de riscos o número de horas perdidas com acidentes de trabalho em uma fábrica tende a cair.
- 2) **Redução no custo do seguro.** Com um programa de gerenciamento de riscos entende-se melhor a necessidade de cobertura do seguro além de adquirir descontos por parte das seguradoras.
- 3) **Redução na incerteza associada a investimentos.** Um bom programa de gerenciamento de riscos é um argumento a mais para convencer investidores em potencial a apoiar um projeto, pois está nele patente os cuidados tomados para evitar que sua lucratividade seja comprometida pela ocorrência de um evento acidental.
- 4) **Preservação de vidas e de recursos naturais.** As empresas estão procurando cada vez mais, evitar danos que possam causar a funcionários, ao meio-ambiente ou à sociedade em geral, seja por uma sincera preocupação social ou pelo receio de se verem envolvidos em um processo de responsabilidade civil ou criminal.
- 5) **Aumento da produtividade.** Nota-se, por vezes uma melhoria na produtividade das empresas que adotam um programa de gerenciamento de riscos, seja pelo melhor uso de seus recursos ou pela motivação de seus funcionários.

9. Referências Bibliográficas

- 1) Kasperson, R.E.; Renn, °; Slovic, P.; Brown, H.S.; Globe, R.; Kasperson, J.X.; Ratick, S. – *The Social Amplification of Risk: A Conceptual Framework* – Risk Analysis 8, pp 177-178, 1988.
- 2) Burns, W.J; Slovic, P.; Kasperson, R.E.; Kasperson, J.X.; Renn, °; Emani, S.; – *Incorporating Structural Models into Research on the social Amplification of Risk Implications for Theory Construction and Decision Making* – Risk Analysis 13, pp 611-623, 1993.
- 3) Porto, M.F.S.; Freitas, C.M.; – *Major Chemical Accidents in Industrializing Countries: The Socio-Political Amplification of Risk* – Risk Analysis 16 - n° 1, pp 19-29, 1996.
- 4) Bowonder, B. – *The Bhopal Incident: Implications for Developing Countries* – Environmentalist, 5, pp 89-103, 1985.
- 5) Lees, P.F. – *Loss Prevention in the Process Industries* – Volume 1 and 2, Butterworth & Co (Publishers), volume 1 and 2, 3ª ed., London, 1986.
- 6) Clark, R. (chm) – *Training, Exercises and Rehearsal of Emergency Plans ? Communications During Emergencies* – Emergency Planning Guidance Notes, Concawe, Rep. 2/89, 1989.
- 7) Liste der Arbeiter (1993) – *Giftregen über den Trennbetrieb 4150* – März/93, Frankfurt.
- 8) Marshall, V. (1987) – *Major Chemical Hazards* – Ellis Horwood Publ., Chichester.
- 9) Mercier, M. (1989) Chemical Safety as a Major Challenge for Developing Countries: Role of the International Program on Chemical Safety. In: – *Biomedical and Environmental Sciences* – 3, 211-216.
- 10) Minayo, C.; Thedim, S.; Porto, M. (1992) Por uma Ecologia do Trabalho. In: Leal, M.C. et al. – *Saúde, Ambiente e Desenvolvimento, volume II: Processos e Conseqüências sobre as Condições de Vida* – Hucitec-Abrasco, São Paulo.
- 11) Ministerio del Interior (Espanha) (1991) – *Guía para la Comunicación de Riesgos Industriales Químicos y Planes de Emergencia* – Madrid.
- 12) Morris, S. et al. (1987) Chemical Emergencies: Evaluation of Guidelines for Risk Identification, Assessment and Management. In: *Environment International*, vol. 13, pp 305-310.
- 13) OECD (1991) Users Guide to Information Systems Useful to Emergency Planners and Responders Available in OECD Member Countries. OECD, Paris.
(1991) Users Guide to Hazardous Substance Data Banks Available in OECD Member Countries. OECD, Paris.
(1992) *Guiding Principles for Chemical Accidents: Prevention, Preparedness and Response*. OECD, Paris.
- 14) OECD/UNEP (1991) – *International Directory of Emergency Response Centres*. Paris.
- 15) OIT (1990) – *Control de Riesgos de Accidentes Mayores: Manual Práctico*. OIT, Genebra.
(1991) – *Prevención de Accidentes Industriales Mayores* – OIT, Genebra.

- (1993) – *Convenio sobre la Prevención de Accidentes Industriales Mayores* – OIT, Genebra.
- 16) Fantazzini, M. e De Cicco, F. (1988) – *Introdução à Engenharia de Segurança de Sistemas* – Fundacentro, São Paulo.
- 17) Gow, H. e Kay, R. (1988) – *Emergency Planning for Industrial Hazards* – Elsevier, London.
- 18) Greenberg, H.; Cramer, J. (1991) – *Risk Assessment and Risk Management for the Chemical Process Industry* – VNR, New York.
- 19) Habermaier, F. (1988) Kunststoffe - Herstellung, anwendung, Gefahren. In: – *Brandschutz/Deutsche Feuerwehr* – Zeitung 4/1988.
- 20) Huf, C. (1985) Technische und Betriebliche Sicherheit. In: – *Bundesanstalt für Arbeitsschutz (org.) Handbuch zur Humanisierung der Arbeit* – Band II. Wirtschaftsverlag, Dortmund.
- 21) Ives, J. (1985) – *The Export of Hazard: Transnational Corporations and Environmental Control Issues*. Toutledge & Kegan Paul, Boston.
- 22) Jasanoff, S. (1988) The Bhopal Disaster and the Right to Know. In: – *Sociology, Science and Medicine* – 27(10), pp 1113-1123.
- 23) Jeyaratnam, J. (1990) The Transfer of Hazardous industrie. In: – *J. Soc. Occupational Medicine* – Vol. 40/Nº 4.
- 24) Jungermann, H.; Rohrmann, B.; Wiedemann, P. (1991) – *Risiko-Konzepte, Risiko-Konflikte, Risiko-Kommunikation* – Springer, Berlin.
- 25) Kletz, T. (1991) – *Learning from Accidents in Industry* – London.
- 26) Koch, R. (1991) – *Umweltchemikalien* – VCH, Berlin.
- 27) UNEP, *Manual do APELL*, Public. Associação Brasileira de Indústrias Químicas (ABIQUIM). Ver. Final 1988, 1ª edição, 1990.
- 28) Arbuckle, J.G.; Vanderver Jr., T.^a; Wilson, P.^aJ. – *SARA Title III Law and Regulations: A Handbook covering The Emergency Planning and Community Right-To-Know Act* – Government Institutes Inc., ISBN; 086587-760-2, Rockille, 1989.
- 29) Chemical Manufacturers Association, *Emergency Warning System*, CMA, Washington D.C., 1987.
- 30) Chemical Manufacturers Association, *Community Emergency Response Exercise Program*, CMA, Washington D.C., 1986.
- 31) Hans, J.M.; Sell, T.C. – *Evacuation Risks: Na Evaluation* – EPA, national Environmental Research Center, Rep. EPA 520/6-74-002, Las Vegas, 1974.
- 32) Solomon, K.^a; Rubin, M.; Okerent, D. – *Risks from the Storage of Hazardous Chemicals* – Ucla-Eng-76125, Los Angeles, 1975.
- 33) Lewis, H.W. – *Risk Assessment Review Group Report* – U.S. Nuclear Regulatory Commission, Rep. NUREG/CR-0400, Springfield, 1978.
- 34) Sax, N.I. et Lewis, Richard J. – *Dangerous Properties of Industrial Materials* – 7 th. New York, Van Nostrand Reinhold, 1989. 3v.
- 35) Goes, Roberto C.S. – *Manual de Toxicologia do Refino de Petróleo* – 2ª edição,

s. 1, PETROBRÁS, s.d.

- 36) ACGIH (U.S.) – *Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices* – Cincinnati, ACGIH.