

## AS NOVAS DIMENSÕES DA SEGURANÇA AMBIENTAL NAS ATIVIDADES ECONÔMICAS COM POTENCIAL DE MAIS ALTO GRAU DE RISCO

*Pedro Monteiro Gondim\**

### 1. AS ORIGENS

Neste limiar do século XX, estamos diante de formidáveis desafios, apesar de todas as conquistas científicas e tecnológicas. Com efeito, o crescimento da população mundial e as exigências da parte que alcançou alto nível de desenvolvimento e padrão de vida aumentaram suas necessidades de alimentos e bens materiais. Em consequência, os meios de produção e transporte tiveram que acompanhar essa tendência e, daí, o gigantismo dos complexos industriais e portuários da atualidade; veículos de transporte aéreo de 250 passageiros e outros exemplos que seria ocioso citar. As vantagens desse superdimensionamento em termos de gestão, produtividade e economia foram óbvias; entretanto, têm gerado também um incremento dos riscos a níveis inimagináveis.

A experiência tem demonstrado que, em toda a realização da qual se possa esperar o maior bem-estar humano, sempre existirá a possibilidade de que possam sobrevir danos, dores e sofrimento.

### 2. RETROSPECTO DE ALGUNS SINISTROS

Alguns episódios mostram que essas palavras não são mera força de expressão. Em 20 de outubro de 1944 em Cleveland, Ohio, um tanque cilíndrico com a capacidade de 4.248 m<sup>3</sup> de gás natural liquefeito (GNL), no momento contendo 4.163 m<sup>3</sup>, apresentou vazamento, o líquido em parte escoou para uma área confinada e penetrou em canalizações de águas pluviais da vizinhança, onde havia inúmeras fontes de ignição. A inflamação e explosão elevaram as chamas até 840 metros de altura e os incêndios que lavraram provocaram danos numa área de raio superior a 400 metros. Próximos, havia três tanques esféricos adicionais, de 2.350 m<sup>3</sup> cada um. Após 20 minutos do colapso do tanque cilíndrico, o calor atingiu um dos tanques menores e ele também cedeu. Em consequência, 135 pessoas morreram e várias centenas ficaram feridas.

Em 1973, no estado de Michigan, a Michigan Chemical, fabricante de rações para animais, come-

---

\* Engenheiro da Divisão de Engenharia e Ciências do Ambiente, da Fundação Serviços de Saúde Pública, Rio de Janeiro.

teu um erro crucial misturando às mesmas, em vez de um enriquecedor de forragem, o produto químico PBB (bi-fenila-poli-bromada), cuja finalidade é tornar as matérias plásticas resistentes ao fogo. Em consequência, nove meses depois, vacas, galinhas etc, começaram a morrer aos milhares. A descoberta da causa só ocorreu em 1974, quando cerca de 1 tonelada de PBB já havia provocado a falência de muitos fazendeiros. O leite, todos os seus derivados e as carnes foram contaminados. Estudo feito pelo Instituto de Pesquisa Médica Mount Sinai de Nova York revelou que cerca de 9.200 000 habitantes do Estado acima citado contêm PBB no seu organismo, isto é, estão sob a ameaça de um produto reconhecidamente cancerígeno.

Em 1º de junho de 1974, às 16 53 h, na indústria química da Nypro Ltda, fabricante da caprolactama de onde provem o nylon-6, em Flixborough (Grã-Bretanha), a explosão de uma nuvem de vapor de ciclopropano causou o completo arrasamento da fábrica e danos em 1821 casas ou seja, 90% das habitações num raio de 3,5 km da mesma. Porém, o pior foram os 28 mortos e 36 feridos no local, e 53 feridos no exterior. Se o acidente houvesse ocorrido num dia útil, e não no domingo, o número total de vítimas poderia ter chegado a 2.000.

A 10 de julho de 1976, ocorreu o já famoso episódio de Seveso. Às 12:37 h, a temperatura do bloco B da indústria ICMESA subiu excessivamente, o disco de segurança soltou e deixou escapar para a atmosfera uma nuvem branca que envolveu aquela pequena localidade italiana. Tardamente, descobriu-se que a nuvem era de dioxina (2,3,7,8-tetra-cloro dibenzo [b, e] [1,4] dioxina), formado a partir do triclorofenol, produto final da indústria ICMESA. A dioxina recobriu todas as superfícies, inclusive das criaturas humanas. Seus efeitos, passados mais de cinco anos, não são integralmente conhecidos, embora se saiba que é uma substância estável, de alta toxidez e da qual se poderão temer efeitos teratogênicos e/ou mutagênicos. Além disso, as tentativas para neutralizá-la têm sido infrutíferas, permanecendo a área totalmente interdita.

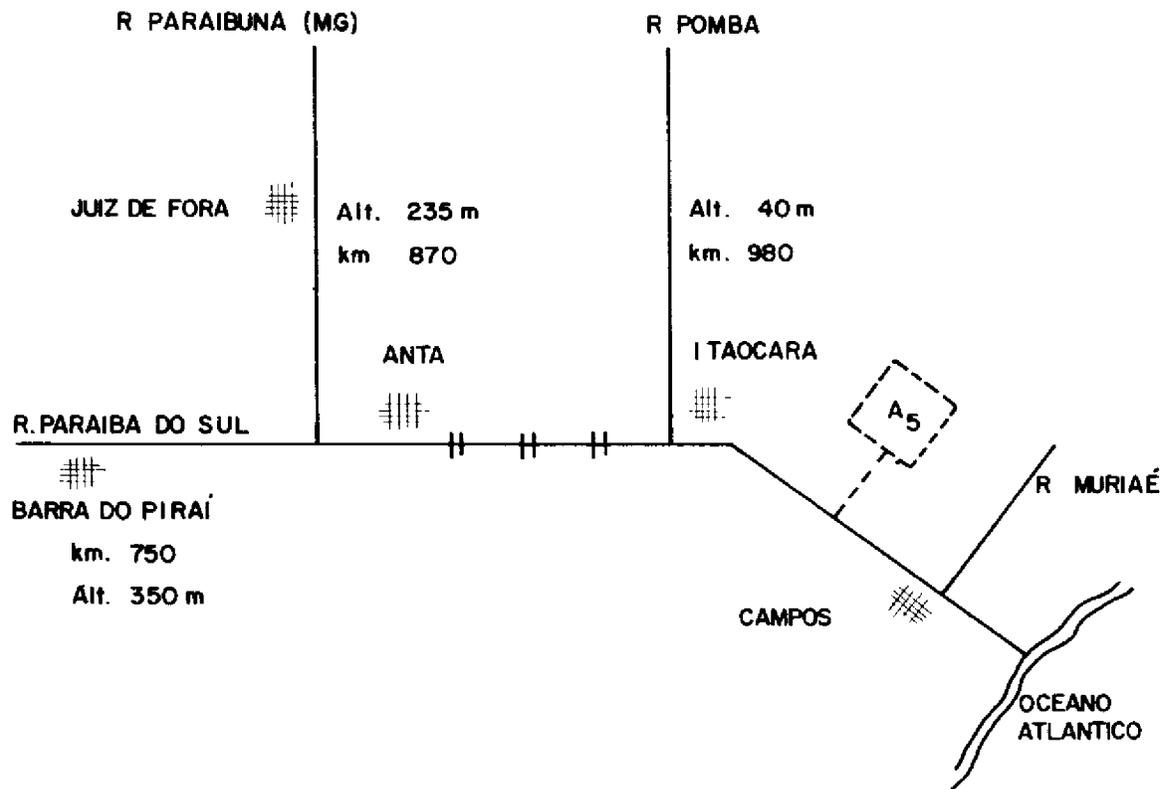
Na madrugada (pouco mais de 4 h) de 28 de março de 1979, a usina nuclear de Three Mile Island, próxima de Harrisburgh, operava normalmente, quando ocorreu o acidente: uma das bombas de sucção e recalque da água de condensação

do chamado circuito "secundário" de usina (caldeiras produtoras de vapor e turbina do gerador elétrico) falhou, paralisando a turbina e, após um encadeamento de falhas, inclusive humanas, houve vazamento de resíduos líquidos e escape de resíduos gasosos, havendo ainda a formação da ameaçadora bolha de hidrogênio, no alto do reator. A preocupação era de que o mesmo poderia explodir em contato com o oxigênio do ar. A falta de água no cerne fez com que este, por insuficiente refrigeração, fosse superaquecido, provocando graves danos nos elementos combustíveis, o que causou aquele vazamento de material radioativo (alguns dos produtos de fissão, sobretudo os voláteis) e a produção do hidrogênio. Evidentemente, o maior receio era de que as emissões de radionuclídeos para a atmosfera tivessem atingido as centenas de milhares de pessoas que vivem naquela área, o que felizmente parece não ter ocorrido, após os vários estudos realizados.

Para não deixar sem registro, um desses episódios no Brasil está na memória de todos, o que ocorreu na madrugada do dia 12 de maio do ano em curso, quando a barragem do lago de resíduos da Paraíba de Metais rompeu, permitindo que 90% dos 20 milhões de metros cúbicos de resíduos líquidos contendo metais tóxicos (Zn, Pb e Cd) fossem lançados no rio Paraíba, no Estado de Minas Gerais. Esse transportou a lama tóxica para o Rio Paraíba (Estado do Rio de Janeiro), do qual é afluente, poluindo suas águas. Diante da situação, as autoridades dos dois estados se viram forçadas a suspender o abastecimento público de água para cerca de 550.000 pessoas, durante mais de uma semana.

Por uma extensão de 330 km, do interior de Minas Gerais até quase o litoral fluminense, a água estava poluída por zinco, chumbo e cádmio, este em concentrações até 11 vezes a máxima permitida, que é de 0,01 mg/l. Além dos prejuízos para a população e as atividades econômicas, acresce notar a possibilidade de ter havido contaminação do solo, visto existirem, na área, projetos de irrigação e, em decorrência, o risco potencial da contaminação dos produtos de origem vegetal e animal.

A própria empresa causadora do desastre ecológico esteve fechada por 15 dias, pela aplicação das leis estadual e federal de controle da poluição, o que deve lhe ter trazido perdas irre recuperáveis.



REFERÊNCIA

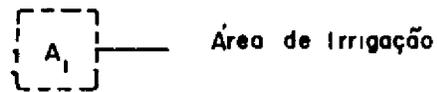


Fig. 2 1 - Esquema do Rio Paraíba do Sul

### 3. CARACTERÍSTICAS DAS ATIVIDADES DE ALTO GRAU DE RISCO

Entre todos os episódios descritos anteriormente, encontramos algumas relações que de certo modo explicam, embora não inteiramente, porque os eventos ocorreram. Sem preocupação com a ordem, seria possível enumerar as seguintes características: tamanho, concentração, complexidade dos processos e operações; riscos das matérias primas, produtos e subprodutos; riscos dos produtos armazenados e/ou transportados, qualidade do meio ambiente nas vizinhanças, muitas vezes reduzida pela poluição ambiental; distância do estabelecimento de trabalho das áreas habitadas e concentração populacional respectiva etc.

Além de ser incompleta, essa listagem deve ser interpretada, isto é, uma característica tanto poderá pesar isolada, como em conjunto com outras. Embora certas indústrias não possam ser consideradas como de grande porte, a exemplo a da Itália e a brasileira, a magnitude do risco ninguém poderá negar.

Há outros aspectos que têm que ser levados em consideração, como sejam os procedimentos inadequados dos responsáveis pela empresa e as autoridades governamentais.

No caso de Seveso, como a legislação italiana de 1934 e a suíça apenas faziam referência ao tricloro fenol, sem mencionar a dioxina, foi feita a localização da indústria a apenas 20 km de Milão. Não houve respeito aos regulamentos, nenhum cuidado por parte dos órgãos de fiscalização e nenhuma atenção aos sinais de alarme anteriores. Depois do acidente, o excesso de otimismo e a ignorância fizeram vista grossa sobre o acontecido, tendo conseguido transformá-lo num desastre em grande escala. Ainda é cedo para se fazer um balanço definitivo do acidente, porém, basta dizer que durante quinze dias entre os especialistas pairou a dúvida se seria necessária ou não a evacuação dos habitantes de Milão.

O acidente da central de Three Mile Island deve ser considerado o mais grave sinal de alerta no campo da produção da energia nuclear. Oficialmente, o relatório final da comissão de 12 membros do Governo Carter, após 6 meses de investigação, foi altamente crítico com relação à indústria nuclear e ao programa e regulamentação projetados para exercer um policiamento sobre a mesma.

Embora a comissão houvesse concluído que: "apesar dos graves danos à usina de energia nuclear", os desprendimentos de radioatividade após o acidente tiveram um efeito desprezível sobre a saúde individual".

Entre todos esses acontecimentos encontramos um traço comum: danos incomensuráveis, mortes e lesões no exemplo de Cleveland, explosão com uma potência comparável a de uma bomba atômica de baixa potência em Flixborough ou até centenas de milhares de pessoas atingidas. Demonstram, pelo menos, que houve uma mudança de escala, mesmo em relação às doenças profissionais mais comuns, como a silicose. Por outro lado, em vários deles, não se tem idéia exata dos resultados finais a longo prazo. Suspeita-se de efeitos genéticos, para os quais não podem ser feitas limitações espaciais ou temporais, tais como as que se fazem, por ocasião de incêndios ou explosões. É como diz, parafraseando, Lagadec: "o homem se junta à natureza, na sua capacidade de produzir cataclismas."

A indagação que muitas pessoas de responsabilidade estão fazendo em vários países é como seria possível evitar tais riscos que, além de provocarem a destruição de um vasto patrimônio industrial e mesmo urbano, podem simultaneamente enlutar tantos lares e deixar vestígios, após muitos anos decorridos.

### 4. A ANATOMIA DO RISCO

Durante a 2ª Guerra Mundial, as necessidades militares geraram novas técnicas de investigação de situações de máximo risco, o que fez com que se pensasse que estava completo o arsenal de recursos matemáticos e tecnológicos para a prevenção, das catástrofes. Contudo, o episódio de Harrisburgh veio lançar por terra muitas das concepções arduamente construídas, a fim de evitar que tais fatos acontecessem com os sistemas complexos, civis ou militares.

Os próprios conceitos básicos sobre os quais foi alicerçada a teoria do risco começaram a ser objeto de discussão, pelos estudiosos da matéria.

Durante a preparação para a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, em Estocolmo (1982), foi apresentada pela comissão organizadora a seguinte definição de risco: "a freqüência esperada de efeitos indesejáveis prove-

nientes de uma exposição determinada a um poluente específico". Em acréscimo, as estimativas de risco poderiam ser expressas em termos absolutos (excessivo) em relação à exposição e risco relativo (relação entre o risco na população exposta e a de outra não submetida à exposição). Hammer, em sua obra famosa, formulou a definição da maneira mais ampla: "risco é uma ou mais condições existentes de uma variável que possui potencial suficiente para provocar a degradação de um sistema".

E exemplificava: pela interrupção e/ou não cumprimento da missão, em termos do produto final, em forma total ou parcial e/ou aumentando os esforços programados em função do pessoal, equipamentos, instalações, materiais, recursos financeiros etc.

O risco seria então a probabilidade de possíveis danos num período específico de atividade do sistema, podendo ser expresso pela probabilidade de ocorrência do acidente e/ou danos às pessoas, recursos materiais e econômicos.

Foi desta maneira que o célebre relatório

Rasmussem, um Estudo da Segurança de Reatores na indústria civil dos Estados Unidos enfocou o problema. Adaptando à realidade brasileira o exemplo utilizado no mesmo, o risco significaria conseqüências por unidade de tempo; a freqüência, eventos por unidade de tempo e a magnitude, as conseqüências por evento.

$$(\text{Risco}) = (\text{Freqüência}) \times (\text{Magnitude})$$

No ano de 1978, houve 516.136 acidentes de trânsito; supondo 50% dos mesmos com veículos de passeio e admitindo 1 morte para cada 5 acidentes, aproximadamente, o risco social por acidente de automóvel seria aproximadamente de:

$$= 2,5 \cdot 10^5 \frac{\text{acidentes}}{\text{ano}} \cdot \frac{1 \text{ morte}}{5 \text{ acidentes}}$$

$$= 50.000 \text{ mortes / ano.}$$

Sendo a população brasileira de cerca de 120.10<sup>6</sup> habitantes, teríamos que a probabilidade de morte por acidente de trânsito seria de

$$\frac{50.000}{120.000.000} = 4,17 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mortes}}{\text{hab - ano}}$$

**Tabela 3 — Comparação de Risco para a População**

Tipo de estabelecimento	Efeito (mortes)	Médias anuais esperadas de Mortes por 10.10 <sup>6</sup> hab./1.000 Mw (e) de usina por ano.	
		Limites de exposição controlada a operação contínua	Risco total de acidentes (desprezível)
Reator nuclear	Por câncer	1	6.10 <sup>-5</sup>
Usina Termo-elétrica (óleo comb.)	Por doenças respiratórias (SO <sub>2</sub> NO <sub>2</sub> )	60	2.10 <sup>-4</sup>

Esta tabela, elaborada por Starr (1972), expressa muito bem o pensamento dos que desenvolveram este ramo maior da infortunistica. Se a probabilidade fosse  $X.10^{\alpha}$ ,  $\alpha$  valendo 6, 7 ou 8, a segurança seria a mesma que qualquer um teria de não ser atingido por um meteorito na cabeça.

É bem verdade que, até recentemente, a segurança das instalações de alto risco tem-se baseado sobre os bons resultados alcançados, considerando a probabilidade. Todavia, o notável estudo britânico sobre a ilha de Canvey na área de Thurrock (zona industrial de alto potencial de risco no estuário do Tâmsa) mostrou que havia a possibilidade da ocorrência de um sinistro, com uma probabilidade aproximada de  $10^{-4}$ . Se o mesmo ocorresse, morreriam cerca de 18 000 a 50.000 pessoas. Pelo visto, um evento desta força suplantara a todos os precedentes.

Decorre, por conseguinte, dos estudos referidos, uma dificuldade maior, a qual seria a de definir o que seja "segurança". Data de 1970, a definição do National Research Council da National Academy of Sciences dos Estados Unidos, a qual vinha resistindo, apesar de todas as suas deficiências, reconhecidas universalmente. Para um caso particular, "segurança seria a certeza prática de que uma substância não produziria danos, se fosse utilizada na quantidade e na forma inicialmente proposta"; e esta se poderia ampliar, dizendo que segurança seria a certeza prática de que qualquer tipo de matéria ou energia não produziria danos, se fosse utilizada na quantidade e forma inicialmente previstas. Restaria sempre a dificuldade de conceituar esta "certeza prática", que já se verificou não poder ser lastreada na experiência e a qual, segundo alguns especialistas, significaria riscos socialmente "aceitáveis".

## 5. METODOLOGIA DA INFORTUNÍSTICA RELATIVA AO ALTO GRAU DE RISCO

Graças ao trabalho fecundo de entidades como a Associação Brasileira de Prevenção de Acidentes (ABPA) e principalmente da FUNDACENTRO, o Controle de Perdas e a Engenharia de Segurança de Sistemas têm-se tornado conhecidos e já começam as suas aplicações no campo industrial.

Nos países desenvolvidos, essa estratégia é amplamente utilizada em todos os setores de atividade, tanto civil como militar. A chamada "gestão do risco", expressão condenada por muitos e sobre a qual não existe ainda um consenso geral, designaria o conjunto de meios pelos quais o gestor (ente responsável) poderia conhecer melhor os riscos a considerar, as decisões a tomar e como melhor justificá-las.

### 5.1 A Identificação do Risco

Esta lança mão de dois instrumentos poderosos baseados no método das árvores e da série de riscos.

#### 5.1.1 Árvores de eventos

É uma maneira indireta de se identificar os riscos e deriva da definição de risco por Hammer, pois, a uma "série de riscos" corresponde "uma seqüência de eventos" (danos a pessoas, e/ou instalações, equipamentos). Partem de um evento inicial, representando a origem da "série". Poderia ser a colisão de uma embarcação com um cais, o que permitiria que fosse explorada toda a seqüência de eventos decorrentes ou posteriores. J.T. Kopecek aplicou este tipo de análise ao estudo dos riscos relacionados com um terminal de gás natural liquefeito (GNL). Como se pode observar na Fig. 5 1, ela não permite a determinação dos riscos presentes, porém, mostra os numerosos pontos falhos do sistema.

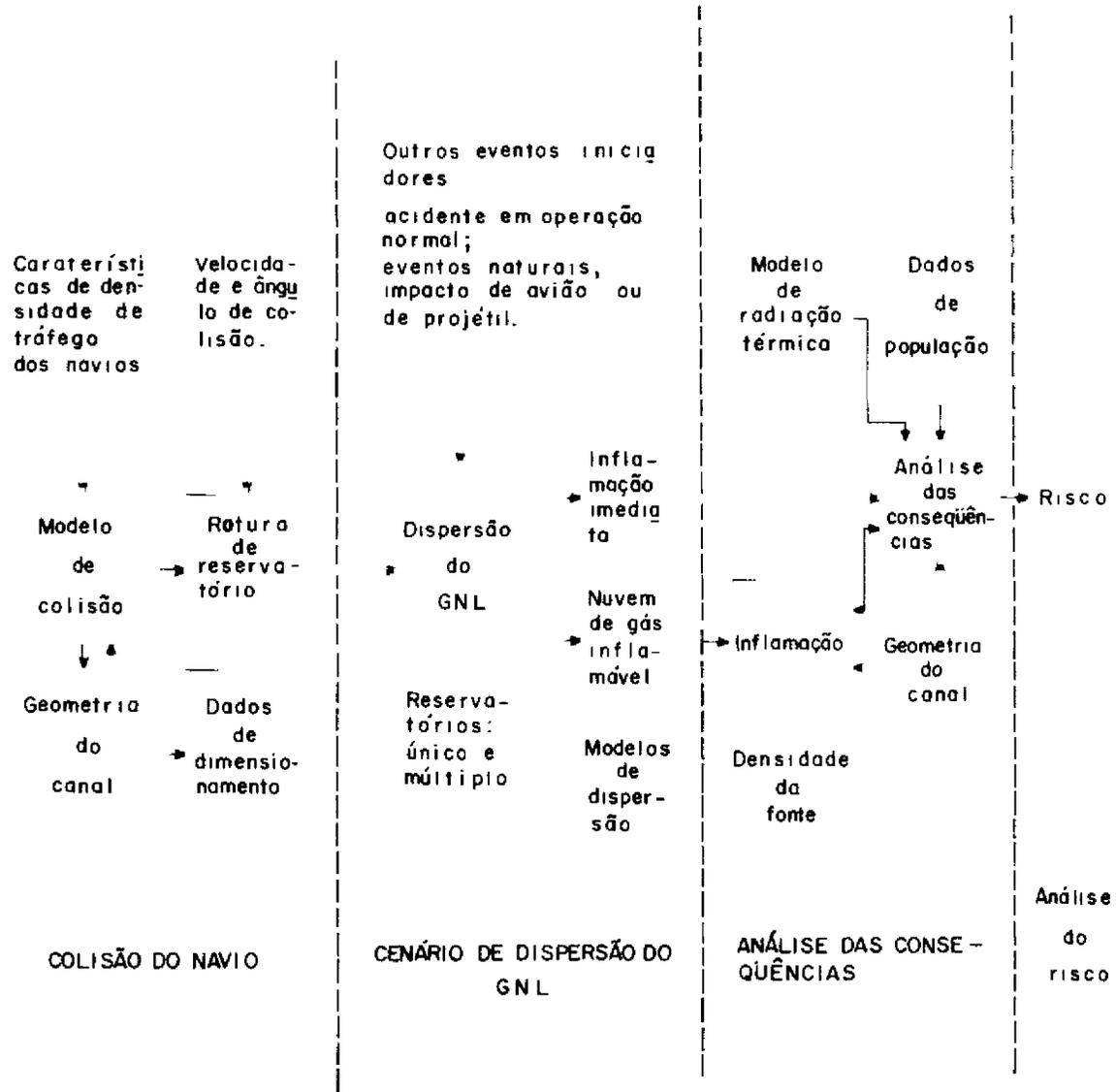


Fig. 5.1 Árvore de Eventos Para a Colisão de Uma Embarcação Com Um Terminal de Gás Natural Liquefeito

### 5.1.2 Série de Riscos

Depois de se determinar o risco inicial, que é a condição capaz de degradar o sistema, origem da série, são identificados os riscos contribuintes, que são aqueles que interagem com o primeiro e reforçam sua potencialidade para causar danos; finalmente o risco primário, que é quando se materializa o dano. O exemplo clássico de série de riscos é o da ruptura de um tanque de aço pressurizado como foi reproduzido por F.M.G.A.F, de CICC0 e M.L. Fantazzini em seu livro.

### 5.1.3 Análises Operacionais – Técnica dos Incidentes Críticos.

A noção de incidente crítico, qualquer evento ou fato negativo com potencialidade para provocar dano, com vistas a melhorar a segurança dos sistemas produtivos levou a Society of Automotive

Engineers (SAE), dos Estados Unidos, a introduzir os chamados critérios de criticidade.

Por critérios, entenda-se as relações entre a exposição a uma determinada condição insegura e a grandeza ou extensão dos efeitos indesejáveis desta exposição, dentro de circunstâncias especificadas, definidas por variáveis, umas relacionadas com o meio ambiente e as outras com os receptores (população ou recursos a proteger contra certos riscos).

Os critérios de criticidade, abaixo reproduzidos, estão na ordem decrescente de importância, de forma que podem assim ordenar as ações e a alocação de recursos, dentro da programação de segurança do trabalho, tanto na fase da análise dos sistemas como na execução das atividades preventivas e de controle. Para efeito do nosso trabalho, destacamos, apenas, os 2 primeiros.

Tabela 5.1.3 – Critérios de Criticidade

Prioridade	Critério
1	Incidentes que pela sua potencialidade possam afetar a integridade física dos recursos humanos do sistema de produção.
2	Incidentes que possam ocasionar o fracasso da missão ou do objetivo do sistema ou da empresa, ou seja, sua responsabilidade de produzir bens ou serviços, o que se traduz em uma paralisação total.
3	Incidentes que possam impedir o cumprimento da missão, em termos de entregar oportunamente, e em condições de preço e qualidade, o que o mercado espera (produtos, serviços ou sua função social).
4	Incidentes que, pela sua implicação, significam alterar a programação de recursos e esforços na produção de bens e serviços, e que se traduzem em um maior custo econômico, social e/ou de oportunidade.

Como ressalta De Cicco, a natureza qualitativa, a excessiva generalidade e abrangência dos critérios é uma limitação à aplicação dos mesmos.

### 5.1.4 Árvores de Falhas

Nestas, inversamente ao que se fez na árvore de eventos, a origem é o evento indesejável (falha, risco principal ou catástrofe) e, a partir deste, com raciocínio calcado na álgebra booleana, se constrói uma seqüência lógica que permite conhecer o caminho percorrido até a ocorrência do acidente. Faz-se aplicação dos módulos ou comportas lógicas, de uso freqüente no campo das telecomunicações e que, por necessidades militares ligadas à operação do sistema de lançamento do míssil inter-

continental “Minuteman”, passaram a constituir a peça chave do novo instrumento para a análise de riscos.

Nas obras referidas, há muitos exemplos de árvores de falhas, e o que apresentamos a seguir, bastante simples, serve apenas para mostrar como podem ser úteis nas mais diversas situações, como é o caso do processo de desinfecção por cloro, numa estação de tratamento de água (ETA). Supondo que haja o requisito de um residual de cloro livre de 1 mg/l na água potável, assumimos que tal condição não tenha sido satisfeita, o que poderia inclusive causar o risco potencial de uma epidemia de doenças entéricas na localidade (Fig. 5.14).

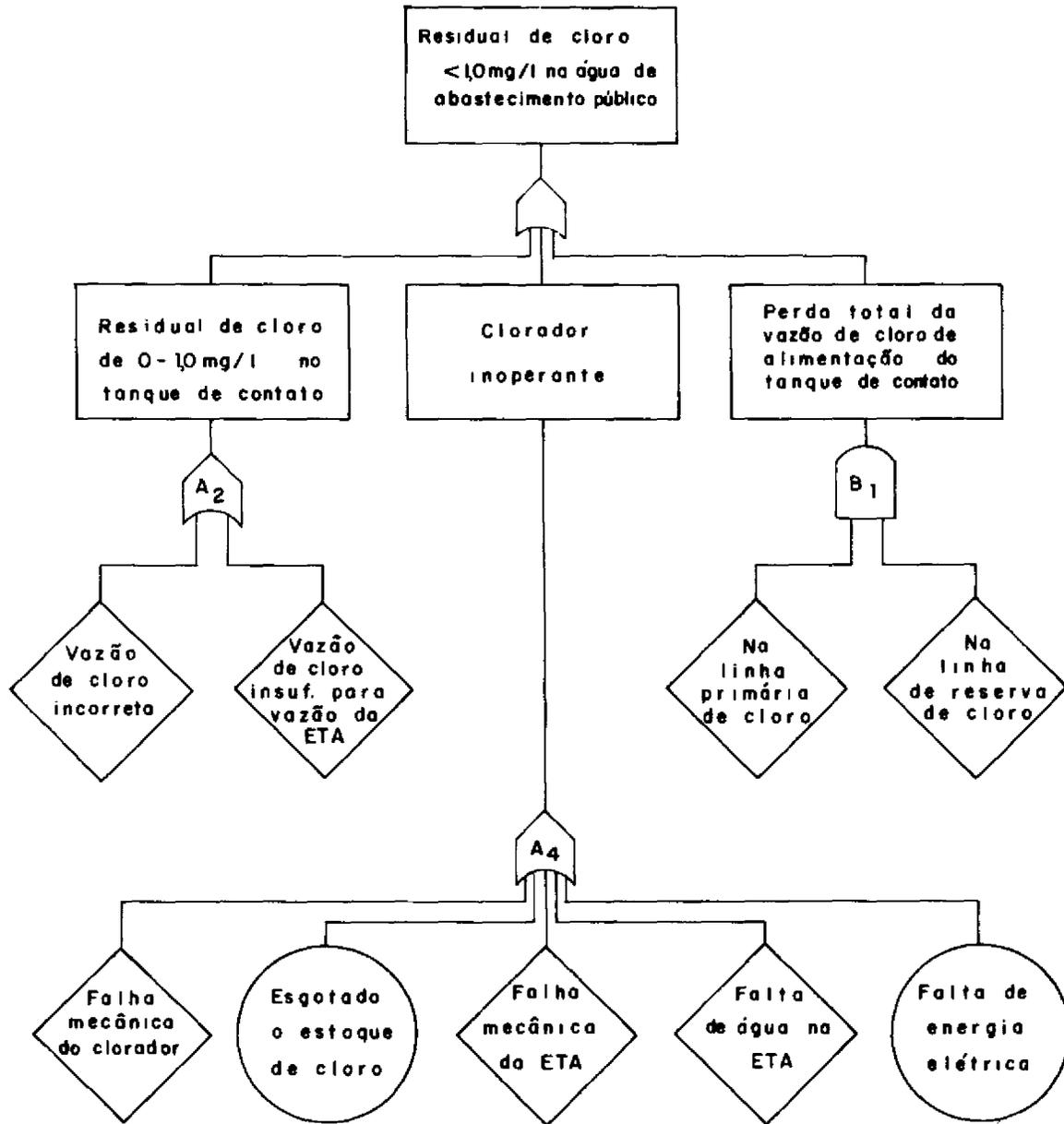


Fig: 5.1 4 - Árvore de Falhas Para um Residual de Cloro Inferior a 1,0 mg/l.

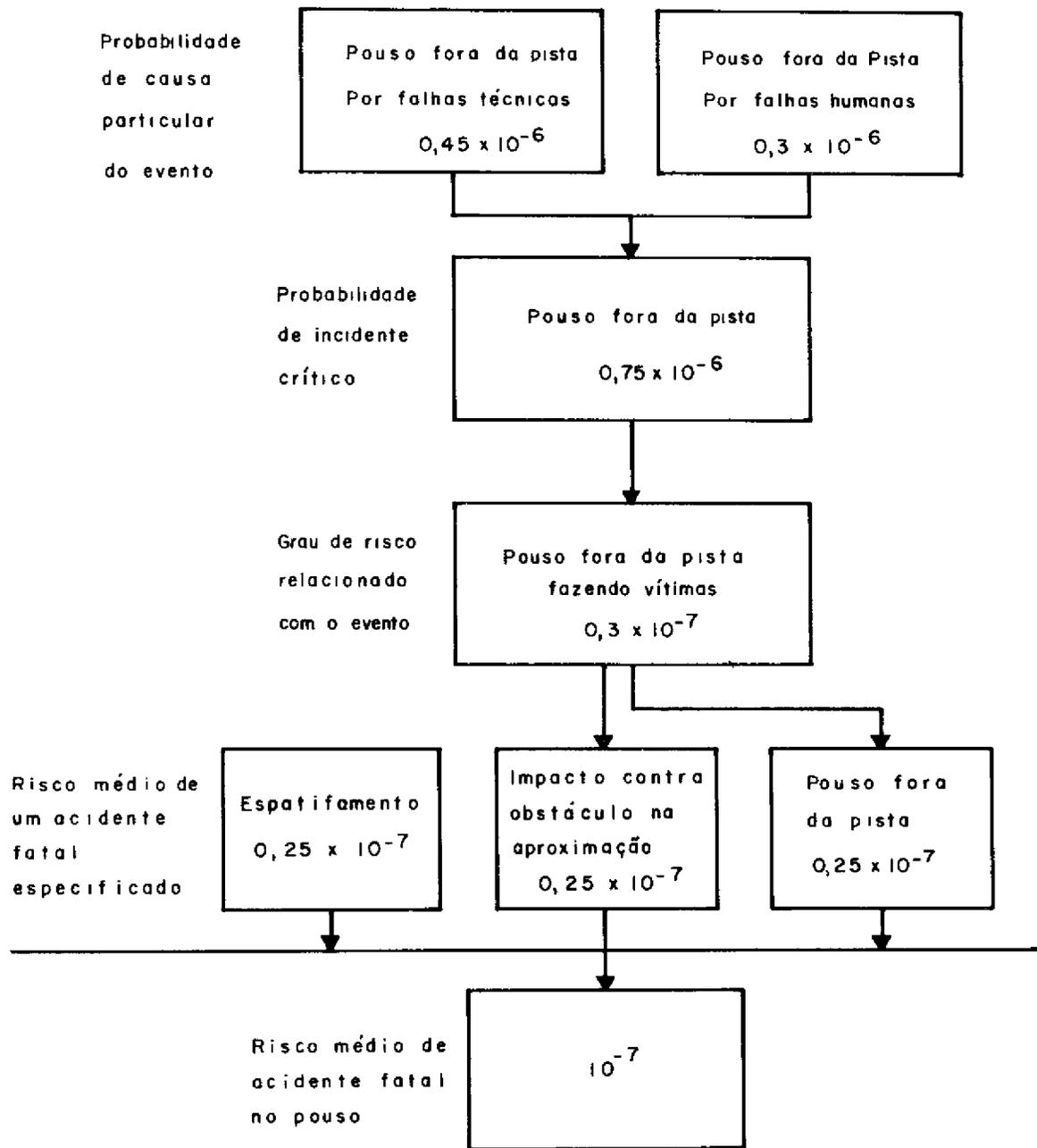


Fig. 5.2 Árvore de Eventos Para o Pouso de um Avião em Condições de Má Visibilidade, Com Estimativa

Os símbolos da árvore de falhas representados por  e  têm, respectivamente, o significado dos conectivos "e" e "ou".

## 5.2 A Estimativa do Risco

### 5.2.1 Árvore de eventos

Após a identificação dos perigos existentes, é necessário fazer sua quantificação, isto é, definir sua gravidade, frequência etc. Costumeiramente, isto se faz, indicando as probabilidades de ocorrência, nos componentes das árvores. Apresentamos, como exemplo, o caso da aterrissagem de um avião em condições de má visibilidade, como foi elaborada por J. Ravetz (Fig. 5.2)

### 5.2.2 Modos de Falhas e Análise de Efeitos

A experiência no uso da confiabilidade permiti-

tiu aos mesmos engenheiros da Society of Automotive Engineers (SAE) o desenvolvimento dessa técnica, a fim de identificar problemas que poderiam surgir de falhas em sistemas, subsistemas ou respectivos componentes. Os modos de falhas e análise de efeitos (MFAE) são um meio para a estimativa das taxas de falhas, isto é, a frequência com que as mesmas ocorrem (falhas por unidade de tempo, de operação ou de operação de sistema) e as suas conseqüências, de modo que sejam possíveis as medidas preventivas e de controle capazes de assegurar que o sistema ou equipamento opere dentro da normalidade.

As falhas que podem ocorrer em sistemas ou equipamentos seguem o modelo da Fig. 5.2.2, chamada de "curva da banheira" pela sua forma, e a estimativa das mesmas foi assim descrita:

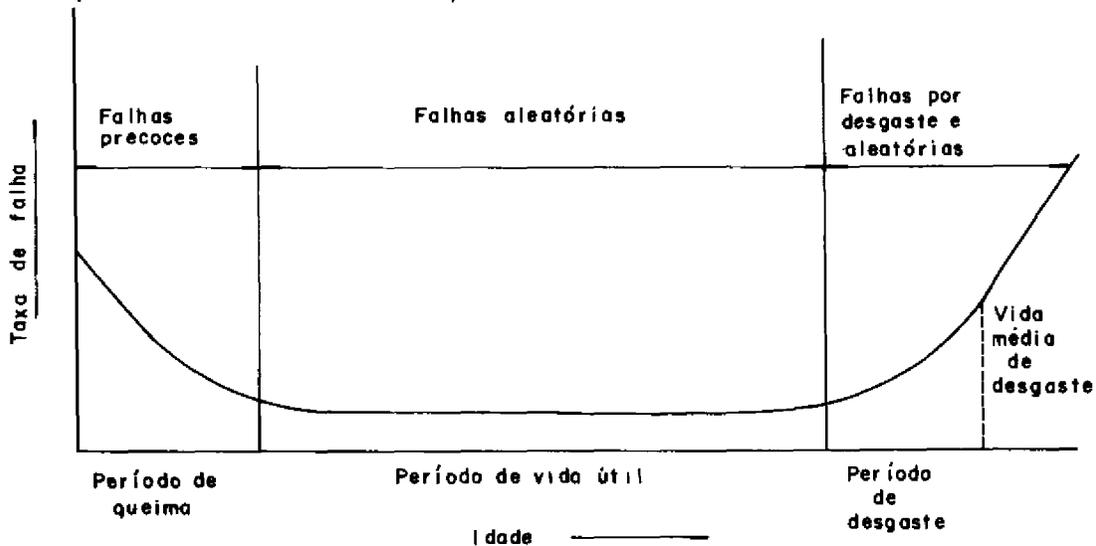


Fig. 5.2.2 Curva de Falhas

Tabela 5.2.2.1 - Estimativa de Frequência de Falhas

Falha	Frequência de falha (falha/tempo de operação)
Provável	1 em menos de 10.000 h
Razoavelmente provável	1 entre 10.000 h e 100.000 h
Remota	1 entre 100.000 h e 10.000.000 h
Extremamente remota	1 em mais de 10.000.000 h.

A mesma SAE, em sua ARP 926, estendeu a técnica dos Modos de Falhas e Análise de Efeitos para incluir a Análise de Criticidade. De fato, certos componentes ou peças de equipamento, em qualquer sistema, são especialmente críticos em relação à sua missão, à operação, e ao bem-estar dos operadores, de acordo com a experiência anterior,

ou o resultado de outras análises.

A norma MIL-STD-785 (militar norte-americana) de Requisitos para Programas de Confiabilidade, relativos a sistemas e respectivos componentes, exemplifica esta forma de estimar grosseiramente o risco, do modo em que é mostrado na Tabela 5.2.2.2

**Tabela 5.2.2.2 — Classe de Risco por Efeito de Falha**

Classe de Risco	Efeito de Falha
I — Desprezível	Não irá resultar em degradação maior do sistema nem irá produzir danos, funcionais ou lesões, ou contribuir com um risco ao sistema.
II — Marginal (ou limítrofe)	Irá degradar o sistema numa certa extensão, porém sem envolver danos menores ou lesões, podendo ser compensada ou controlada adequadamente.
III — Crítico	Irá degradar o sistema causando lesões, danos substanciais, ou irá resultar num risco inaceitável, necessitando ações corretivas imediatas.
IV — Catastrófico	A falha irá produzir severa degradação do sistema, resultando em perda total, lesões ou morte.

Nestas fases da análise de riscos sempre houve maiores referências a processo, operações, instalações ou equipamentos. Entretanto, muitos riscos advêm de falhas humanas e só recentemente começou o desenvolvimento de árvores de falhas, relativamente ao potencial de erros humanos nos sistemas de energia nuclear, porém, na fase da identificação, isto é, no aspecto qualitativo. É um campo que ainda pode render grandes frutos no futuro, desde que se determine a confiabilidade das respostas humanas, durante situações normais e de emergência, sob as mais diversas condições.

### 5.3 A Avaliação do Risco

É o capítulo mais complexo da análise de riscos, porque nela se tenta estabelecer uma correlação entre os resultados obtidos pela "estimativa" e os hábitos e preferências sociais. Existe sempre o recurso a instrumentos como a avaliação da vida humana, a comparação entre os riscos existentes

e os novos, o estudo da psicologia social e assim por diante.

Uma tendência que vem se formando é a de observar certos riscos existentes, extrair indicações sobre os níveis de riscos (probabilidades) aceitáveis e daí deduzir se os novos perigos introduzidos poderão ser qualificados de aceitáveis ou não. T. Kletz, um especialista britânico, salienta os méritos desta abordagem. Depois de um labor de análise estatísticas sobre os diversos riscos (acidentes de tráfego, inundações, transporte de produtos químicos, nuclear...) chegaríamos a conclusões deste tipo: "Nós temos assim uma base para avaliar os riscos de origem industrial para o público em geral. Se o risco médio para aqueles que forem expostos for inferior a  $10^{-7}$  por pessoa e por ano, tal risco deverá ser aceito, pelo menos a curto prazo, e nenhum recurso deverá ser alocado para sua redução".

Insinuante como possa ser esta proposta, há muitas dificuldades no seu caminho. No caso da

soz especialistas, após vários anos de trabalho exaustivo, preparou o famoso relatório que trata dos riscos de acidentes nos reatores de água leve, em uso nos Estados Unidos e na França. Desde a data de sua publicação, em fins de 1975, até 1978, ele foi estudado por outro grupo de especialistas e as críticas a suas lacunas metodológicas apareceram: trajetões, embora significativos, ausentes das árvores de falhas; eventos dependentes considerados independentes; probabilidades apresentadas mais rigorosamente do que realmente o eram, e assim por diante. Os ataques ao relatório ainda foram mais intensos porque, na opinião de alguns setores, além de servir como instrumento de trabalho, ele se prestava a ser um meio de pressão para favorecer um alívio nas restrições de segurança impostas aos construtores e a exploração respectiva pelas entidades públicas, à limitação das indenizações no caso dos danos provenientes de um acidente, enfim generalizando, propiciaria tudo que pudesse facilitar o desenvolvimento da energia nuclear.

Aqueles que são contrários à abertura dos procedimentos alegam que isto serviria à prática de erros e ainda produziria, inutilmente, inquietação pública. Outros argumentos, menos válidos, são a ignorância, a incompetência, a irracionalidade e a necessidade que a população tem desses bens, mesmo produzidos a elevado risco.

A tendência contemporânea em alguns países é a de seguir a segunda linha de pensamento. Nos Estados Unidos, como veremos, as novas leis permitem um amplo acesso aos documentos oficiais e o mesmo ocorre na Escandinávia. Na Suécia, por exemplo, há círculos de estudo para reflexão dos próprios cidadãos; realizam-se esforços na Áustria e na Dinamarca para informar a população em geral e no Canadá, houve um amplo debate público antes da instalação de um oleoduto no Vale do Mackenzie.

As mesmas idéias foram manifestadas num seminário de pesquisadores americanos e franceses, realizados em Orsay, França, em dezembro de 1981, patrocinado pela Academia Nacional de Ciências dos Estados Unidos e o Movimento Universal para a Responsabilidade Científica (MURS), cujo tema foi: "A avaliação dos riscos e processos de decisão". É bastante significativo que, simultaneamente com comunicações tradicionais sobre certos riscos como o nuclear ou referente à ozona, outras

preocupações emergiram como: os problemas psicológicos relacionados com o risco, tanto dos decisores como do público, a estratégia a ser seguida frente aos riscos das cheias nas zonas densamente povoadas, a competência dos tribunais, enfim, quase um exame, tipo diagnóstico de um acidente tecnológico, em todas as suas dimensões.

São justamente estas dimensões que ensejaram a formação das duas correntes de opiniões: uma, a daqueles que são favoráveis à centralização dos poderes de informação e decisão e a outra, a de que os mesmos devem ser compartilhados com a coletividade. A primeira, quando extremada, poderá causar sérios transtornos: a perda de credibilidade das autoridades, o risco, nos casos mais graves, de se verem desconsiderados, se não puderem controlar a situação; e, finalmente, o risco de que sejam forçadas a adotar medidas de exceção, para que, tendo perdido todo o crédito, possam recuperar sua capacidade de ação.

As grandes confusões a que se tem prestado essa expressão "avaliação de risco" levaram Patrick Lagarde, em sua tese, a sugerir alguns requisitos para sua realidade, dentre os quais, dois se destacam.

O primeiro é o de que a análise dos riscos relacionados com a execução de um projeto seja o ponto de partida para um estudo global do mesmo, tornando possível ter o conhecimento de todas as suas implicações, os benefícios reais correspondentes, os grupos sociais interessados, as alternativas das decisões possíveis, os riscos correlatos etc. Desta forma, a escolha seria um conjunto aberto e isto será tanto mais necessário, quanto mais grave for o risco. O segundo, é que esta escolha, entendida e apresentada em termos de desenvolvimento, deverá ser submetida a uma apreciação política. É fundamental que a alternativa "não fazer nada" seja completamente ignorada. Como declarou John Dunster, Deputy Director of the Health and Safety Executive britânico, "é necessário salientar: existem riscos que são injustificáveis quaisquer que sejam os benefícios econômicos que possam ser esperados das operações com as quais se relacionam".

Quaisquer que sejam as formas em que se aborde o problema em debate, o cientista de riscos se coloca diante de perplexidades que ainda não foram inteiramente afastadas. As figuras 5.1 e 5.2 ilustram o que acabamos de enunciar.

## 6. GESTÃO DE ATIVIDADES DE ALTO GRAU DE RISCO

Durante muito tempo foi fácil afirmar que o risco sempre existiu, pois o risco tecnológico teria aparecido junto com a tecnologia. Atualmente, não se pode mais insistir nessa idéia, por causa do aumento da gravidade desse risco. A mudança é decorrente da alteração em três variáveis essenciais: massa, espaço e tempo. A primeira significa que as quantidades de poluente, lançadas no meio ambiente, ou as de material combustível capazes de provocar um grande incêndio e/ou explosão, é o maior do que em qualquer época. O espaço, visto que a área atingida poderá alcançar dezenas ou mais de quilômetros quadrados, habitada por dezenas ou centenas de milhares de pessoas (Three Mile Island e Toronto no Canadá). Quanto ao tempo, há os efeitos a curto prazo e também a longo prazo, a exemplo, o de Toronto, citado acima ou a própria Seveso. Em Toronto (Canadá), a 10 de novembro de 1979, o descarrilhamento de um trem, transportando muitos produtos perigosos, dentre estes 90 t de cloro, causou múltiplas explosões, escape de cloro, determinando a evacuação de 240.000 habitantes da cidade.

Em suma, as proporções do sinistro poderão ser enormes, vastas as zonas ameaçadas, e de longa duração a ameaça à vida e à saúde das pessoas. O que se delineia é uma nova categoria de risco, como aquela que foi vista na Tabela 5.2.2.2.

Diante desta situação, tornou-se necessário criar novas configurações não tanto pelo lado tecnológico, mas, principalmente no aspecto gerencial.

Nos países desenvolvidos, esta preocupação tem-se fortalecido ultimamente, de modo que existe um movimento no sentido de uma redefinição das atividades associadas a um risco crítico ou catastrófico, para que haja a devida adaptação jurídica e administrativa às novas realidades.

### 6.1 Ação dos Órgãos Governamentais na Europa.

Na França, após o incêndio que destruiu a refinaria de petróleo de Feyzin, em 4 de janeiro de 1966, mudou a jurisdição relativamente aos "estabelecimentos classificados" e a vigilância exercida sobre os mesmos pelos poderes públicos. Com efeito, o controle dos mesmos, antes feito por peritos designados pelos prefeitos municipais, passou para o Serviço de Minas.

Na Grã-Bretanha, também, o relatório de Lord

Robens, em 1972, propôs uma reorganização administrativa importante com relação ao risco: a de que as responsabilidades divididas, as separações estanques, a superposição das atribuições, a dispersão na constituição e no exame dos arquivos de segurança não fossem mais aceitáveis. A resposta legislativa, por uma seqüência de textos, entretanto, apenas trazia uma correção marginal após a ocorrência dos acidentes, como a tragédia de Aberfam que sepultou sob o carvão amontoado junto a uma mina, 144 pessoas, dentre as quais, 116 crianças (10.10.66). A lei tratava simplesmente dos poços das minas.

Uma lei que considerava a segurança industrial de maneira global foi promulgada em 1974, o Health and Safety at Work Act, criando a Health and Safety Commission, organismo tripartite (patronal, sindicatos e autoridades locais sob a tutela ministerial) encarregado da execução geral da política de ação referente ao risco industrial, principalmente o alto risco que afete a segurança da coletividade. O órgão executivo da Comissão, e o Health and Safety Executive. Um dos seus comitês assessores (Advisory Committee sobre riscos preponderantes) proporia, em 1976, certo número de novos princípios em assuntos de segurança industrial. Exemplificando, não bastaria ao industrial apresentar um bom material. Ele teria que provar que manteve uma abordagem geral para o risco, que se cercou de pessoal qualificado, que pôs em operação controles independentes para os seus processos de fabricação etc.

Como resultado final, é bom narrar o caso do estudo dos riscos existentes na zona portuária de Canvey Island, já referido anteriormente, que levou dois anos (1976 - 1978), custou cerca de 400.000 libras esterlinas e demandou os esforços de três dezenas de especialistas. O relatório final de alta qualidade permitiu ao Governo britânico tomar suas decisões de maneira mais esclarecida e pôr em execução um modelo de gestão mais adequado para a segurança desse importante polo industrial. Grande inovação constituiu a divulgação por extenso, ou quase, do relatório técnico, tornando-o acessível ao público em geral, e concluindo que os riscos existentes eram justificáveis desde que fossem feitas algumas mudanças na tecnologia utilizada. Este procedimento estaria de acordo com a opinião expressa no primeiro relatório do Advisory Committee já referido: "Certas questões colocadas pelos riscos não deveriam ser tratadas somente por especialistas".

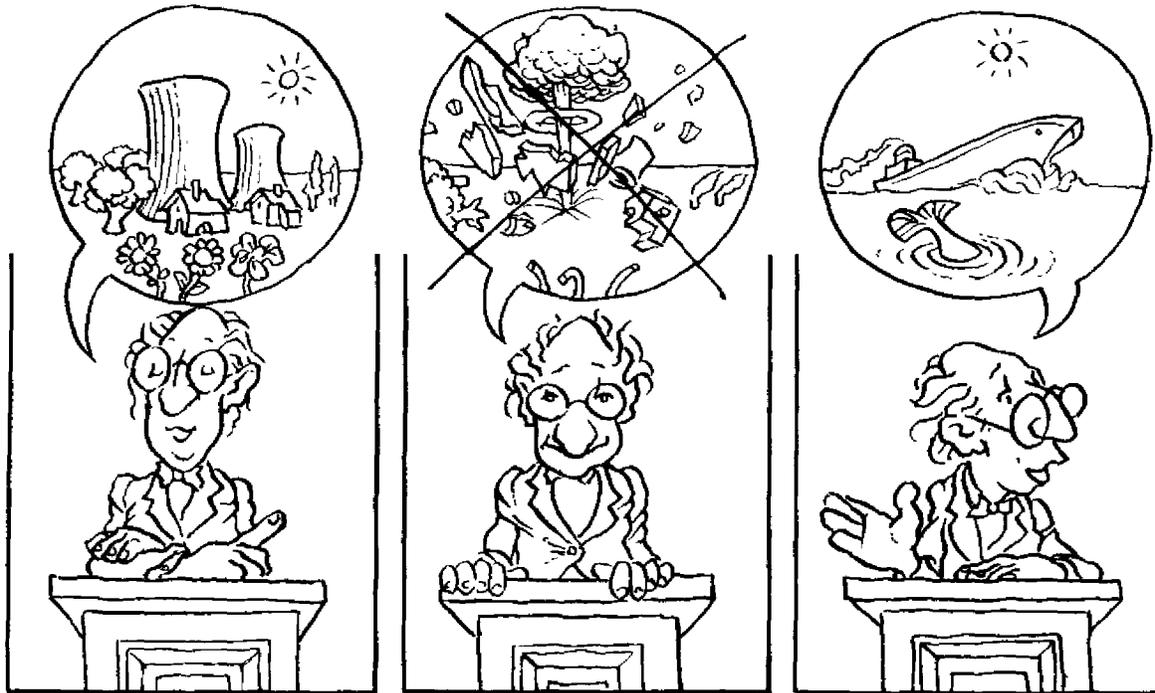


Fig. 6.1 — Perplexidade dos Cientistas frente aos grandes riscos

## 6.2 Ação dos Órgãos Governamentais na América do Norte

Estas novas exigências sociais fizeram com que nos Estados Unidos, em 1972 (13.10.72), fosse criado pelos legisladores americanos o "Office of Technology Assessment" junto ao poder legislativo, dotado de recursos consideráveis. Caberia a este organismo ordenar as decisões referentes às limitações da liberdade de escolha e a projetar as ações ótimas a serem empreendidas. Por um lado, seria necessário examinar tudo aquilo que é apresentado tradicionalmente como "por necessidade" e isto se explica pelo fato de que todos os modos de desenvolvimento costumeiros são sujeitos a questionamento. Do outro, ter a possibilidade de defletir as escolhas estudadas, o que exigiria uma melhor partilha da capacidade de informação, conhecimento, decisão e controle. É, como diriam F. Hetman e J.C. Derian A. Staropoli: trata-se de apreciar conjuntamente a tecnologia, a sociedade e o ambiente natural e "o que caracteriza a Avaliação Tecnológica é a associação durante a fase da identificação, com os grupos sociais interessados".

É bem verdade que já em 1969, O National Environmental Policy Act fazia a exigência de que

os órgãos competentes preparassem um relatório de impacto ambiental, relativo às ações federais que afetassem sensivelmente a qualidade do ambiente humano. Em 1970, o Council on Environmental Quality editou as diretrizes para a preparação dos relatórios de impacto ambiental e, posteriormente, em 1977, no Governo Carter, seria promulgada a regulamentação que substituiu as diretrizes anteriores. Esta regulamentação recomenda que se usem todos os meios práticos, consistentes com o The National Environmental Policy Act (NEPA) e outras considerações essenciais da política nacional, para restaurar e promover a qualidade do ambiente humano e evitar ou minimizar quaisquer efeitos adversos sobre a sua qualidade decorrentes de ações humanas. E o que é importante, friza que os procedimentos do NEPA devem assegurar que a informação ambiental fique disponível para os servidores públicos e cidadãos antes que quaisquer decisões sejam tomadas e as ações executadas. Esta informação deverá ser de alta qualidade, e a análise científica rigorosa, as críticas dos peritos das repartições públicas e o escrutínio público serão essenciais para a implementação do NEPA. No próprio modelo para a redação do relatório de impacto

ambiental, há uma seção que trata especificamente da "circulação" do mesmo, o qual deverá, completo ou na forma de sumário, ser fornecido a qualquer pessoa, organização ou repartição que o solicite.

A análise do risco está implícita na seção que trata dos efeitos que a ação humana irá provocar: diretos, causados pela mesma e ocorrendo ao mesmo tempo e no mesmo lugar; indiretos, os quais

são causados pela ação e aparecem mais tarde ou em locais afastados pela distância, mas ainda previsíveis. Os efeitos indiretos são descritos como aqueles que possam induzir crescimento ou outros relacionados com mudanças provocadas no modelo de uso do solo, densidade da população ou taxa de crescimento e efeitos relacionados com o ar, a água e outros recursos ambientais, incluindo os ecossistemas.

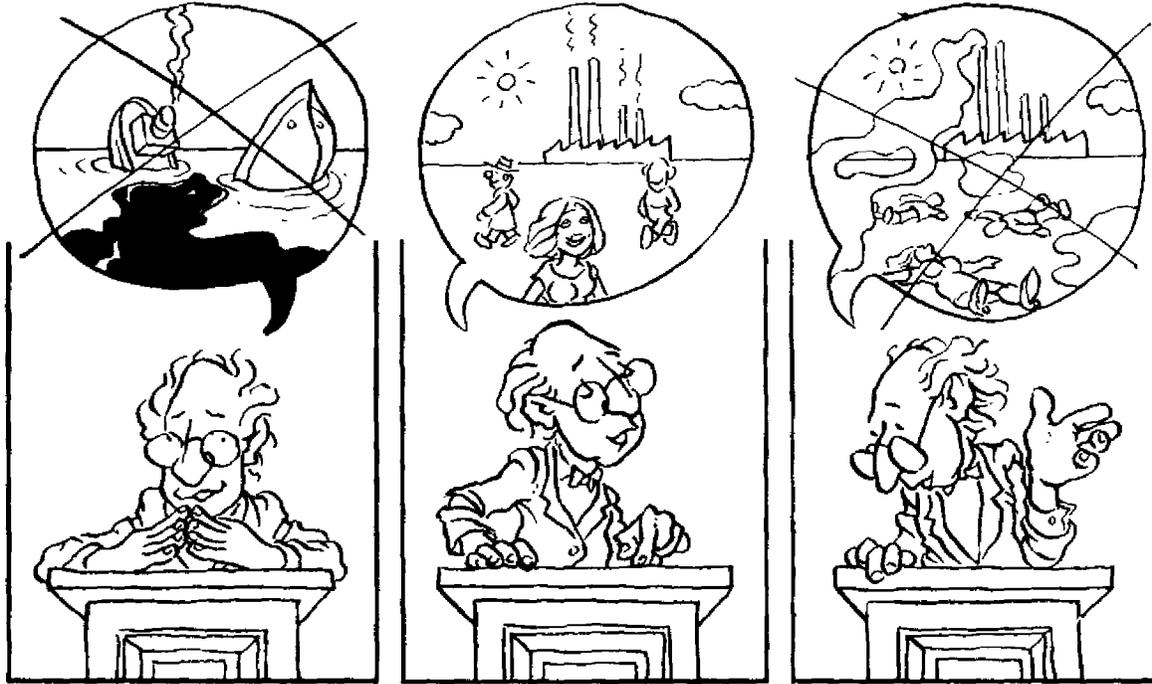


Fig 6.2 – Perplexidade dos Cientistas frente aos grandes riscos

### 6.3 Ações no Brasil

#### 6.3.1 Órgãos Governamentais

O Decreto nº 200, que atribuiu ao Ministério do Interior as calamidades públicas, foi seguido pelo Decreto Nº 67.347 de 5.10.70, que estabeleceu diretrizes e normas de ação para a defesa permanente contra as calamidades públicas, e criou Grupo Especial para Assuntos de Calamidades Públicas – GEACAP. Dele também surgiu a definição oficial para calamidades públicas, como sendo: "a situação de emergência, provocada por fatores anormais e adversos que afetam gravemente a comunidade, privando-a total ou parcialmente, do atendimento de suas necessidades ou ameaçando a existência ou integridade de seus elementos componentes".

O GEACAP, sendo o instrumento de articulação de esforços do Ministério do Interior com os demais Ministérios e com entidades públicas ou privadas, estranhamente ficou sem nenhum representante do Ministério do Trabalho. E vimos, no caso da indústria do rio Paraíba, que o que ela provocou se enquadra perfeitamente no objeto das ações do GEACAP.

Antes mesmo da legislação logo acima referida, o Decreto Nº 66.204, de 13.02.70, regulamentava o Fundo Especial para Calamidades Públicas – FUNCAP para atender às populações atingidas pelas calamidades, quando reconhecidas oficialmente pelo Governo Federal. Recentemente, o Decreto-Lei nº 83.839, de 13 de agosto de 1979, que dispõe sobre a estrutura básica do Ministério do

Interior, instituiu, dentro da Secretaria Geral respectiva, a Secretaria Especial de Defesa Civil (SÉ-DEC) e, dentro desta, forma criadas Coordenadorias Regionais da Defesa Civil para as diversas regiões do País, e Coordenadorias Estaduais. Já existem também cerca de 900 comissões municipais.

A Secretaria Especial de Defesa Civil tem por finalidade exercer, em todo o Território Nacional, a coordenação das atividades relativas às medidas preventivas, assistenciais e de recuperação dos efeitos produzidos por fenômenos adversos de qualquer origem, bem como aquelas destinadas a preservar a moral da população e o restabelecimento da normalidade da vida comunitária.

Realmente, tem-se visto como essa organização tem atuado com desenvoltura e pode-se dizer sucesso, em que pesem todas as dificuldades, devido a carência de pessoal e recursos que fazem com que os bons resultados dependam muito mais da abnegação e espírito de solidariedade humana dos que participam dessas ações.

Também, a legislação promulgada sob o impulso da Secretaria Especial do Meio Ambiente-SEMA, em seu Decreto nº 76.389, de 3 de outubro de 1975, Art. 7º, previu que "em casos de grave e iminente risco para vidas humanas e para os recursos econômicos", os poderes públicos estaduais poderiam adotar medidas de emergência, visando reduzir as atividades poluidoras das indústrias, embora a competência da suspensão do seu funcionamento coubesse ao Poder Público Federal, de acordo com o art. 2º do Decreto-lei nº 1.413, de 14 de agosto de 1975.

Por sua vez, a Lei nº 6.803, de 2 de julho de 1980, em seu art. 9º, II, especifica riscos de explosão, incêndios, vazamentos danosos e outras situações de emergência, como características dos processos de produção que implicam num sistema especial de licenciamento para sua implantação, operação e ampliação.

O importante é que as autoridades governamentais não ficaram alheias ao problema.

Para um país de dimensões continentais como o Brasil, em que as distâncias são consideráveis, é fácil compreender que somente estas constituem um sério obstáculo, se comparadas às existentes nos países europeus, por exemplo.

### 6.3.2 Empresas Privadas

Estas, particularmente as da indústria, têm co-

laborado, junto com empresas estatais, na medida de suas possibilidades, até cedendo brigadas de incêndio, equipamentos de proteção individual, como ocorreu recentemente no Rio de Janeiro.

## 7. A SEGURANÇA DO TRABALHO FRENTE AOS RISCOS CRÍTICOS E CATASTRÓFICOS.

Como foi expresso inicialmente, esta é uma era de mudanças. O próprio conceito de tecnologia tem hoje uma nova dimensão. Ela vai além dos componentes físicos, isto é, fábricas, máquinas, produtos ou obras infra-estruturais (estradas, redes de distribuição de água, depósitos etc). Estes são algo visível, e embora não sejam compreensíveis, destacam-se claramente, compreende, ainda, o que se pode chamar, por analogia com a informática, de componentes lógicos. Estes devem ser entendidos como cousas intangíveis: conhecimento, perícia técnica, experiência, educação e modalidades institucionais. Este novo enfoque da tecnologia é tão importante para aquela moderna de alta escala, como para a chamada "tecnologia apropriada", de grande interesse para os países em desenvolvimento. Também apelidada de "baixo custo" ou "intermediária" é característica daquelas que são utilizadas, formuladas em tais países ou importadas pelos mesmos. Isto não significa que não exista nos países desenvolvidos, onde as ditas tecnologias alternativas ou de menor dispêndio de capital ganham adeptos por sua maior atenção aos efeitos ecológicos e às reais necessidades sociais. Os biodigestores para a produção do biogás (60% metano) são um exemplo desta tecnologia.

O que tem ocorrido freqüentemente aos países em desenvolvimento, e este é o caso brasileiro, é que, ao transferir a tecnologia externa para o país, ela vem sob a forma de componentes físicos com o potencial dos riscos críticos, que possuem na origem. Nem sempre é possível eliminar todas essas causas de falhas. Nesse caso, restaria fazer um grande esforço para atuar no espaço concedido pelos componentes lógicos, e é aí que o conhecimento de todos aqueles instrumentos de análise de riscos já citados teriam sua correta aplicação.

É necessário, também, que a tecnologia gerada no país já tenha implícita nos componentes físicos toda a implementação dos meios coletivos de prevenção de acidentes.

Em ambos os casos, é importante que se atente ao que a Organização de Normas Internacionais (ISO) vem fazendo, ao preparar sua proposta (esboço) DEP/6241 (1982) onde estabeleceu os 14 requisitos básicos para o usuário de uma edificação dentre os quais a estabilidade, a segurança contra incêndios, a segurança na sua utilização e ambiência atmosférica.

Que lugar a segurança do trabalho, como é encarada atualmente, ocuparia em tudo isso? O problema tem que ser visto sob dois aspectos: o governamental e o privado. A experiência demonstrou que a empresa privada não pode arcar com todas as responsabilidades, a exemplo das situadas nos polos industriais, como os de Aratu e Camaçari, na Bahia, do Guaíba, no Rio Grande do Sul, ou mesmo dentro da área metropolitana de São Paulo, o ABCDM. Como já foi mostrado, já houve alguns esforços do governo para coordenar alguma ação na área federal, mas não é suficiente.

O caso das empresas privadas também apresenta dificuldades porque muitas delas não comportam ou mesmo não possuem um serviço especializado de segurança e medicina do trabalho. Mesmo

que existisse, o setor de segurança, preocupado com o problema rotineiro e essencial de proteção à saúde (doenças profissionais e integridade física dos empregados) não poderia dedicar o tempo necessário para a análise dos riscos críticos e catastróficos.

Urge criar novas estruturas tanto na órbita governamental como nas atividades privadas, que operem como componentes lógicos de uma nova tecnologia que seja capaz de prevenir catástrofes como as que foram descritas no início deste trabalho. Já temos o conhecimento das interações do meio ambiente com o homem (sistema humano individual), como sintetizam as figuras 6.1 e 6.2.

Aos profissionais da segurança do trabalho, de alto nível, já existentes no País, cabe uma tarefa importante, a de permitir que a sociedade industrial, que vimos criando, saiba como realizar suas aspirações, escolhendo os tipos de desenvolvimento que lhe parecerem mais adequados, executando as transformações necessárias, com pleno conhecimento dos riscos correspondentes e de como prevení-los, para a saúde, segurança e bem-estar da população.

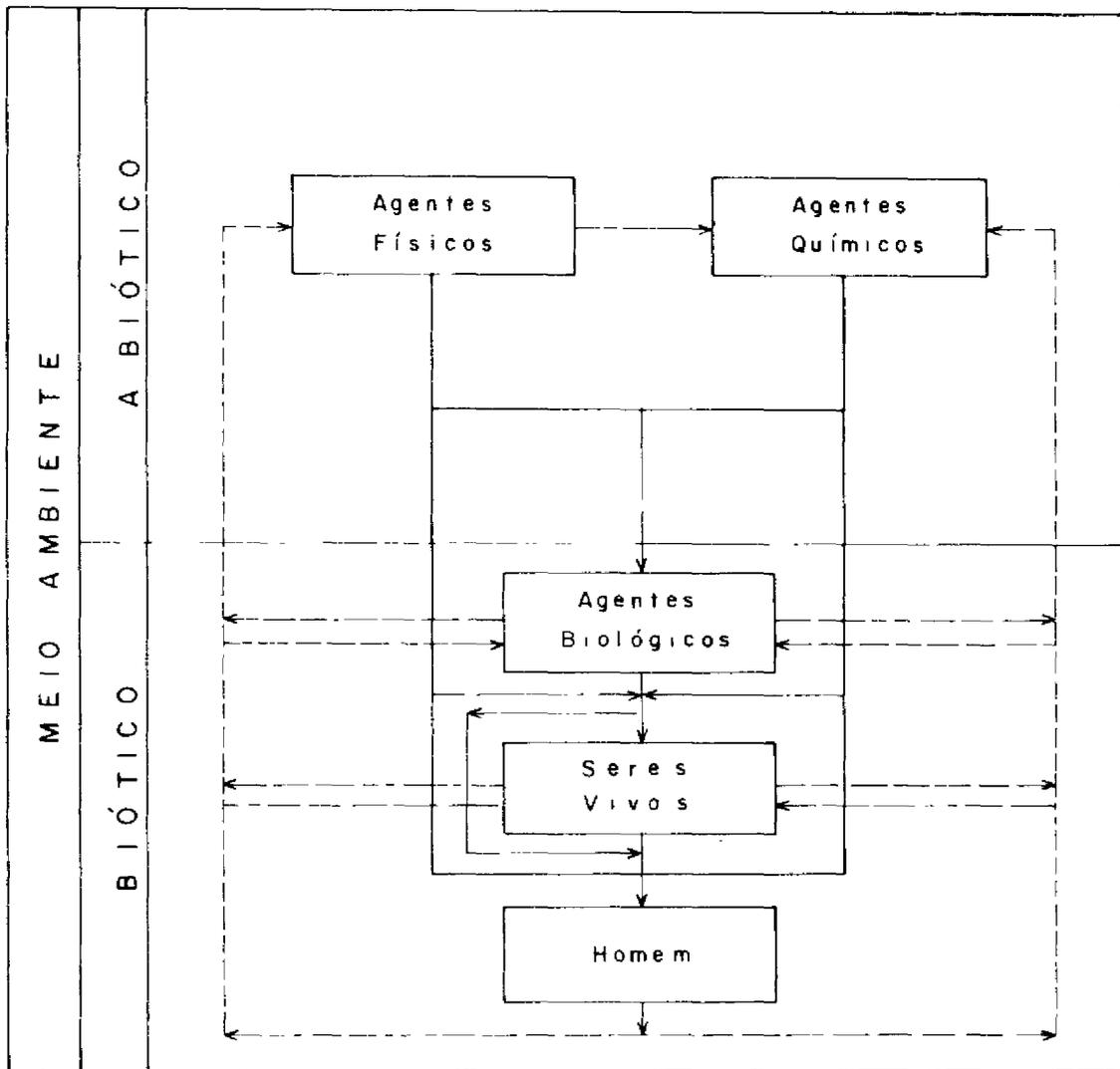


Fig. 7.1 Interações do Meio Ambiente com o Homem

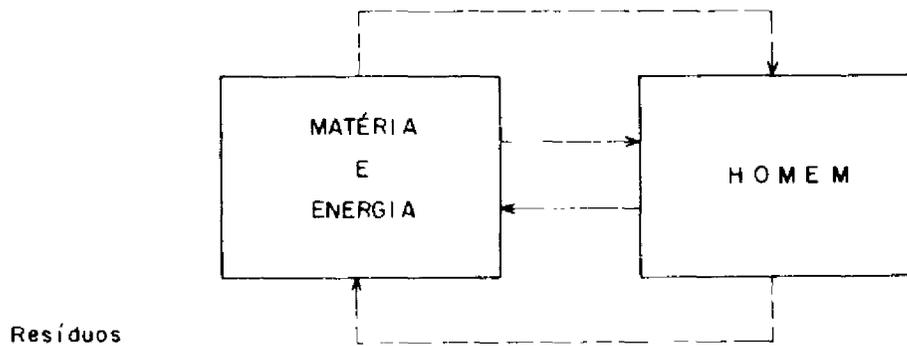


Fig. 7.2 Interações de Matéria e Energia com o Homem.

## 8. CONCLUSÕES

8.1 O número (cerca de 3.000.000) e o aumento anual de xenobióticos (produtos de origem antropogênica) no mercado mundial, capazes, alguns, de provocar danos irreparáveis ao homem e ao meio ambiente humano e também a geração e uso de quantidades cada vez maiores de energia, nas suas mais diversas formas, constitui uma fonte de riscos críticos e catastróficos.

8.2 A maneira de evitá-los, até o máximo das possibilidades humanas, será através do uso adequado dos instrumentos referidos na infelizmente de tais riscos (sec 5), sempre procurando seu aperfeiçoamento.

8.3 Não existe, a nível federal, estadual ou municipal, um organismo capaz de analisar o potencial de riscos críticos e catastróficos em cada área do território nacional em que haja essa viabilidade.

8.4 Ainda é grande nossa dependência da importação de componentes físicos para continuidade de nosso desenvolvimento econômico e social, embora muitos já sejam produzidos no País. Por conseguinte, não podemos consentir que os mesmos sejam destruídos em eventos catastróficos os quais também acarretariam perdas de elementos altamente experientes e qualificados, a um custo incalculável. É um preço muito alto com o qual o País não pode arcar.

## 9. RECOMENDAÇÕES

9.1 Que a FUNDACENTRO promova, com representantes de outros órgãos governamentais e empresas e entidades privadas, em data oportuna, um simpósio para tratar do problema dos riscos críticos e catastróficos

9.2 Que se procure pensar na criação de um Organismo Federal (Conselho Nacional de Análise de Risco), o qual, integrado na estrutura governamental existente, conte com representantes do Ministério do Trabalho, Interior, Saúde etc. . . para se reunir periodicamente e apreciar condições em áreas com potencial de risco crítico e catastrófico.

9.3 Que se melhore, tanto quanto for possível, os sistemas de comunicação e os serviços públicos, para o atendimento de emergências em caso de catástrofes.

9.4 Que dentro das empresas estatais ou privadas se procure criar uma "Comissão" independente da CIPA, formada por dirigentes, chefe do setor de segurança do trabalho e, se houver, de controle ambiental, para que juntos analisem, deliberem e tomem decisões relativas aos riscos críticos e catastróficos. A experiência mostrará a melhor maneira de executar as suas atividades.

9.5 Por último, que se mantenha o público informado, e a comunidade seja ouvida antes da implantação dos grandes projetos industriais, para que seu consenso não seja apenas derivado daquele pensamento de que: "as populações têm sempre aceito o custo do progresso e não vemos porque isso deverá mudar".

## RESUMO

O avanço científico e tecnológico permitiu que os meios de produção e transporte acompanhassem o crescimento populacional e da demanda de bens de consumo, porém, ao mesmo tempo gerou a possibilidade de eventos críticos e catastróficos. Quatro exemplos destes são citados: — o de Cleveland, o de Michigan, o de Flixborough, o de Seveso e o do rio Paraibuna. São referidas as conseqüências a curto e a longo prazo

Apresenta-se as características das atividades de alto grau de risco e a seguir discute-se a anatomia do risco e, dentro desta, a "segurança". Na metodologia da investigação do alto risco, mostra-se os instrumentos disponíveis dentro das três fases: identificação, estimativa e avaliação do risco, e com exemplos.

Na gestão das atividades de alto grau de risco são debatidas as ações governamentais em países da Europa, da América do Norte e no Brasil, e a respectiva legislação.

A nova dimensão da segurança do trabalho é exposta com referência aos riscos críticos e catastróficos. Refere-se que tanto a tecnologia avançada como a "apropriada" apresentam tais riscos, ainda mais que muitas vezes os trazem dos países de origem.

Salienta-se a necessidade de não adotar ou mudar a tecnologia existente, de modo que, nos seus componentes lógicos, estejam já implicadas as medidas institucionais e operacionais de prevenção desses riscos, para o que são sugeridas novas estruturas organizacionais tanto na esfera governamental como nas empresas privadas.

## SUMMARY

The scientific and technological advancement has allowed that the means of production and transportation have followed the population growth and the demand of the consumption goods, but, at the same time has made possible, critical and catastrophic events. Four of these examples are given, the ones of Cleveland, Michigan, Flixborough, Seveso plus the one of Paraíba river. There are references to the consequences at short and long time.

The characteristics of high level hazard activities were presented followed by the hazard anatomy, and within, the "safety". In the methodology of investigation of high hazards were shown the available means for the three phases: recognition, estimation and hazard evaluation together with examples.

In the management of high hazard activities, were discussed the governmental actions in European countries, in the United States, Brazil and, the respective legislation.

The new dimensions of safety are shown related to the critical and catastrophic hazards, either in the case of the developed technology, either of the appropriate technology. It was said that both present such hazards, also because many of them were brought from the developed countries.

It was stressed the necessity of no adoption, or change of the existing technology, in such way that its logical components imply the institutional and operational measures for preventing those hazards. For this purpose were suggested new organizational structures in the governmental administration and in the private companies.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ADDIE, A.N. et alii. Energy technology handbook. New York, Douglas M. Conside & McGraw-Hill Book Co., 1977. p 100-2.
2. AVILA, Fernando Bastos. O desafio ecológico. *Carta Mensal*. Rio de Janeiro, 24 (285): 11-18, dez 1978.
3. BARBOSA, Aluisio. Governador toma 5 minutos de banho no Paraíba do Sul. *Jornal do Brasil*. Rio de Janeiro, 23 jun 1982, 1º cad. p. 27.

4. BASTIAS, Hernan Henriquez. Introducion a la ingenieria de prevención de pérdidas. São Paulo. Ass. Bras. Prev. Acid. 1978, 288 p.
5. BLAIR, Etycl. H. 2, 4, 5-T. *Science*. Washington. D.C., 206 (4423), 7 dec. 1979.
6. BLANQUAT, Henry de Saint. Comment faire face aux nouveaux risques. *Sciences et Avenir*. Paris, p 14-18, fev. 1981.
7. BRASIL. Leis, decretos, etc. Decreto Nº 66.204 de 13 de fevereiro de 1970. Diário Oficial, Brasília, 17 fev. 1970. Sec. 1, pt. 1, p. 1201. Regulamenta o Fundo Especial para Calamidades Públicas – FUNCAP – e dá outras providências
8. BRASIL. Leis, decretos etc. Lei Nº 1413 de 14 de agosto de 1975. Diário Oficial, Brasília, Sec. 1, pt. 1, p. 10.289. Dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente provocada por atividades industriais.
9. BRASIL. Leis, decretos, etc. Decreto Nº 67 347 de 5 de outubro de 1970. Sec. 1, pt. 1, p. 8621-22. Estabelece diretrizes e normas de ação para a defesa permanente contra as calamidades públicas, e cria Grupo Especial.
10. BRASIL. Leis, decretos, etc. Decreto Nº 83.839 de 13 de agosto de 1979. Diário Oficial, Brasília, 14 de agosto de 1979. Sec 1, pt. 1, p. 11469-11471. Dispõe sobre a estrutura básica do Ministério do Interior e dá outras providências.
11. BRASIL. Leis, decretos, etc. Decreto Nº 76.389 de 3 de outubro de 1975. Diário Oficial, Brasília, 6 de outubro de 1975 Sec. 1, pt. 1, p. 13.329. Dispõe sobre as medidas de prevenção e controle da poluição industrial.
12. BRASIL. Leis, decretos, etc. Lei nº 6.803 de 2 de julho de 1980 Sec. 1, pt. 1 p. Dispõe sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição, e dá outras providências.
13. BRASIL. Ministério dos Transportes Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER). Anuário Estatístico. Rio de Janeiro, 1981, 327 p.
14. CICCO, F.M.G.A F & FANTAZZINI, Mario Luiz. Introdução à engenharia de segurança de sistemas. São Paulo, FUNDACENTRO, 1978 109 p.

15. CICCIO, F.M.G.A.F & FANTAZZINI, Mário Luiz. Método para a determinação matemática de prioridades para o controle de riscos. *Rev. Bras. Saúde Ocup.*, São Paulo, 37 (10): 69-71, jan/mar. 1982.
16. DIAS, Alvaro. Discurso: *Diário do Congresso Nacional*. Brasília, 16 jun 1982. Sec.1, p. 4740.
17. DUNSTER, John. Virtue in compromise. *New Scientist*, London, 26 mai 1977.
18. E.U.A. National Safety Council. Accidents facts. Washington DC, 1981.
19. ESPANHOL, Ivanildo. Efeitos ambientais das bifenilas policloradas (PCB's). Seminário Sobre Química Ambiental e Ecotoxicologia. São Paulo. CETESB, out. 1977. 37 p.
20. E.U.A. United States Nuclear Regulatory Commission. Reactor Safety Study. An assessment of accident risks in U.S Commercial Nuclear Power Plants. Executive Summary. Springfield, Vi. WASH-1400. oct. 1975, 1978 p
21. E.U.A. Environmental Protection Agency. Environmental quality the eleventh annual report of the council on environmental quality. Washington, D.C. 1980, 497 p.
22. GONZAGA, Sergio. Os impasses da questão. *Ciclo Engenharia e Sociedade*. Rev. Clube de Engenharia. 26-27, dez. 1979.
23. GORDON, Elisabeth. La Sécurité dans l'industrie chimique. *Le Monde*, Paris, 20 oct 1976.
24. GREEN, C, H. et BROWN, R. Life Safety: What is and how much is it worth? London. Building Research Establishment, 1978. p 1-7.
25. HAY, Alastair. W.M. Escape de Tetra-cloro di-benzo p-dioxina em Seveso. *Condens. de Tetrachloro dibenzo p-Dioxin release at Seveso. Disasters* 1 (4). London. In: Boletim de La Oficina Sanitária Pan-Americana, jun 1980. p. 542-551.
26. INFORMATIVO C.F.Q. Tecnologia Química. Rio de Janeiro. Ano IX (3), julh/ago/set 1980.
27. INTERNATIONAL STANDARDS ORGANIZATION (ISO). Frame work for the preparation of performance standards. In: *Technical Programm Technique* Geneve. ISO, DP 6241, 1982. p. 98.
28. JEQUIER. Nicolas. Tecnologia Apropriada. Problemas y promesas. Parte 1. Los Problemas de politica más importantes. Washington, D.C. Nicolas Jequier. Org. Panamericana de la Salud. 1979. 100 p.
29. KELLEY. David L. et ALLISON, Richard C. Fault free analysis and treatment plant instrumentation *Journal Water Pollution Control Federation (JWPFA)*, Washington. D.C. 53(1): 43-47, jan 1981.
30. LAGADEC, Patrick. Apprendre à gerer le risque. *Sciences et Avenir* Paris. p. 104-6, jan 1982.
31. LAGADEC, Patrick. Dossier:Faire face aux risques technologiques, *La Recherche*. Paris. 105 (10): 1146-53, nov. 1979.
32. LEGLU, Dominique. Des transports très speciaux. *Science et Avenir*, Paris, p. 33-38, jan 1981.
33. LIVINGSTONE, J. G. Production Vs. Safety. How shall we allocate our resources. Milbank, Imperial chemical Industries, Ltd. 1980.
34. LONGO, Waldemir Pirró Tecnologia e transferência da tecnologia Informativo do Instituto Nacional de Tecnologia (INI). Rio de Janeiro, 12 (23) 3-19, set/dez. 1979.
35. MAIA, Rander. Dioxina. Aspectos Químicos. *Engenharia Sanitária*. Rio de Janeiro. 17 (2): 219-0, abr/jun 1978.
36. MAURICIO, José, Comunicado à população *Diário do Congresso Nacional*, Brasília, 27 mai 1982. Sec 1, p. 3878-9.
37. MONIN, Françoise Harrois, Ses risques des energies douces. *Science et vie*, Paris, p. 88-9, set. 1978.
38. MORABITO, Rocco. O fantasma de Seveso ainda resiste. Até quando? *O Estado de São Paulo*, São Paulo, 20 de julho de 1978. p. 28.
39. OKRENT, David. Comment on societal risk. *Washington. DC Science*. 208 (442): 372-375. 1980.
40. OLIVEIRA, José Carlos e ALBUQUERQUE, Rui H.P.L. A relação ciência, técnica e sociedade. *Ciclo Engenharia e Sociedade*. Rev. Clube de Engenharia. p. 21-26, dez 1979.
41. PEREIRA, Esdras Francelino. Fecha por 15 dias a Paraibuna de Metais. *Jornal do Brasil* Rio de Janeiro, 18 de jun. 1982, 1º cad. p. 15.

42. POCHIN, Edward E. Estimated population exposure from nuclear power production and other radiation sources, Paris, Nuclear Energy Agency Organization For Economic Cooperation and Development, 1976, 47 p.
43. RADUAN, José Eduardo Vieira. Desempenho, uma nova dinâmica para as normas. *Eletricidade Moderna*. Rio de Janeiro, (102): 22-26, jan/fev. 1982
44. REGNAULT, Martine Allain et ADLER, Marie Ange. Seveso cinq ans après. *Science et Avenir*. Paris, p. 12-18, aout. 1981.
45. ROSEN, David J. et alii. The United States in: National Energy Profiles. New York, Kenneth, R. Stunkel Praeger Publishers, 1981, 413 p.
46. ROSSION, Pierre. Les experts réservés devant l'accident de Seveso. *Science et Vie*. Paris. p. 103-8, oct. 1976.
47. STARR, C et alii. A comparison of public health risks, Nuclear vs. oil fired power plants. *Nuclear News*. - Washington. DC. p. 37, oct. 1972.
48. WESTING, Arthur H. The Safety of 2, 4, 5 T. *Science*, Washington. D.C. (206)· 4423. dec. 1979.
49. WOLFF, Mary S, Human tissue burdens of halogenated aromatic chemicals in Michigan. *Journal of the American Medical Association (JAMA)*, Chicago, 247 (15): 2112 - abr. 1982.
50. WYNHOLDS, Hans W. et alii. Fault tree graphics application to system safety. Lockheed Missiles & Space Co, Inc. p. 97-110.
51. YOUNG, J & CONRADI, L. L. Including the potential for human error in fault tree analyses of nuclear power plant systems Benton, Boeing Engineering & Construction p. 1-7.