

APRESENTAÇÃO

Dando prosseguimento a sua missão de promover o desenvolvimento da Doutrina Brasileira de Defesa Civil, no âmbito do Sistema Nacional de Defesa Civil – SINDEC, a Secretaria Nacional de Defesa Civil – SEDEC está lançando os últimos volumes do Manual de Desastres.

Procurou-se apresentar três volumes significativos de informações relacionadas com os desastres antropogênicos e mistos, elaborados de acordo com a Classificação Geral dos Desastres e com a Codificação de Desastres, Ameaças e Riscos – CODAR, aprovados por Resoluções do Conselho Nacional de Defesa Civil – CONDEC.

O tema dos presentes volumes foi desenvolvido em duas **Partes** e em cinco **Capítulos**, distribuídos da seguinte forma:

1ª PARTE – DESASTRES HUMANOS

Capítulo I – Desastres Humanos de Natureza Tecnológica

Capítulo II – Desastres Humanos de Natureza Social

Capítulo III – Desastres Humanos de Natureza Biológica

2ª PARTE – DESASTRES MISTOS

Capítulo I - Desastres Mistos Relacionados com a Geodinâmica Terrestre Externa

Capítulo II- Desastres Mistos Relacionados com a Geodinâmica Terrestre

O presente Manual não pretende esgotar o assunto, mas despertar a atenção dos pesquisadores e estudiosos brasileiros, para uma imensa área do conhecimento humano – a **Sinistrologia** – cujo estudo terá que ser aprofundado no Brasil e no restante do mundo.

Deseja-se que o presente manual sirva como um referencial para o estudo e o gerenciamento dos desastres, no âmbito do SINDEC, e que desperte a atenção dos pesquisadores para a Sinistrologia.

Como o tema abordado é amplo, tem caráter multidisciplinar e eminentemente dinâmico, o presente Manual está aberto a revisões periódicas, em função da contribuição dos pesquisadores e estudiosos no desenvolvimento da Doutrina.

INTRODUÇÃO AO ESTUDO DOS DESASTRES HUMANOS

1. Generalidades

Os desastres humanos são consequência indesejável:

- do desenvolvimento tecnológico, quando não existe preocupação com o desenvolvimento sustentado;

dos riscos relacionados com o desenvolvimento industrial, quando a segurança industrial e a proteção do ambiente contra riscos de contaminação são descuradas;

- da intensificação das trocas comerciais e do conseqüente incremento do deslocamento de cargas perigosas;

- de concentrações demográficas elevadas, em áreas urbanas, quando as mesmas não são dotadas de uma infra-estrutura de serviços essenciais compatível e adequada;

de desequilíbrios nos inter-relacionamentos humanos de natureza social, política, econômica e cultural;

do relacionamento desarmonioso do ser humano com a sociedade e com os ecossistemas urbanos e rurais;

de deficiências dos órgãos promotores de saúde pública, muitas vezes agravados pelo pauperismo, por desequilíbrios ecológicos e sociais e por carência na estrutura de saneamento ambiental.

2. Classificação

Em função de suas causas primárias, os desastres humanos ou antropogênicos são classificados em:

Desastres Humanos de Natureza Tecnológica – CODAR – HT/21

Desastres Humanos de Natureza Social – CODAR – HS/22

Desastres Humanos de Natureza Biológica – CODAR – HB/23

CAPÍTULO I

DESASTRES HUMANOS DE NATUREZA TECNOLÓGICA

1. Generalidades

Os desastres humanos de natureza tecnológica são consequência indesejável do desenvolvimento econômico, tecnológico e industrial e podem ser reduzidos em função do incremento de medidas preventivas relacionadas com a segurança industrial.

Estes desastres também se relacionam com o incremento das trocas comerciais e do deslocamento de cargas perigosas e com o crescimento demográfico das cidades, sem o correspondente desenvolvimento de uma estrutura de serviços essenciais compatível e adequada ao surto de crescimento.

2. Classificação

Os desastres humanos de natureza tecnológica são classificados em:

Desastres Siderais de Natureza Tecnológica – CODAR – HT.S/21.1

Desastres Relacionados com Meios de Transporte, sem Menção de Risco Químico ou Radioativo – CODAR – HT.T/21.2

Desastres Relacionados com a Construção Civil – CODAR HT.C/21.3

Desastres de Natureza Tecnológica Relacionados com Incêndios – CODAR HT.I/21.4

Desastres de Natureza Tecnológica Relacionados com Produtos Perigosos – CODAR HT.P/21.5

Desastres Relacionados com Concentrações Demográficas e Riscos de Colapso ou Exaurimento de Recursos Essenciais – CODAR HT.D/21.6

TÍTULO I

DESASTRES SIDERAIS DE NATUREZA TECNOLÓGICA

1. Generalidades

O desenvolvimento tecnológico ocorrido nas últimas décadas promoveu o incremento do lançamento de satélites artificiais e, em consequência, a intensificação dos riscos de desastres provocados pela queda ou pela colisão destes artefatos, de seus veículos de lançamento ou de componentes dos mesmos.

Há que registrar também os riscos de perda de tripulações de satélites ou veículos tripulados em consequência de acidentes, durante os lançamentos.

2. Classificação

Os desastres siderais de natureza tecnológica são classificados em:

Desastres Siderais de Natureza Tecnológica, sem Menção de Riscos Radioativos –
CODAR – HT.SSR/21.101

Desastres Siderais de Natureza Tecnológica, com Menção de Riscos Radioativos –
CODAR – HT.SCR/21.102.

NÚMERO 1

DESASTRES SIDERAIS DE NATUREZA TECNOLÓGICA SEM MENÇÃO DE RISCOS RADIOATIVOS

CODAR – HT.SSR/21.101

1. Caracterização

Os satélites artificiais, veículos transportadores ou componentes dos mesmos, ao reentrarem na atmosfera, tornam-se incandescentes, em consequência do atrito resultante desses corpos, que caem em alta velocidade, com o ar atmosférico, que aumenta de densidade, na medida em que diminui a altitude. Em consequência do atrito crescente, esses corpos tendem a fragmentar-se.

Para proteger as tripulações desses feitos, as cápsulas tripuladas são guarnecidas por escudos protetores e podem ser dotadas de foguetes desaceleradores.

Nos demais casos, há interesse em aumentar os mecanismos fragmentadores, que podem ser intensificados pelo planejamento de linhas de fraqueza estrutural, que somente fiquem expostas aos efeitos incandescentes, durante a fase de queda.

As porções mais sólidas e compactas, que remanescem deste processo, ao impactarem sobre o solo, provocarão crateras, cujas dimensões serão definidas pelo **momento da força**, que resulta do produto da massa do corpo pela velocidade final no momento do impacto, e é medido em quilogrâmetros por segundo – **kgm/seg.**

O impacto do corpo sobre a superfície da Terra provoca uma onda de choque, de grande intensidade, que se propaga de forma esférica.

Quando o impacto ocorre sobre o solo, a onda de choque provoca a formação de uma cratera de paredes compactadas e eleva uma nuvem de poeira aquecida, cujas dimensões dependem do efeito de ação e reação entre as superfícies impactantes.

Quando o impacto ocorre na superfície do mar, o corpo fluido amortece o efeito impactante e ocorre um aquecimento circunscrito das águas.

2. Causas

A queda de corpos siderais artificiais ocorre quando, por algum motivo, o corpo perde velocidade e, em consequência, passa a orbitar em níveis mais baixos. Nas órbitas mais baixas, o efeito do atrito é crescente e mantém o processo de perda de velocidade.

O processo continua até que a força centrípeta da gravidade terrestre prepondera sobre a força centrífuga tangencial, resultante da velocidade de circunvolução orbital.

A rota do corpo em queda é influenciada pelos seguintes parâmetros:

- movimento de rotação da Terra;
- velocidade orbital residual;
- força da gravidade;
- ação do atrito, que tende a crescer nas baixas camadas, na medida em que o ar vai se adensando.

3. Ocorrência

Tendo em vista a grande quantidade de corpos artificiais que orbitam ao redor da Terra, existe uma tendência crescente a que os mesmos acabem atraídos pela força da gravidade e impactem sobre a superfície do planeta.

Em função de sua maior extensão, é mais provável o impacto sobre os oceanos, do que sobre os continentes.

Como as massas continentais são mais volumosas no hemisfério Norte que no hemisfério Sul e existe uma maior densidade de satélites nestas áreas, as probabilidades de impacto nos países do Norte são maiores do que nos países do Sul.

Como a Rússia e a China são os países de maior extensão territorial, no sentido dos paralelos, as probabilidades de impacto nos territórios destes países são maiores do que nos demais.

No Brasil, pelos mesmos motivos, as probabilidades de impacto na Região Norte são maiores que nas demais.

4. Principais Efeitos Adversos

A intensidade dos danos causados depende:

- **da magnitude** do impacto que, em última análise, da massa do corpo impactante;

- do grau de **vulnerabilidade** da área impactada, que varia em função da densidade populacional e do maior ou menor mobiliamento do território;

Os efeitos adversos são semelhantes, embora de menor intensidade, aos causados pelos meteoritos de grande porte, competindo destacar:

- o efeito **térmico** causado pelo atrito, que provoca a incandescência do corpo e forma um túnel circundado por gases superaquecidos;
- o efeito **mecânico**, causado pelo impacto do corpo na terra, que pode ser calculado em função do produto da massa pela velocidade terminal, e que libera energia mecânica, que se propaga segundo uma hemisfera, formando uma cratera;
- o efeito **impactante**, relacionado com a interação entre ação e reação, provoca elevação de temperatura na área impactada e a formação de nuvens de poeira;
- o efeito **sísmico**, consequência da disseminação das ondas de choque na crosta terrestre, permite a detecção das ondas de choque e a determinação de epicentro do impacto na superfície terrestre.

Até o momento atual, os danos mais importantes provocados por satélites artificiais dizem respeito à perda de tripulação de veículos espaciais, em consequência de avarias ocorridas no processo de lançamento.

Não existem registros de danos importantes provocados pelo impacto de corpos siderais artificiais sobre a superfície da Terra. Na Rússia foram registradas destruições de galpões e de unidades residenciais, mas nenhum óbito foi comunicado, em consequência destes impactos.

5. Monitorização, Alerta e Alarme

Os Centros de Acompanhamento de Satélites Artificiais têm condições de acompanhar a rota dos mesmos e de alertar, com razoável antecedência, sobre os riscos de queda iminente desses corpos siderais artificiais.

O alerta é difundido, muito rapidamente, para os governos dos países interessados. Nas condições atuais, os sistemas de monitorização têm condições de definir uma faixa, com poucas dezenas de quilômetros de largura, ao redor do globo terrestre, onde o corpo poderá impactar, em função de sua rota terminal.

Definida esta faixa, pode-se calcular as probabilidades relativas de impacto sobre as áreas emersas situadas na rota, em função das dimensões das mesmas.

A definição da provável área de impacto vai se tornando mais precisa nas voltas terminais do corpo, ao redor do globo terrestre e o cálculo da rota parabólica final é realizado em função dos parâmetros enunciados no item relativo ao estudo das causas das quedas destes corpos.

6. Medidas Preventivas

As principais medidas minimizadoras dos impactos são desenvolvidas no processo de construção destes bólidos.

Em princípio, somente as partes vitais dos veículos tripulados devem ser protegidas por escudos antitérmicos.

A instalação de foguetes de retrocesso pode reduzir a velocidade terminal e facilitar a abertura de grandes pára-quedas amortecedores do impacto.

Os ônibus espaciais tripulados são pilotados e têm suas velocidades gradualmente reduzidas, permitindo a sua aterrissagem em áreas previamente estabelecidas, comportando-se como grandes aviões, na fase terminal de seus vôos.

Os componentes dos veículos espaciais devem ser construídos de forma que, na fase de reentrada, a combustão e a fragmentação sejam facilitadas.

Algumas medidas de redução de riscos podem ser desencadeadas sobre os satélites em órbita:

- é possível, por meio de retrofoguetes disparados na órbita, antecipar o momento da queda, com o objetivo de estabelecer trajetórias de impacto mais favoráveis;
- pode-se provocar a fragmentação final dos bólidos, pelo acionamento de cargas explosivas após o reingresso;
- a recuperação de satélites altamente especializados e de grandes custos pó ser realizada por ônibus espaciais;

As medidas de defesa passiva são consideradas inoperantes em função da grande velocidade dos bólidos e de suas imensas forças impactantes:

- a construção de abrigos subterrâneos e de casamatas à prova de choques provocados por satélites artificiais, que impactam sobre a superfície da Terra, em velocidades superiores a 25km/seg, é inviável;
- da mesma forma, em função da velocidade em que ocorre a fase terminal da queda, é praticamente impossível evacuar a população da área ameaçada.

NÚMERO 2
DESASTRES SIDERAIS DE NATUREZA TECNOLÓGICA COM MENÇÃO DE
RISCOS RADIOATIVOS
CODAR – MT.SCR/21.102

1. Caracterização

É sabido que alguns satélites foram lançados com motores e corpos radioativos e que, no caso de queda destes satélites, além de todos os problemas estudados no número anterior, haverá mais um fator de complicação, relacionado com o risco radioativo.

2. Causas

Estes desastres serão causados pela queda de satélites artificiais com componentes radioativos.

3. Ocorrência

Embora possível, este padrão de desastre ainda não foi notificado.

4. Efeitos Adversos

Além de todos os efeitos adversos provocados pela queda de satélites artificiais e que foram estudados no número anterior, há que se acrescentar o risco relacionado com a radioatividade.

5. Monitorização, Alerta e Alarme

Além das medidas analisadas no número anterior, há que caracterizar a área de impacto, através de sismógrafos, com o objetivo de isolá-la.

Numa segunda fase, há que monitorizar os níveis de irradiação na área impactada.

6. Medidas de Prevenção e de Controle

Inicialmente, é necessário que todos os governos, que têm condições tecnológicas para lançar satélites artificiais, assumam o compromisso de lançar veículos sem componentes radioativos, em órbitas terrestres.

Também é indispensável que todos os veículos nestas condições, que já tenham sido lançados, sejam informados e sinalizados, para serem acompanhados com prioridade.

Após o impacto, é necessário deslocar para a área pessoal especializado e devidamente protegido que, depois de dimensionar o problema, recolhem e

condicionam o lixo atômico, em containeres blindados e revestidos por placas de chumbo.

Numa segunda fase, esses containeres são transportados para áreas de depósitos, devidamente arquitetadas e localizadas em locais distantes de áreas vulneráveis.

TÍTULO II

DESASTRES RELACIONADOS COM MEIOS DE TRANSPORTE SEM MENÇÃO DE RISCO QUÍMICO OU RADIOATIVO

1. Generalidades

Sob este título são relacionados os desastres com meios de transporte, sem menção de riscos de extravasamento de **produtos perigosos**.

Os desastres com meios de transporte são cada vez mais freqüentes e costumam ocorrer ao longo dos chamados **corredores de transporte** e nas proximidades dos **terminais de transporte**.

Algumas vezes, meios de transporte, como aviões e embarcações, desviam-se de suas rotas preestabelecidas e são dados como desaparecidos, exigindo complexas operações de busca e salvamento.

Evidentemente, a disciplinação das atividades de transporte são de capital importância para reduzir a freqüência e a intensidade destes desastres.

2. Classificação

Os desastres com meios de transporte, sem menção de riscos químicos e radiológicos são classificados em:

Desastres relacionados com Meios de Transporte Aéreo – CODAR – HT.TAE/21.201

Desastres relacionados com Meios de Transporte Ferroviário – CODAR – HT.TFR/21.202

Desastres relacionados com Meios de Transporte Fluvial – CODAR – HT.TFL/21.203

Desastres relacionados com Meios de Transporte Marítimo – CODAR – HT.TMR/21.204

Desastres relacionados com Meios de Transporte Rodoviário – CODAR – HT.TRV/21.205

NÚMERO 1

DESASTRES RELACIONADOS COM MEIOS DE TRANSPORTE AÉREO

CODAR – HT.TAE/21.201

1. Caracterização

A definição de **acidente aeronáutico** é a seguinte:

Toda ocorrência relacionada com a operação de uma aeronave, entre o período em que uma pessoa nela embarca, com a intenção de realizar um voo, até o momento em que todas as pessoas tenham desembarcado da mesma, desde que, durante o qual, ocorra uma das seguintes situações:

- qualquer pessoa sofra lesão grave ou morte, como resultado de estar na aeronave, ou por contato direto ou indireto com qualquer de suas partes, incluindo as que dela tenham se desprendido;
- uma falha estrutural da aeronave, afetando seu desempenho e as características do voo;
- a aeronave seja considerada desaparecida ou encontrada em local de muito difícil acesso.

Os desastres aéreos caracterizam-se por apresentarem elevados índices de mortalidade e os sobreviventes feridos ou incólumes costumam ser raros.

Os principais traumatismos, normalmente mortais, que costumam ocorrer nestas circunstâncias, são as grandes queimaduras, na grande maioria dos casos, com carbonização do corpo, o que dificulta a identificação e os politraumatizados, especialmente entre os corpos ejetados no momento do impacto.

2. Causas

Os desastres com meios de transporte aéreo costumam ser provocados por:

- falhas ou defeitos **estruturais** das aeronaves;
- **manutenção** deficiente das aeronaves;
- **colisão** com outras aeronaves ou com elevações;
- **vendavais** intensos, que dificultam as condições de navegação ou a **falta de teto**, que prejudica as aterrissagens;
- falhas dos **sistemas de radar** do próprio avião ou do aeroporto;
- falhas na **comunicação** entre o avião e a torre de controle, dificultando a aproximação e a condução das manobras de aterrissagem ou decolagem;
- existência de **corpos estranhos** nas pistas, que podem impactar o avião no momento da decolagem ou da aterrissagem.

falhas humanas relacionadas com:

- preparação e treinamento deficiente das tripulações;
- seleção e acompanhamento deficiente das condições físicas e psicológicas do pessoal de vôo;
- **estresse** das tripulações, normalmente provocado por sobrecarga de trabalho;
- **imperícia, imprudência e/ou negligência** das tripulações;
- o pessoal **controlador de vôo** na torre de controle;
- **atos terroristas**

3. Ocorrência

A maior incidência dos desastres aeronáuticos ocorre nas cabeceiras e proximidades dos terminais aéreos, sendo mais freqüentes durante as aterrissagens do que durante as decolagens.

Em condições de baixa visibilidade, principalmente quando se somam defeitos nos equipamentos, podem ocorrer desvios de rotas, colisões com outras aeronaves ou choques com elevações.

Os desvios de rota resultam de erro humano e de desatenção.

É imperioso que todos os aviões disponham de equipamentos emissores de sinais, que facilitem sua rápida localização, por intermédio de satélites, em casos de desaparecimento ou de furto de aeronaves.

Comparando com os demais, os meios de transporte aéreo são os mais seguros. O crescimento das notícias sobre desastres aéreos é consequência:

do intenso incremento do tráfego aéreo, nestes últimos trinta anos;
da facilidade de difusão de notícias sobre desastres, a partir do momento em que o mundo se transformou numa “**aldeia global**”, em função da instantaneidade das comunicações.

4. Principais Efeitos Adversos

O impacto provocado pela queda de uma aeronave causa mortes e, quando ocorrem sobreviventes, traumatismos graves.

Normalmente, os acidentes que ocorrem nas decolagens, quando os tanques de combustível estão cheios, são acompanhados de grandes incêndios e explosões.

A queda de aviões em áreas provocadas pode provocar destruições, incêndios, mortes e traumatismos graves nas áreas impactadas.

Aviões que se desviam das rotas previstas, após ultrapassado o prazo de

autonomia de vôo, são considerados como desaparecidos e exigem que operações de busca e salvamento sejam desencadeadas.

5. Monitorização, Alerta e Alarme

O controle de grande parte do espaço aéreo brasileiro, por intermédio dos radares do CINDACTA e da totalidade, com a entrada em operações do SIVAM, contribui para aumentar poderosamente o nível de segurança das rotas aéreas controladas pelo Sistema.

O Sistema responsável pelo apoio de **telecomunicações** à navegação aérea tem plenas condições de cobrir a totalidade do espaço aéreo brasileiro e de permitir o contato pelo rádio com todas as aeronaves e durante todo o vôo, facilitando o controle das aeronaves que estão se deslocando no espaço aéreo, identificando-as e balizando suas rotas e mantendo um fluxo constante de informações sobre as condições das rotas, das aeronaves e dos terminais aéreos.

A utilização de técnicas de radiogoniometria permitem que, utilizando técnicas de triangulação, as estações controladoras localizem as aeronaves em vôo e que as aeronaves localizem os terminais aéreos e os pontos de inflexão das aerovias.

Torres de controle de aeroportos, bem equipadas e operacionalizadas por pessoal competente, contribuem para aumentar a segurança:

- dos pousos e das decolagens;
- da movimentação das aeronaves, no solo e no espaço aéreo periférico.

A entrega dos planos de vôo ao pessoal de terra responsável pelo controle e a conferência e ajuste dos mesmos é de fundamental importância para aumentar o nível de controle e de segurança.

Equipamentos emissores de sinais captados por satélites artificiais permitem a rápida localização de aeronaves desaparecidas, por intermédio de técnicas de radiogoniometria.

6. Medidas Preventivas

a) Programas de Manutenção de Aeronaves

A grande maioria dos desastres aéreos pode ser prevenida por rigorosos programas de manutenção de aeronaves.

A manutenção das aeronaves deve ser:

- **estabelecida** em programação inflexível e rigorosamente cumprida nos intervalos previstos em calendário;
- **desenvolvida** por pessoal altamente capacitado, especializado, responsável e metódico;
- **conduzida**, de forma sistemática e minuciosa e rigorosamente acompanhada por uma equipe supervisora, responsável pela revisão e pelo controle da cabal execução de todos os procedimentos padronizados;
- **seguida** por uma minuciosa auditoria técnica por uma equipe responsável pelo controle de qualidade dos itens de equipamentos e dos procedimentos desenvolvidos.

Os estudos de **recorrência** relacionados com falhas de equipamentos permitem estabelecer o número de ciclos operativos, a partir dos quais, num determinado item de equipamento deve ser substituído, de acordo com a programação de manutenção, mesmo que não apresente defeitos perceptíveis.

b) Segurança dos Terminais Aéreos

Em todos os terminais aéreos devem ser estabelecidos planos de segurança relacionados com as instalações e com as aeronaves e planos de contingência, para minimizar os danos provocados por desastres aéreos.

Os **planos de contingência** devem ser minuciosos e, além de prever medidas de controle de sinistros e de limitação de danos, também devem prever o atendimento pré-hospitalar e a evacuação para hospitais dotados de **Unidades de Emergência**, **Unidades de Tratamento de Queimados** e de **Unidades de Atendimento de Politraumatizados** de dimensões compatíveis com o número de feridos estimados.

É necessário que as **Brigadas Anti-Sinistro** dos aeroportos sejam bem equipadas e adestradas e que **exercícios simulados** sejam programados, a intervalos regulares, com a finalidade de testar e aperfeiçoar o planejamento.

Em função dos riscos de aterrissagem, são definidos três níveis de emergência:

- **emergência branca**, quando o trem de socorro toma posição nas proximidades da pista, mas, como as probabilidades de acidente são mínimas, **não acompanha** a aeronave durante o pouso.
- **emergência amarela**, quando o trem de socorro toma posição nas proximidades da pista e, como medida de segurança, **acompanha** a aeronave durante o pouso.

- **emergência vermelha**, quando o trem de pouso toma posição, **acompanha** a aeronave e **intervem** no acidente.

O **trem de socorro** é constituído por um conjunto de viaturas especializadas, bem equipadas e tripuladas e organizado com o objetivo de **combater** o sinistro, minimizar danos, **salvar** as vítimas de desastre e atendê-las, em caráter **emergencial**.

Os **planos de segurança** das instalações e das aeronaves devem ser direcionados para impedir a entrada de produtos perigosos, armas, explosivos, cargas ilícitas e outros itens proibidos, os quais podem ser transportados por passageiros ou inseridos na carga por traficantes ou terroristas.

Para aumentar o nível de segurança, é necessário que todos os passageiros, antes de embarcarem, passem por pórticos detectores de metais e suas bagagens sejam inspecionados por equipamentos de raios x, ao deslizarem por esteiras protegidas.

A entrada de pessoal não autorizado nas áreas de serviço, deve ser absolutamente vetada.

A carga pesada deve ser conferida e submetida a rigorosas medidas de segurança.

c) Importância dos Procedimentos de Segurança que antecedem a Decolagem

Na iminência da decolagem, utiliza-se uma relação de verificação (**check-list**) com procedimentos padronizados que permitem conferir, nos painéis da aeronave, a presença ou ausência de sinais luminosos e auditivos, que funcionam como indicadores de determinados circuitos, relacionados com a segurança de voo das aeronaves.

Nesta oportunidade, é de grande importância que se teste o bom funcionamento dos equipamentos de telecomunicações.

De acordo com os regulamentos internacionais de segurança, após concluído o embarque e antes da decolagem, as tripulações devem informar todos os passageiros das aeronaves, sobre:

- os procedimentos de segurança;
- o uso de máscaras de oxigênio, em casos de despressurização da cabine; a localização das saídas de emergência e uso de equipamentos de salvamento e de flutuação;
- proibição do uso de aparelhos de telecomunicações e de outros aparelhos eletrônicos, que possam interferir nos circuitos eletrônicos das aeronaves; a obrigatoriedade de usar cintos de segurança durante as decolagens e aterrissagens e em trechos de vôos tumultuados;
- a proibição de uso de cigarros.

Estas informações são transmitidas na língua do país e em inglês, sendo que nos

vôos contratados estas informações também são repassadas na língua dos contratantes.

d) Seleção e Controle das Condições Físicas e Mentais das Tripulações

É indispensável que se estabeleçam rigorosos critérios de **seleção biopsicológica** das tripulações, permitindo uma adequada seleção física, psicotécnica e mental de todo o pessoal responsável pela operação das aeronaves.

É indispensável que estes critérios sejam seguidos e que sejam realizadas inspeções periódicas de todo o pessoal de voo das companhias de transporte aéreo.

Os aspectos **neurológicos** relacionados com os limiares de senso- percepção, com a integração central e com a resposta eficaz dos órgãos efetores, são de capital importância nestas inspeções.

Também é importante que as tripulações sejam protegidas contra a fadiga e o estresse, com a finalidade de garantir uma resposta comportamental adequada, nos momentos de crise.

e) Importância do Adestramento das Tripulações

O adestramento das tripulações, tanto para as condições de voo normais, como para atuar em situações de emergência, é absolutamente indispensável, inclusive com o uso de equipamentos de simulação de voo.

As técnicas de treinamento em serviço são de uso constante, cabendo aos comandantes das aeronaves a condução destas atividades, durante os vôos normais.

Equipes de auditoria técnica são designadas para acompanhar as tripulações durante os vôos e verificar o desempenho das mesmas, recomendando, quando for o caso, atividades de reciclagem de tripulantes.

f) Atividades de Investigação de Acidentes

Todos os acidentes aeronáuticos devem ser minuciosamente investigados e os relatórios conclusivos, além de informar sobre as causas primárias e secundárias dos desastres, devem apresentar recomendações para que acidentes semelhantes sejam evitados no futuro.

Estas atividades são de capital importância e obrigatoriamente devem apresentar relatório conclusivo relativo às circunstâncias dos acidentes e sobre as medidas minimizadoras que devem ser tomadas para reduzir a incidência dos mesmos.

g) Segurança Contra Ações Terroristas

Atos terroristas em aeroportos e em aviões, inclusive com desvios de rota e raptos de tripulantes, ocorreram com relativa frequência, em anos anteriores e podem voltar a ocorrer no futuro.

A coibição destes atos terroristas depende primordialmente de acordos internacionais, no sentido de restringir as áreas de homizio destes terroristas.

Evidentemente, forças especiais de pronta intervenção devem ser adestradas para atuar em situações de crise, com o máximo de eficiência possível, buscando dominar os grupos terroristas, com o mínimo de danos e prejuízos para os passageiros e tripulações seqüestradas.

h) Atividades de Busca e Salvamento

As atividades de busca e salvamento compreendem um conjunto de operações realizadas com a finalidade de:

- encontrar pessoas em situação de risco e preservar vidas humanas;
- colocar pessoas a salvo, em locais seguros e adequados;
- prover atendimento pré-hospitalar – **APH** e evacuação médica para hospitais adequados, quando necessário.

Em função dos prazos biológicos, é necessário que as condições gerais dos feridos sejam estabilizadas e que as mesmas sejam evacuadas no mais curto prazo possível, com o objetivo de chegarem às Unidades de Emergência em condições viáveis.

Evidentemente, um atendimento pré-hospitalar eficiente contribui para aumentar as condições de viabilidade dos pacientes evacuados.

A Força Aérea Brasileira organizou Unidades de Busca e Salvamento e equipes de pára-quedistas especializados em salvamento – PARASAR, com o objetivo de buscar aeronaves desaparecidas e salvar seus tripulantes e passageiros sobreviventes. Estas unidades são dotadas de aviões, equipamentos e tripulações adestrados com o objetivo de cumprir cabalmente suas missões.

A Marinha do Brasil pode apoiar as operações de busca e salvamento marítimas, com embarcações e aeronaves.

O Exército Brasileiro pode apoiar operações de busca e salvamento em áreas inacessíveis com unidades de pára-quedistas, de montanha e de guerra na selva.

Evidentemente, os Bombeiros Militares podem cooperar durante essas operações.

NÚMERO 2

DESASTRES RELACIONADOS COM MEIOS DE TRANSPORTE FERROVIÁRIO

CODAR – HT.TFR/21.202

1. Caracterização

Os desastres ferroviários podem envolver trens de passageiros, trens cargueiros e choque de trens com outros veículos.

Os desastres ferroviários com trens de passageiros, em casos de choques ou de tombamento de composições, costumam produzir muitas vítimas e caracterizam-se pelos elevados índices de mutilação e pelas imensas dificuldades de acesso aos feridos, no meio das ferragens.

Quando os desastres envolvem trens cargueiros, os danos materiais e prejuízos costumam ser importantes, em função:

- da perda de parte da carga;
- da necessidade de reconstruir os vagões;
- dos prejuízos relacionados com os lucros cessantes, enquanto a ferrovia não for recuperada.

Os danos materiais e humanos são consequência do desprendimento de chapas de aço, que se deslocam com grande força viva, causada pela velocidade inercial, no momento do impacto, e pela considerável massa dessas chapas blindadas.

2. Causas

Os desastres ferroviários, normalmente, são provocados por:

- falhas mecânicas na composição ferroviária, com especial destaque para os sistemas de frenagem simultânea dos vagões;
- **descarrilamentos** provocados por manutenção deficiente das ferrovias;
- **descarrilamentos e tombamentos** provocados por velocidade excessiva, em trechos descendentes, muito sinuosos e cheios de curvas;
- problemas relacionados com o controle do tráfego e com a sinalização das linhas;
- falhas humanas relacionadas com imperícia, imprudência e/ou negligência dos operadores.

- falhas humanas relacionadas com a fadiga e o estresse;
- **acidentes** ocorridos em cancelas mal sinalizadas e bloqueadas, provocando o choque dos comboios com transportes rodoviários;
- **queda** de passageiros imprudentes e exibicionistas dos vagões, por teimarem em circular com portas semiabertas ou, pior ainda, no teto dos vagões;
- **atropelamento** de pedestres que se projetam nas linhas, por imprudência ou por buscarem formas espetaculares de autodestruição.

3. Ocorrência

Embora pouco freqüentes, os desastres ferroviários, envolvendo trens de passageiros e com grande número de vítimas, causam grandes repercussões, em virtude de produzirem um número elevado de mutilações graves, e da imensa dificuldade de acesso aos feridos no meio das ferragens.

No Brasil, os trens de passageiros costumam trafegar nas áreas suburbanas das grandes cidades, enquanto que o transporte de passageiros, a grandes distâncias, é cada vez mais raro.

Um acidente que vem crescendo de intensidade, nos últimos anos, nos trens suburbanos, é causado pela queda de passageiros que, por motivos exibicionistas, viajam fora dos trens, inclusive no teto dos mesmos.

Este padrão de conduta, totalmente inaceitável e injustificável, vem causando quase uma centena de acidentes fatais por ano.

Os choques de trens, em cancelas, com transportes rodoviários, também são freqüentes. Como os trens só conseguem parar a algumas centenas de metros após o acionamento dos freios, dificilmente os maquinistas têm condições de evitar esses desastres.

Também são freqüentes os casos de atropelamento, quando pessoas atravessam afoitamente os espaços reservados à circulação dos comboios ou quando suicidas se projetam nas linhas, no momento da passagem dos comboios.

4. Principais Efeitos Adversos

Os principais efeitos adversos dos acidentes ferroviários relacionam-se com fatores mecânicos.

As composições ferroviárias são extremamente pesadas e são tracionadas sobre

trilhos, por locomotivas extremamente potentes. Em função da inércia, estas composições ganham e perdem velocidade de forma lenta e gradual. Em consequência, o acionamento dos freios, na iminência de choques, custa a deter a composição.

No caso de choque, o movimento inercial dos vagões situados na retaguarda provoca grandes engavetamentos, com desprendimento e interpenetração de chapas metálicas.

Por tais motivos, nos grandes acidentes ferroviários, o número de pacientes mutilados é muito elevado, as hemorragias são graves e o acesso aos pacientes é muito dificultado, em meio às ferragens pesadas, que são de difícil mobilização.

Os quadros dolorosos são muito intensos e os quadros de choque hipovolêmicos são a regra.

5. Monitorização, Alerta e Alarme

Nas ferrovias de tráfego intenso, o controle deve ser monitorizado por computadores, e as manobras dos trens, inclusive por ocasião da mudança de troncos, da mesma forma que o sistema de sinalização, devem ser controlados pelos sistemas de computação.

O Sistema de telecomunicações entre os controladores de trânsito e os maquinistas devem ser otimizados, com o objetivo de incrementar o fluxo de informações.

Em casos de riscos iminentes de desastres, a instantaneidade das comunicações pode permitir que os comboios sejam detidos ou desviados, antes de atingirem as áreas de riscos.

No caso de grandes percursos com condições de tráfego menos intenso, o controle de tráfego pode ser menos automatizado e algumas manobras podem ser manuais.

No caso de grandes percursos com condições de tráfego menos intenso, o controle pode ser menos automatizado e algumas manobras podem ser manuais.

6. Medidas Preventivas

A prevenção de acidentes ferroviários depende do planejamento minucioso e do gerenciamento constante de atividades relacionadas com:

- **o desenvolvimento** de rigoroso programa de manutenção das composições, com especial atenção para os sistemas de frenagem simultânea de todos os vagões, e para os dispositivos de segurança desses sistemas. É sabido que se a frenagem não ocorrer de forma simultânea e gradual em todos os vagões da composição, haverá riscos de engavetamento.

- **os dispositivos** de fechamento das portas automáticas devem ser dotados de mecanismos de bloqueio, que impeçam o funcionamento dos motores de tração, se alguma porta não se fechar corretamente.
- **a promoção** de rigoroso programa de manutenção do leito ferroviário e dos dispositivos de sinalização e de controle do trânsito.
- **a proteção** dos troncos ferroviários de tráfego denso, com muros elevados e com passagens de nível a intervalos regulares, para facilitar o tráfego de veículos e de pedestres, sem intervir no leito ferroviário.
- **a sinalização** das estações ferroviárias, com uma faixa amarela, que só pode ser ultrapassada pelos usuários, após a parada completa da composição e a abertura das portas dos vagões.
- **a padronização** de procedimentos de segurança na operacionalização dos sistemas de controle do tráfego e de sinalização das linhas e na operação das composições ferroviárias.
- **a promoção** de programas de reciclagem e de treinamento continuado do pessoal ferroviário, em assuntos relacionados com normas e procedimentos de segurança.
- **o desenvolvimento** de programas de comunicação social, objetivando o disciplinamento dos usuários e a redução de comportamento de risco. Evidentemente, os programas de comunicação social são mais eficientes quando as composições são limpas, bem mantenidas e trafegam nos horários estabelecidos.

Campanhas bem desenvolvidas, com o apoio da mídia, podem reduzir os riscos de atropelamentos de pedestres e de viaturas que atravessam os leitos ferroviários, sem as devidas precauções.

NÚMERO 3

DESASTRES RELACIONADOS COM MEIOS DE TRANSPORTE FLUVIAL

CODAR – HT.TFL/21.203

1. Caracterização

Desastres com embarcações ocorrem com relativa frequência nas grandes bacias fluviais brasileiras, especialmente na **Bacia Amazônica**, onde as embarcações de médio e de pequeno porte são os principais meios de transporte da população local.

No entanto, há uma crescente intensificação do tráfego em importantes hidrovias, como a do **Paraná-Tietê**, e, em consequência, a segurança da navegação fluvial precisa ser melhor estudada em todo o País.

Nos rios mais caudalosos e mais densamente navegados, os desastres ocorrem e as mortes por afogamento são bastante frequentes. Também são frequentes os traumatismos causados em consequência do pânico e as perdas de bens materiais.

Nas áreas mais remotas do Brasil, concorrem para o agravamento destes desastres os seguintes fatores:

- superlotação das embarcações;
deficiência de equipamentos de salvamento, como bóias, coletes salva-vidas, balsas, escaleres e outros equipamentos flutuantes, utilizados no salvamento de náufragos;
- o despreparo das tripulações para atuar em situações de emergência;
- a desinformação dos passageiros sobre os procedimentos de segurança, relacionados com o salvamento de náufragos.

2. Causas

Os desastres com meios de transporte fluvial podem ser provocados ou agravados, em consequência dos seguintes fatores:

- **defeitos estruturais** das embarcações;
- **problemas de manutenção** nos motores de propulsão e nos sistemas de navegação das embarcações;
- **pouca eficiência** dos sistemas de bombeamento de água, por mau dimensionamento ou por problemas de manutenção;

- **colisão** com outras embarcações ou com grandes troncos de árvores e escolhos flutuantes;
- **colisão** com pilares de pontes ou com ombreiras de eclusas, especialmente nas hidrovias estruturadas em rios de planalto;
- **cargas** mal arranjadas ou mal fixadas, que podem deslizar e alterar o centro de gravidade das embarcações;
- **insuficiente** adestramento das tripulações em técnicas de controle de danos e de limitação de avarias e de salvamento de pessoas, na iminência de naufrágio;
- **falhas humanas** em consequência de imperícia, imprudência ou negligência, ou relacionadas com deficiência do treinamento relativo à garantia da segurança das embarcações;
- **superlotação** das embarcações, especialmente por ocasião das grandes festas regionais;
- **desinformação** dos passageiros sobre procedimentos de segurança e sobre os relacionados com o salvamento, na iminência de naufrágios;
- **insuficiência** de equipamentos de salvamento de náufragos, como bóias, coletes salva-vidas, balsas e escaleres.

Cabe recordar que uma das mais importantes vulnerabilidades sociais da população brasileira é o **baixíssimo senso de percepção de riscos** e que, em consequência desta vulnerabilidade, ocorrem comportamentos irresponsáveis, que resultam na superlotação das embarcações e no despreparo das tripulações, para enfrentar, de forma otimizada, as situações de emergência.

3. Ocorrência

Desastres fluviais ocorrem com maior frequência nas bacias fluviais da Região Norte, onde o tráfego de embarcações de médio e de pequeno porte é muito intenso e onde os meios de fiscalização das condições de segurança das embarcações são infra-dimensionados, quando se verifica a imensa extensão das bacias.

No entanto, desastres fluviais também ocorrem em bacias das demais regiões geográficas do Brasil e podem se intensificar, a partir do incremento das grandes hidrovias.

O despreparo das tripulações em atividades relacionadas com a segurança da navegação, com o controle de danos e limitação de avarias e com as atividades de salvamento, em circunstâncias de naufrágio, concorre para agravar esses problemas.

A irresponsabilidade dos comandantes de embarcações, ao permitirem a superlotação das mesmas, tende a agravar os desastres, em função de uma insuficiência relativa

dos meios de salvamento.

Por ocasião das cheias, especialmente na Região Norte, o maior volume de troncos e escolhos flutuantes e a aceleração do caudal concorrem para aumentar os riscos de colisões.

4. Principais Efeitos Adversos

Existem casos em que as pessoas permanecem presas nos compartimentos internos e afundam com as embarcações.

Aquelas pessoas que não vestirem previamente os coletes salva-vidas ou não utilizarem outros equipamentos de flutuação têm suas chances de salvamento reduzidas.

Nos rios caudalosos, mesmo as pessoas que sabem nadar devem procurar evitar o pânico e se manter flutuando, não esgotar suas energias lutando contra a correnteza, mas procurar se aproximar gradualmente das margens, com o mínimo de dispêndio de energia. **Não há pressa em sair da água!**

Quando ocorrem explosões de pânico, desaparecem os comportamentos altruístas e predomina fórmula: “**salve-se quem puder**”.

Nestas condições, os grupos mais vulneráveis, como as crianças, os idosos, as mulheres, os enfermos e os deficientes físicos têm suas chances de salvamento minimizadas e aumenta o número de pessoas feridas e estropiadas, em consequência do clima de irracionalismo que se instala na embarcação.

Evidentemente, além dos danos humanos, há que registrar os danos materiais e os prejuízos econômicos provocados pela perda de cargas e de embarcações.

Dentre os acidentes isolados, que ocorrem em embarcações de pequeno porte na Região Amazônica, há que registrar o **escalpelo** de mulheres e de meninas.

Estes acidentes costumam acontecer durante a noite, quando mulheres, com seus longos cabelos soltos, dormem em redes estendidas sobre os eixos dos motores. Nessas condições, os cabelos podem deslizar entre as frestas do tabuado e se enroscarem nesses eixos e, em consequência, essas pessoas acabam tendo o seu couro cabeludo arrancado pela tração dos eixos. Esses acidentes não são infreqüentes na Região Amazônica e, todos os anos, há casos de mulheres escalpeladas internadas nos hospitais de emergência das cidades de grande porte, como Belém e Manaus.

5. Monitorização, Alerta e Alarme

Na bacia **Amazônica**, somente os navios oceânicos e as embarcações de maior porte são dotados com radar e sonar, enquanto isso, a grande maioria das embarcações de

pequeno porte não são equipadas sequer com rádios transmissores e, em consequência, não têm condições de lançar pedidos de socorro, em situações de desastre iminente.

Diferente das hidrovias da Região Sudeste, como a do Paraná-Tietê, os rios da bacia Amazônica carecem de meios de auxílio à navegação que, evidentemente, se diluem na imensidão daquela grande bacia.

Da mesma forma, os meios federais responsáveis pela segurança da navegação nas vias interiores são insuficientes, quando comparados com suas áreas de responsabilidade.

Nessas condições, os sistemas de monitorização e de controle da navegação fluvial, nas grandes bacias da Região Norte, são considerados precários.

6. Medidas Preventivas

Antes de tudo, é necessário que os órgãos governamentais responsáveis pela segurança do tráfego fluvial e pela fiscalização e licenciamento das embarcações sejam dotados de recursos institucionais, humanos, materiais e financeiros compatíveis com a **importância de sua missão** e com a imensa extensão das grandes bacias e sub-bacias fluviais deste País de dimensões continentais. Evidentemente, o incremento dos meios utilizados na fiscalização contribuirá para reduzir o descaminho e o tráfico de drogas, especialmente na vulnerável bacia Amazônica.

É imperativo que todas as embarcações transportadoras de cargas e de passageiros sejam obrigadas a segurarem seus equipamentos, suas cargas e seus passageiros e a cumprirem as exigências das companhias seguradoras.

É indispensável que todas as embarcações sejam dotadas de aparelhos de radiotransmissão e de meios auxiliares à navegação noturna, inclusive, recursos para iluminar o trecho a ser navegado durante a noite.

É desejável que, na medida do possível, as embarcações sejam dotadas de aparelhos emissores de sinais que, ao serem captados por satélite, facilitem a localização das embarcações, através da utilização de técnicas de radiogoniometria.

É importante que as embarcações maiores sejam dotadas de aparelhos de computação, que trabalhem em rede com os centros de controle da segurança da navegação e que mantenham constantemente atualizados os manifestos de carga e de embarque e desembarque de passageiros.

É **imperativo** que as embarcações sejam dotadas de equipamentos de salvamento, em número compatível com os passageiros transportados e a tripulação.

É desejável que se promovam cursos objetivando o treinamento e a reciclagem das tripulações das embarcações sobre normas e procedimentos de segurança de controle

de danos, combate a sinistros e redução de avarias e de salvamento.

É aconselhável que, à semelhança do que ocorre nos aviões, pessoal devidamente treinado informe aos passageiros sobre o uso de equipamentos de salvamento e faça demonstrações a respeito.

O número de inspeções inopinadas às embarcações em trânsito pelos órgãos responsáveis pela garantia da segurança à navegação deve ser substancialmente aumentado.

NÚMERO 4

DESASTRES RELACIONADOS COM MEIOS DE TRANSPORTE MARÍTIMO

CODAR – HT.TMR/21.204

1. Caracterização

Desastres marítimos ocorrem com mais frequência com embarcações de médio e de pequeno porte, dedicados à navegação de cabotagem e à pesca, do que com grandes navios transatlânticos.

Com a intensificação das trocas comerciais e o incremento do tráfego marítimo, os riscos de acidentes com embarcações intensificaram-se e, em consequência, os acordos internacionais de cooperação, com o objetivo de garantir a segurança da navegação, tornaram-se prioritários.

Como os desastres marítimos, além dos danos humanos graves, podem causar importantes danos materiais e ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais. As grandes Companhias de Seguros e de Resseguros também são partes interessadas no incremento da segurança da navegação.

Como existem navegadores gananciosos que, na ânsia de aumentar suas margens de lucro, mantêm navegando embarcações inseguras e mal mantidas e contratam, por preços aviltados, tripulações mal adestradas, é necessário que o esforço de fiscalização, por parte dos governos e das companhias de seguro, seja redobrado.

Os governos dos países soberanos têm competência para garantir a segurança da navegação em seus mares territoriais e, nestas condições, seus órgãos de segurança naval têm **poder de polícia** para proibir a navegação de embarcações inseguras, nas águas sob sua jurisdição.

2. Causas

Os desastres marítimos podem ser causados e agravados por:

- **defeitos estruturais** das embarcações que prejudiquem as condições de navegabilidade e que podem resultar de problemas relacionados com a construção ou decorrentes de reformas inadequadas;
-
- **vedação deficiente** de janelas e de outras aberturas externas, que permitem a inundação de seus compartimentos interiores, em circunstâncias de mar encapelado;
- **compartimentação interna** insuficiente e inadequada e com sistemas de vedação interna deficientes, dificultando a estanqueidade dos compartimentos e a limitação das áreas alagadas;

- **sistemas de bombeamento** de água mal dimensionados ou avariados, dificultando as operações de esgotamento de água necessárias à manutenção das condições de flutuação;
- **falhas** nos sistemas de radar, de sonar e de radiolocalização, reduzindo a segurança da navegação;
- **ocorrência de vendavais** intensos, maremotos e tsunamis, que concorrem para aumentar os riscos de afundamento das embarcações;
- **Colisão** com outras embarcações, com **icebergs**, com rochas submersas e com outros escolhos;
- **manutenção** deficiente das embarcações, especialmente de seus motores de propulsão e da aparelhagem de navegação, que podem prejudicar a manobra das embarcações, em circunstâncias de emergência;
- **superlotação**, especialmente no caso das embarcações dedicadas à navegação de cabotagem, em países insulares pouco desenvolvidos;
- **falhas humanas** relacionadas com a fadiga e o estresse ou com imprudência, imperícia e/ou negligência das tripulações;
- **tripulações e equipagens mal adestradas** em técnicas de limitação de danos, controle de avarias, de combate a sinistros e de salvamento de náufragos;
- **cargas mal dispostas e mal fixadas**, que podem deslizar, em condições de mar agitado, alterando o centro de gravidade da embarcação e as condições de navegabilidade das mesmas;
- **em meios de salvamento de náufragos** inadequados ou insuficientes para atender as necessidades dos passageiros e da tripulação;

Em todos os casos, é bom ter sempre presente a responsabilidade dos **armadores** que, na ânsia de realizar lucros, fazem navegar embarcações inseguras, com tripulações mal adestradas e com manutenção deficiente. Evidentemente esses armadores são os principais responsáveis pela grande maioria dos desastres marítimos e causam prejuízos elevados às companhias seguradoras e ao comércio marítimo.

3. Ocorrência

Desastres marítimos ocorrem com mais frequência com embarcações de pequeno e de médio porte dedicadas à navegação de cabotagem, à pesca e ao transporte de turistas em trajetos curtos.

No que diz respeito à geografia, esses desastres ocorrem com maior frequência e intensidade nas águas interiores de países insulares, onde a navegação de cabotagem cresce de importância.

No Brasil, as embarcações de pesca são as mais vulneráveis aos desastres marítimos, com especial destaque para as frágeis jangadas presentes nas paisagens dos mares nordestinos.

Na época em que o tráfego de saveiros e de barcas a vela era intenso nos mares nordestinos, os desastres com essas embarcações eram frequentes. Com a construção das estradas litorâneas, o tráfego destas embarcações desapareceu e, em consequência, o registro destes desastres parou de ocorrer.

4. Principais Efeitos Adversos

Nas embarcações de grande porte, as equipagens responsáveis pelas atividades de limitação de danos, controle de avarias e combate aos sinistros, são as mais vulneráveis às queimaduras e a outros traumatismos. No entanto, muitos desastres são abortados pela atuação dessas equipagens.

É bom recordar que estas atividades estão otimizadas nas belonaves e é importante caracterizar que muitas guerras marítimas foram decididas em função da atuação dessas equipagens.

Por ocasião dos naufrágios, além dos riscos imediatos causados pelos traumatismos e pelo afogamento, existem os riscos tardios, relacionados com a morte por fome e desidratação dos náufragos, quando suas embarcações de salvamento tardam a ser encontradas.

Nos mares de águas muito frias, a mortalidade das pessoas que entram em contato com a água gelada, sem estarem protegidas por roupas impermeáveis ao frio é muito elevada. Sem roupas impermeáveis, que conservam o calor corporal, os náufragos morrem em poucos minutos!

Pequenas embarcações de salvamento que não se afastaram suficientemente das grandes embarcações em processo de afundamento podem ser tragadas pelo torvelinho causado pelas mesmas.

5. Monitorização, Alerta e Alarme

Os grandes navios são dotados de sistemas de radiocomunicação e de radiolocalização, por intermédio de satélites artificiais, além de sistemas de radar e, em alguns casos, de sonar.

É desejável que as embarcações de médio e de pequeno porte também sejam dotadas de equipamentos de auxílio à navegação, com características semelhantes.

Os Centros de Controle de Navegação têm condições de acompanhar a navegação das grandes embarcações e de trocar informações com as mesmas.

É desejável que as pequenas embarcações de salvamento, como os escaleres e as balsas sejam dotadas de aparelhos automáticos de radiosinalização, que emitam sinais dentro de uma frequência pré-fixada, os quais são captados por satélites artificiais, permitindo a localização dessas embarcações, por intermédio de técnicas de radiogoniometria.

Em função de acordos internacionais, qualquer embarcação que emita sinais de pedido de socorro (**SOS**) recebe imediata prioridade dos meios de **busca e salvamento** alertados e das demais embarcações que estejam navegando em suas proximidades.

A Força Aérea dispõe de unidades de busca e salvamento em áreas marítimas, com aeronaves de grande raio de ação e dotadas de sensores muito eficientes, que facilitam as atividades de busca de náufragos.

A Marinha Brasileira participa ativamente de ações de busca e salvamento em áreas jurisdicionadas pelo Governo Brasileiro e todos os seus navios adestram suas tripulações para participarem dessas operações, com elevado nível de eficiência.

As atividades de auxílio à navegação também são de responsabilidade da Marinha Brasileira, que gera informações sobre as condições do mar e do tempo nas águas jurisdicionadas e sobre o funcionamento de faróis, bóias sinalizadoras e outros meios de auxílio à navegação.

6. Medidas Preventivas

É necessário que os sistemas de controle e de garantia da segurança da navegação dos países com responsabilidades jurisdicionais sobre áreas marítimas sejam reforçados. Como o Brasil tem uma fronteira marítima muito ampla e as nações africanas que nos defrontam têm pouca capacidade marítima, nossas responsabilidades são maiores.

É desejável que o **Sistema de Monitorização, Alerta e Alarme** seja incrementado e que se criem condições de se acompanhar a rota de todos os navios que trafegam no Atlântico Sul a oeste da Cordilheira Mesooceânica.

É necessário aumentar a fiscalização e o rigor, com o objetivo de coibir a atuação de armadores aventureiros, que teimam em manter navegando embarcações obsoletas, mal mantidas e tripuladas por marinheiros mal pagos e pouco competentes.

As inspeções programadas e inopinadas das embarcações devem ser extremamente rigorosas e os equipamentos de telecomunicações e de apoio à navegação devem ser fiscalizados prioritariamente, da mesma forma que os de segurança e de salvamento.

É desejável que os navios de passageiros tenham equipes de segurança que informem os passageiros sobre o uso dos equipamentos de salvamento e façam demonstrações sobre o uso dos mesmos.

Nos mares frios, deve haver disponibilidade de roupas impermeáveis, preservadoras de calor, que devem ser vestidas em situações de naufrágio iminente.

Todas as embarcações de salvamento, como balsas e escaleres, devem ser providas de reserva de água e de rações de emergência e dispor de equipamentos de pesca, destiladores de água do mar e de material de primeiros socorros.

É imperativo que as embarcações de salvamento sejam equipadas com **aparelhos emissores de sinais**, com o objetivo de facilitar a localização dos mesmos, por intermédio de satélites artificiais, utilizando técnicas de radiogoniometria.

NÚMERO 5

DESASTRES RELACIONADOS COM MEIOS DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO

CODAR – HT.TRV/21.205

1.Caracterização

Os desastres com meios de transporte rodoviário, incluindo o atropelamento nas estradas, são muito mais frequentes e produzem índices de mortalidade, morbidade e invalidez muitas vezes superiores às somas dos desastres relacionados com todos os demais meios de transporte.

Comparados com os desastres de trânsito, que ocorrem no interior das cidades, os desastres rodoviários costumam ser mais letais e mutilantes, em função da maior velocidade desenvolvida pelos veículos no momento do acidente.

No Brasil, os acidentes de trânsito e os desastres rodoviários são a quinta causa de morte, de acordo com as estatísticas de causas de óbito. Sem nenhuma dúvida, esses dados caracterizam a imensa importância do problema.

2. Causas

Os desastres rodoviários relacionam-se com as seguintes causas gerais:

- falhas e erros humanos;
- falhas nos veículos e problemas de manutenção;
- problemas relacionados com as condições das vias de transporte;
- problemas relacionados com as condições atmosféricas e com a redução da visibilidade.

Na grande maioria das vezes, os desastres rodoviários são causados por falhas humanas, como:

- **alterações neurológicas e psíquicas**, relacionadas com a senso-percepção, com os mecanismos de integração cortical e com a resposta motora adequada dos órgãos efetores, provocadas pela ingestão de **bebidas alcoólicas e de drogas**;
- a ingestão de bebidas alcoólicas e de drogas também pode ser causa de condutas agressivas e de atitudes temerárias por parte dos motoristas;
- o uso de **medicamentos estimulantes**, para combater o sono e reduzir a sensação de fadiga também altera a senso-percepção e os reflexos condicionados em situações de emergência;
- **fadiga e estresse do motorista**, muitas vezes provocadas por sobrecarga de trabalho e o esgotamento físico dos mesmos que, algumas vezes, adormecem na direção;

condutas relacionadas com a imperícia, imprudência, negligência e desatenção dos motoristas como:

- a **não utilização de cintos de segurança** que é obrigatório para o motorista e para todos os passageiros;
- o transporte de crianças pequenas nos **bancos dianteiros**;
- a direção em velocidade excessiva;
- a **ultrapassagem** de outros veículos em locais inadequados ou sob condições de baixa visibilidade;
- o **exibicionismo** e imprudência de motoristas mais jovens, que teimam em participar de “pegas” com “cavalos de pau”, em rodovias e logradouros públicos;
- a **desatenção** dos pedestres que, imprudentemente, atravessam vias de tráfego rápido e intenso sem calcular a velocidade de aproximação dos veículos;
- a imprudência de dirigir, quando as condições meteorológicas são muito adversas e a visibilidade é quase nula.

A seleção física inadequada e o treinamento pouco aprofundado dos futuros motoristas concorrem para o incremento das falhas humanas.

Os desastres rodoviários também podem ser causados por falhas nos veículos, relacionadas com **manutenção deficiente** das viaturas, como:

- defeitos nos amortecedores e nos sistemas de frenagem;
- pneus em mau estado, com pouca aderência ao solo ou com lonas muito gastas, aumentando o risco de estourarem subitamente;
- mau funcionamento dos faróis, das luzes de freios e dos sistemas de sinalização;
- falhas mecânicas menos freqüentes, como fratura da barra de direção ou de ponteiras dos eixos das rodas;

No caso dos caminhões, o excesso, a má distribuição e má fixação das cargas podem facilitar o tombamento dos mesmos, ao realizarem curvas muito fechadas.

Os extintores de incêndio, da mesma forma que os espelhos retrovisores e os triângulos de sinalização, são equipamentos indispensáveis e a ausência dos mesmos pode ser causa de desastre ou de agravamento de sinistros.

As condições das vias de transporte também podem ser causas de desastres rodoviários, cumprindo destacar os seguintes problemas:

- curvas mal compensadas e sinalizadas concorrem para aumentar a velocidade tangencial dos veículos, podendo tombá-los, retirá-los da estrada ou provocar desastres com outros veículos que trafegam em direção oposta;
- descidas muito íngremes, contínuas, sinuosas e mal sinalizadas, costumam dificultar as condições de direção de caminhões pesados;
- vias escorregadias facilitam os derrapamentos, especialmente nos dias chuvosos;
- ausência de acostamento dificultando o estacionamento de viaturas fora do leito das estradas;
- estradas esburacadas, especialmente quando os buracos não são sinalizados e aparecem de forma súbita, podem provocar problemas nos amortecedores.

No Brasil, muitas vezes, chuvas intensas e concentradas podem provocar grandes alterações no leito das estradas, relacionadas com o deslizamento de solos inconsistentes e o rolamento de rochas e de matacões que obstruem os leitos das estradas ou com enxurradas que podem provocar o arrombamento de aterros e a queda de pontes e pontilhões.

Quando eixos rodoviários, com elevada densidade de trânsito, atravessam cidades e localidades, o número de acidentes com veículos e de atropelamentos tende a aumentar. Nesses casos, quando não for possível a construção de anéis rodoviários, é desejável que se construam passagens de nível e passarelas para pedestres e que se incremente a sinalização de redução da velocidade dos veículos.

As condições atmosféricas adversas e a redução das condições de visibilidade nas estradas também são causas de desastres rodoviários, cabendo destacar os seguintes riscos:

- nevoeiros intensos e incêndios nas beiras de estradas, com grande produção de fumaça, reduzem as condições de visibilidade e podem ser causa de desastres;
- chuvas intensas e concentradas, em áreas de solos íngremes e inconsistentes, podem provocar deslizamentos de encostas e rolamento de rochas e de matacões que obstruem e danificam os leitos das estradas;
- enxurradas podem afetar trechos com crateras e destruir pontes e pontilhões, preparando armadilhas mortais para motoristas desavisados que trafegam em condições de alta velocidade;

- são freqüentes os registros de enxurradas que arrastam veículos e os submergem em torrentes caudalosas.

3. Ocorrência

Os desastres rodoviários ocorrem com grande freqüência, tanto nos países desenvolvidos, como nos países em processo de desenvolvimento e tendem a aumentar, em consequência do incremento do número de veículos em circulação.

Evidentemente, o volume e a intensidade desses desastres são influenciados pelo:

- nível de responsabilidade e de disciplina dos motoristas e dos pedestres;
- grau de respeito às regras de trânsito;
- nível de eficiência dos órgãos fiscalizadores.

Em muitos países, a freqüência dos acidentes rodoviários é influenciada pela sazonalidade:

Na Alemanha, os desastres nas auto-estradas, envolvendo grande número de veículos, aumentam durante o inverno, em função da intensificação dos nevoeiros e do incremento do trânsito de turistas provocado pela temporada de esportes de inverno.

No Brasil, os desastres com caminhões aumentam nas épocas de safra de grãos, em função do incremento do tráfego desses veículos.

Nas estradas que conduzem para as cidades praianas e estações balneárias, o número de acidentes cresce nos finais de semana.

4. Principais Efeitos Adversos

Os desastres rodoviários, somados aos acidentes de trânsito, constituem-se nas maiores causas de óbitos por traumatismos e são responsáveis pelo incremento das estatísticas de mortalidade e de morbidade em todos os países do mundo.

Como os traumatismos são a maior causa de mortalidade entre os cinco e os quarenta anos, conclui-se que os traumatismos concorrem para reduzir, em termos estatísticos, a expectativa de vida das populações.

Os desastres rodoviários ocorrem em níveis de velocidade mais elevados e, por este motivo, são mais letais do que os ocorridos no trânsito urbano.

Os desastres envolvendo motociclistas são mais letais e costumam provocar traumatismos extremamente graves, como os traumatismos cranioencefálicos – **TCE** e os traumatismos raquimedulares – **TRM**.

Os atropelamentos em estradas, provocados por veículos que trafegam em grande velocidade, apresentam elevados índices de mortalidade e são altamente traumatizantes.

5. Monitorização, Alerta e Alarme

Sistemas de radares motorizados ou estacionários e de máquinas fotográficas que disparam automaticamente, quando um determinado nível de velocidade é ultrapassado, funcionam como sistemas de monitorização e contribuem para reduzir a velocidade do trânsito e a incidência de desastres rodoviários e de acidentes de trânsito.

Os semáforos contribuem para disciplinar o trânsito e reduzem o número de acidentes nos cruzamentos.

Sistemas de telefones automáticos distribuídos ao longo das estradas permitem avisar sobre a ocorrência de acidentes e alertar as mudas de ambulância responsáveis pelo atendimento pré-hospitalar – **APH**. Está comprovado que serviços de assistência médica eficientes, em apoio a estradas de trânsito intensificado, contribuem para reduzir os índices de mortalidade.

Estradas bem sinalizadas reduzem a incidência de desastres ao prevenir os motoristas sobre alterações de traçado e ao antecipar atitudes comportamentais, reduzindo a possibilidade de que os mesmos sejam surpreendidos por ameaças.

Os riscos representados pelas quadrilhas de assaltantes estão sempre presentes nas estradas brasileiras. É desejável que as empresas transportadoras invistam em sistemas de telecomunicações, interligando seus caminhões com centrais de comunicações e com a polícia rodoviária, definindo horários de comunicação obrigatória. Equipamentos emissores de sinais captáveis por satélites artificiais facilitam o acompanhamento das viagens e a rápida localização de caminhões furtados.

Evidentemente, a presença da polícia rodoviária, ao longo das estradas, contribui para aumentar o nível de controle e para otimizar o funcionamento dos sistemas de monitorização, alerta e alarme.

6. Medidas Preventivas

Inicialmente, há que ressaltar o novo **Código Brasileiro de Trânsito**, como um importantíssimo instrumento de prevenção de desastres.

O código é atualizado e compatível com a realidade brasileira e se for aplicado, de forma firme e adequada, contribuirá para reduzir os desastres e, em consequência, a mortalidade nas ruas e estradas.

Quando a vida humana está em risco, não há lugar para bom-mocismos e para medidas demagógicas! Nenhuma autoridade responsável pode perdoar multas ou

reduzir penalidades conseqüentes ao não cumprimento das regras de segurança estabelecidas no Código!

É importante registrar que a vida e a incolumidade da população não têm preço e que as multas e penalidades estabelecidas no Código de Trânsito funcionam como mecanismos coercitivos e que o agravamento dessas penas vai permitir a redução do número de desastres e da gravidade dos traumatismos e redundará na preservação da vida e da incolumidade de seres humanos.

O Código é bom, e se aplicado, poupará vidas, competindo às autoridades aumentar a fiscalização e coagir todos os motoristas e pedestres a cumpri-lo.

As medidas educativas são de capital importância. Em todos os níveis de ensino, há que educar as pessoas para que valorizem a vida, como bem maior. A segurança do trânsito, os primeiros socorros e as medidas de prevenção de acidentes em geral devem ser ensinados em todos os níveis de ensino, a partir do pré-escolar.

Nas auto-escolas, a segurança de trânsito deve ser ressaltada com elevado grau de prioridade, da mesma forma que as noções de primeiros socorros.

A realização de cursos de primeiros socorros permite atingir dois objetivos fundamentais:

- aumentar a probabilidade de sobrevivência das vítimas de acidentes de trânsito e de qualquer outro tipo de acidente;
- despertar as pessoas para a importância da vida humana e para a necessidade de valorizá-la.

As seguintes medidas gerais são de grande importância para reduzir a incidência e a gravidade dos desastres rodoviários e dos acidentes de trânsito:

- **educação de trânsito** para pedestres e motoristas, que deve ser iniciada nas escolas maternas, aprofundada em todos os níveis de ensino e reforçada nas auto-escolas;
- **intensificação das medidas policiais** coercitivas e educativas, com o objetivo de coagir a população a cumprir a legislação de segurança estabelecida no código de trânsito e, em conseqüência, aumentar a expectativa de vida da sociedade;
- **intensificação e divulgação de pesquisas** relacionadas com o incremento da segurança de trânsito, com o objetivo de aperfeiçoar procedimentos, equipamentos e dispositivos nesta área;

- **obrigatoriedade do uso de cintos de segurança** (de três pontas), inclusive em ônibus e outros veículos de transporte coletivo. Cintos de segurança e bolsas de ar de enchimento automático salvam vidas e contribuem para reduzir a gravidade dos traumatismos;
 - **proibição absoluta a motoristas para não dirigirem embriagados e/ou drogados.** É evidente que, neste caso, as medidas policiais coercitivas são plenamente justificáveis, para obrigar o cumprimento da lei;
 - **coibição da direção perigosa**, como velocidade excessiva, direção na contramão ou no acostamento, ultrapassagem de cruzamentos com semáforos fechados e outras atitudes que contribuem para a redução da segurança do trânsito;
 - **controle das condições de dirigibilidade dos veículos e do uso obrigatório de equipamentos de segurança**, como freios, amortecedores, rodas e pneus, faróis, luzes de freio, luzes de sinalização, espelhos retrovisores, extintores de incêndio e triângulos de sinalização, além da verificação das carteiras de motorista, dos documentos de propriedade dos veículos e dos números de identificação dos veículos;
 - **construção de rodovias seguras**, com passarelas de pedestres, passagens de nível, muito boas condições de sinalização, indicações sobre os níveis máximos de velocidade permitida, curvas bem compensadas e com nítida compartimentação separadora de vias de transporte de velocidades reduzidas;
- implantação de semáforos** e de faixas para a travessia de pedestres em áreas de entroncamento;
- **definição de vias de velocidade reduzida** em áreas residenciais e nas proximidades de escolas, as quais devem ser policiadas sempre que possível;
 - **manutenção permanente das rodovias** e constante preocupação com as condições de trafegabilidade das mesmas.

É muito importante que se discuta a urbanidade no trânsito, a importância das condutas altruístas, o direito à vida e à incolumidade, os problemas de senso-percepção e as dificuldades de desencadear respostas efêtoras eficientes, quando se dirigem veículos em grande velocidade. Neste ponto, é importante ressaltar a seleção médico-psicológica dos motoristas, como de alta prioridade.

No que diz respeito à redução de desastres envolvendo crianças, há que destacar os seguintes preceitos:

- **somente depois de completar 10 anos** é que as crianças podem trafegar nos bancos dianteiros, com cinto de segurança de três pontas;

- **bebês** com até 6 meses de idade devem trafegar em berços especiais, com contenedores ajustados e muito bem fixados no banco traseiro;
- **crianças** com mais de 6 meses e com menos de quatro anos devem viajar muito bem contidas em cadeiras especiais, muito bem fixadas nos bancos traseiros;
- **a partir dos quatro anos** as crianças podem sentar no banco traseiro e utilizar cinto de segurança de três pontas, podendo sentar num almofadão para que a alça superior do cinto passe por seu peito e não por seu pescoço;
- caso não se disponha de berço ou cadeira, crianças pequenas podem trafegar no colo de pessoas adultas, que, obrigatoriamente, devem utilizar cinto de segurança e sentar-se no banco traseiro. Nesses casos, os veículos devem trafegar em baixa velocidade;
- quando se transportam crianças, as portas dos compartimentos traseiros devem ser trancadas e os vidros suspensos. Qualquer pessoa que trafegue com o braço ou parte do corpo para fora da janela está se expondo a riscos desnecessários;
- **é criminoso dirigir com criança no colo.** Nessas condições, em caso de acidente, a criança será esmagada contra a direção, pelo peso do motorista, mesmo que o veículo esteja se deslocando em baixa velocidade;
- **compartimentos de carga** de caminhões e de caminhonetes são vetados para o transporte de passageiros e, com muito mais razão para crianças, mesmo que o veículo esteja trafegando com pouca velocidade, em estradas vicinais.

Numerosas crianças são atropeladas anualmente por veículos automotores e os casos de crianças dirigindo bicicletas não são infreqüentes.

Os motoristas devem entender que o senso de percepção de risco das crianças é reduzido e que estas têm um menor nível de atenção que os adultos.

Por tais motivos, a velocidade de direção em áreas residenciais e nas proximidades de colégios deve ser reduzida e as vias de bicicletas devem ser separadas das ruas e protegidas por barreiras protetoras.

As crianças devem ser **condicionadas**, desde as creches e escolas maternas, para:

- só saírem de suas casas e colégios quando acompanhadas por adultos de seu ciclo familiar;
- só atravessarem ruas nas faixas de segurança, no semáforo e depois de se certificar de que todos os veículos pararam;

- utilizarem passarelas e passagens subterrâneas para atravessar vias de tráfego intenso;
- só andarem de bicicleta em parques e vias de trânsito de bicicletas, devidamente protegidas e com capacetes de segurança;
- sempre que estiverem nas calçadas, procurar colocar entre ela e o sentido do trânsito um obstáculo de porte, como um poste ou uma árvore bem enraizada.

As diretoras de escola devem solicitar para a frente de seus estabelecimentos de ensino:

- a construção de obstáculos que obriguem a redução da velocidade dos veículos;
- a instalação de placas de advertência, semáforos e faixas de segurança;
- o destacamento de guardas de trânsito nos horários de entrada e de saída das escolas.

TÍTULO III

DESASTRES RELACIONADOS COM A CONSTRUÇÃO CIVIL

1. Citação Bíblica

Evangelho de Lucas 6.47-49

47. Todo aquele que vem a mim, ouve as minhas palavras e a pratica, eu mostrarei a quem é semelhante.

48. É semelhante a um homem que, edificando sua casa, cavou, abriu profunda vala e lançou os alicerces sobre a rocha e, vindo a enchente, arrojou-se o rio contra ela e não a pôde abalar, por ter sido bem construída.

49. Mas o que ouve e não pratica é semelhante a um homem que edificou sua casa sobre a terra, sem alicerces e, arrojando-se o rio contra ela, foi grande a ruína daquela casa.

É simplesmente surpreendente a atualidade desta parábola de Jesus, após dois milênios de enunciada. É uma pena que, tanto os ensinamentos morais, como o exemplo prático desta parábola não tenham sido entendidos e assimilados pela humanidade, após tanto tempo.

Mais importante do que ouvir e acreditar é **ouvir e praticar**. Toda a obra humana, para ser duradoura e resistir aos eventos adversos, terá que ser elevada sobre bases sólidas.

2. Generalidades

Os desastres relacionados com a construção civil podem ocorrer:

- durante a construção das edificações;
- após a conclusão das mesmas.

Durante a construção, os desastres podem ser reduzidos pelo estrito cumprimento das normas e procedimentos de segurança.

Após a construção, os desastres podem ser reduzidos em função de um planejamento construtivo adequado, de um rigoroso gerenciamento e da adequada operacionalização das obras, de acordo com as especificações de segurança.

A adequada especificação dos materiais e dos equipamentos utilizados na construção é de capital importância. É indispensável que se tenha sempre presente que o uso de insumos e equipamentos diferentes dos especificados pode ser mais barato, mas pode resultar **numa redução da segurança** das edificações e das obras-de-arte.

Uma etapa extremamente importante, na fase de planejamento das edificações, é a

previsão de vias de acesso e de fuga, devidamente protegidas, as quais devem ser desenvolvidas com o objetivo de facilitar a evacuação e o carregamento dos meios de combate aos sinistros nas fases iniciais dos desastres.

Além da preocupação com a segurança das fundações e das estruturas, deve-se planejar as edificações, buscando garantir o máximo de distanciamento dos focos de riscos e de estanqueidade, com o objetivo de se evitar a generalização dos desastres.

3. Classificação

Os desastres relacionados com a construção civil obedecem à seguinte classificação geral:

Desastres Relacionados com a Danificação ou a Destruição de habitações - **CODAR-HT.CDH/21.301.**

Desastres Relacionados com a Danificação ou a Destruição de Obras-de-Arte ou de Edificações por Problemas Relativos ao Solo e às Fundações – **CODAR-HT.CPS/21.302.**

Desastres Relacionados com a Danificação ou a Destruição de Obras de Arte ou de Edificações por Problemas de Estruturas – **CODAR-HT.CPE/21.303.**

Desastres relacionados com o rompimento de barragens e riscos de inundações a jusante – **CODAR –HT.CRB/21.304.**

Desastres e/ou Acidentes de Trabalho Ocorridos Durante a Construção – **CODAR-HT.CAC/21.305.**

Desastres Relacionados com as Atividades de Mineração – **CODAR-HT.CAM/21.306.**

NÚMERO 1

DESASTRES RELACIONADOS COM A DANIFICAÇÃO OU A DESTRUIÇÃO DE HABITAÇÕES CODAR HT.CDA/21.301

1. Caracterização

A danificação e a destruição de residências são a consequência natural da construção de unidades residenciais em áreas inseguras e em desacordo com as normas de segurança construtiva.

Está concorrendo para o agravamento do problema a intensa migração de populações rurais de baixa renda para as áreas urbanas, em busca de oportunidades de trabalho e de melhores condições de vida, relacionadas com o acesso aos serviços essenciais.

A crise econômica que se desenvolveu sobre o País, a partir do final da década de setenta, gerou reflexos altamente negativos sobre o processo de desenvolvimento econômico e social e sobre a segurança das comunidades aos efeitos dos desastres, ao:

- **deteriorar** as condições de vida e o bem-estar social de importantes segmentos populacionais;
- **intensificar** as desigualdades e desequilíbrios sociais, inter-regionais e intra-regionais;
- **incrementar** os movimentos migratórios internos e o êxodo rural, provocando o crescimento desordenado das cidades;
- **intensificar** o desenvolvimento de cinturões e de bolsões de pobreza, no entorno das cidades de grande e de médio porte.

O crescimento desordenado das cidades, a redução do estoque de terrenos em áreas seguras e a conseqüente valorização dos mesmos, associados a um relaxamento dos órgãos responsáveis pela segurança das construções, provocaram a **favelização** e o adensamento dos estratos populacionais mais vulneráveis, em áreas de riscos intensificados.

Na ânsia de construir um teto, muitas unidades residenciais foram construídas de forma insegura e se tornaram vulneráveis à danificação e à destruição, em consequência de eventos adversos, inclusive de pequenas magnitudes.

2. Causas

Além do problema de casas construídas em áreas de riscos intensificados e, em consequência, vulneráveis a desastres como escorregamentos de solo, rolamentos de rochas, enxurradas e inundações, existe o problema das casas mal construídas.

Levantamentos realizados pela Organização dos Estados Americanos – **OEA** – demonstraram que, nos centros urbanos da América Latina, para cada **200** unidades habitacionais inspecionadas:

- **cinquenta e uma** foram construídas por firmas especializadas em construção civil e, nestes casos, muito provavelmente foram edificadas de acordo com as posturas de segurança dos Códigos de Obras Municipais;
- **noventa e oito** foram construídas a margem do mercado construtor e, nestes casos, é muito provável que as normas de segurança dos Códigos de Obras Municipais não tenham sido seguidas;
- **cinquenta e uma** já tinham sido ampliadas e alteradas, sem o apoio de firmas especializadas e também sem considerar as normas de segurança estabelecidas.

Verificou-se também que as unidades residenciais construídas e ampliadas pela indústria da construção civil, embora representassem apenas 25,5% do mercado construtivo, consumiram aproximadamente **92%** dos recursos aplicados nas atividades construtivas residenciais, enquanto **74,5%** das unidades habitacionais construídas ou ampliadas, a margem do mercado construtivo, consumiram somente **8%** destes recursos.

Esses levantamentos permitem concluir que, aproximadamente 75% das habitações são construídas e ampliadas com apenas 8% dos recursos gastos no setor. Nestas condições, a conclusão óbvia é que as mesmas são “planejadas” e gerenciadas por leigos, utilizando mão-de-obra despreparada e material construtivo de baixa qualidade. Em consequência, a danificação e a destruição de habitações correspondem a um importante desastre no Continente Sul-Americano, Centro-Americano e no Caribe.

Problemas parecidos também ocorrem no Continente Asiático, Africano e em numerosas ilhas da Oceania.

Conclusivamente, a imensa maioria das casas danificadas ou destruídas foram mal construídas e, além disso, foram edificadas em áreas de riscos intensificados.

Nestas condições, eventos naturais de magnitudes relativamente pequenas podem desencadear desastres de grande intensidade, em função do elevado nível de vulnerabilidade das habitações.

3. Ocorrência

O problema ocorre com maior frequência nos países pouco desenvolvidos e nos estratos populacionais marginalizados econômica e socialmente, nas sociedades mais desenvolvidas.

Evidentemente, estes desastres assumem características de desastres mistos e podem ser desencadeados por fenômenos naturais, como inundações, tempestades, escorregamentos de solos, desbarrancamentos e tombamentos ou rolamentos de rochas e de matacões.

4. Principais Efeitos Adversos

Além dos danos materiais e dos prejuízos econômicos causados pela danificação ou destruição das habitações e pela perda dos pertences, que não puderam ser retirados antes da ocorrência dos desastres, há que considerar os danos humanos, inclusive mortes, causados pelo tombamento das paredes.

No caso de desastres com características de desastres mistos e relacionados com escorregamentos de solos ou corridas de massa, as de mortes provocadas por soterramento podem ser muito mais frequentes.

5. Monitorização, Alerta e Alarme

A monitorização desses desastres depende da estruturação de um sistema de vigilância permanente das condições de segurança das habitações. É evidente que o funcionamento desse sistema depende, acima de tudo, de **vontade política**.

Compete ao Sistema de Vigilância das Condições de Segurança das Habitações impedir a construção de edificações inseguras ou em desacordo com as normas estabelecidas no Código de Obras Municipal, em áreas definidas como *non aedificandi*, no Plano de Desenvolvimento Municipal.

No caso de municípios que não conseguiram evitar a construção de habitações inseguras, em áreas de riscos intensificados de desastres naturais, há que incrementar as atividades de monitorização do tempo e do clima, com o objetivo de detectar situações de pré-impacto e desencadear as ações de redução do impacto dos desastres, com o máximo de antecipação possível.

Para tanto, é indispensável que as áreas de riscos intensificados sejam mapeadas e que as construções, consideradas como vulneráveis, sejam objeto de inspeções técnicas frequentes.

6. Medidas Preventivas

As medidas preventivas mais importantes são as que se relacionam com o planejamento urbano e dependem do mapeamento das áreas de riscos, que facilitam o microzoneamento urbano e a proibição de construção de habitações em áreas definidas como “**non-aedificandi**”. Em muitos casos se justificam projetos de relocação de populações que construíram suas habitações em áreas de riscos intensificados.

O **Código de Obras dos Municípios** deve ser debatido e atualizado, com o apoio do Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura – **CREA**, da Associação Brasileira de Normas Técnicas – **ABNT**, das Associações Empresariais da Indústria de Construção que, neste caso específico, funcionam como órgãos de apoio do SINDEC e do Corpo de Bombeiros Militares e dos Engenheiros Responsáveis pela Fiscalização de Obras de Prefeitura e, acima de tudo, com o indispensável apoio da Classe Política. Este Código, após aprovado e transformado em Lei Municipal, deverá regulamentar a liberação das obras e as inspeções das mesmas, durante o processo construtivo e por ocasião da emissão do “**habite-se**”, com o objetivo de priorizar a segurança construtiva das mesmas.

O grande problema se centra na construção de habitações seguras destinadas às famílias de baixa renda.

Inicialmente é necessário que se invista na pesquisa, com o objetivo de desenvolver tecnologias de baixo custo para a construção de habitações seguras e adaptadas, a disponibilidade local de material de construção e que sejam pouco vulneráveis aos desastres prevalentes nos cenários estudados.

O barateamento das construções pode ser conseguido pela utilização de regimes de mutirão na edificação das mesmas.

No planejamento do regime de mutirão, pode competir:

1. Ao Governo Local:

- o provimento de terrenos em áreas seguras e acessíveis aos meios de transporte de massas, para servir às populações deslocadas;
- o apoio ao trabalho construtivo, com equipes de engenheiros e arquitetos especializados na construção de habitações seguras e de baixo custo;
- o treinamento da mão-de-obra que se empenhará nos trabalhos construtivos;
- o gerenciamento das obras de infra-estrutura de saneamento básico, de transmissão de energia e dos eixos de transporte;

2. Ao Governo Federal ou Estadual:

- o financiamento das chamadas “**bolsas de materiais de construção**”;
- a supervisão do andamento das obras;
- a fiscalização dos processos de prestação de contas.

3. As comunidades apoiadas:

- **adestrar-se** em técnicas de construção;
- prover mão-de-obra disciplinada, que assumirá a responsabilidade de construir todas as casas, auxiliando na construção das casas dos vizinhos e participando da construção das obras de infra-estrutura.

NÚMERO 2

DESASTRES RELACIONADOS COM A DANIFICAÇÃO OU DESTRUIÇÃO DE OBRAS-DE-ARTE E DE EDIFICAÇÕES, POR PROBLEMAS RELATIVOS AO SOLO E ÀS FUNDAÇÕES

CODAR – HT.CAS/21.302

1. Caracterização

Estes desastres acontecem quando se constroem grandes edificações e obras-de-arte, como corredores e terminais de transporte, pontes, viadutos e outras obras:

- sobre solos inconsistentes, como estruturas falhadas (**rift valleys**), sedimentos inconsolidados de silte ou areia e solos plásticos, como os solos turfosos e outros;
- sem técnicas compatíveis relativas ao planejamento e à construção das fundações, que devem assentar-se sobre rocha sólida e consistente;

No Brasil, estudos incompletos sobre a estrutura dos solos e das encostas permitem o assentamento de trechos de estradas importantes em áreas sujeitas a constantes deslizamentos, durante a temporada de chuvas concentradas.

Os desabamentos de obras-de-arte e de edificações por defeitos na implantação das fundações, além dos danos e prejuízos humanos, materiais e econômicos, repercutem desfavoravelmente e abalam o prestígio da classe. Por tais motivos, há um grande interesse do Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura – **CREA** – em estabelecer as causas dos desastres e salvaguardar o renome ético de uma classe de profissionais altamente respeitáveis.

2. Causas

Por trás de uma destruição de edificação ou de obra-de-arte, em consequência de problemas relativos ao solo e às fundações, existe sempre um erro humano.

Dentre as principais causas gerais destes desastres, há que destacar:

- **estudos geológicos**, geomorfológicos e geotécnicos insuficientes, durante a fase de planejamento das grandes edificações ou da definição do traçado dos corredores de transporte e de seus terminais, e que conduziram a uma má escolha das áreas destinadas à construção;
- **erros de cálculo** na especificação das fundações;

- **planejamento e gerenciamento** deficientes durante o assentamento das fundações que sustentarão as edificações e obras-de-arte construídas;
- **má especificação** dos insumos e materiais de construção a serem utilizados;
- **utilização** de insumos e de materiais de construção de forma diferente do especificado, durante o assentamento das fundações e das estruturas.

Os cuidados com o assentamento das fundações devem ser redobrados, quando as obras forem edificadas em terrenos falhados e inconsistentes. Nesses casos, é indispensável que as fundações sejam assentadas sobre rochas sólidas.

No Brasil, o clima úmido, com estações de chuvas concentradas, alternando com dias de insolação intensa, contribui para intensificar o intemperismo, para formar solos inconsistentes e para facilitar os deslizamentos de solos, em áreas de encostas íngremes.

3. Ocorrência

Os deslizamentos de encostas e a destruição de aterros e de cabeceiras de pontes ocorrem, com mais frequência, nos períodos de chuvas concentradas.

O incremento desses desastres, durante a estação chuvosa, prejudica a circulação de bens e de pessoas e dificulta o carregamento dos meios necessários ao desenvolvimento das ações de resposta aos desastres.

Ao longo da história da engenharia do Brasil, existem registros de desabamentos de pontes, viadutos e de outras obras-de-arte e edificações, em consequência de erros de cálculo ou de deficiências no gerenciamento da implantação das fundações.

Embora ocorram raramente, esses desastres devem ser minuciosamente investigados e as causas reais dos mesmos devem ser amplamente divulgadas, cabendo aos Conselhos Regionais de Engenharia e Arquitetura – **CREA** – participar das investigações e, através de um comportamento imparcial dos Conselheiros, zelar pela preservação da ética e do bom nome da classe.

Maus profissionais devem ter seus registros cassados, para evitar que toda uma classe de profissionais de elevado nível de competência seja prejudicada pela generalização de pré-julgamentos errôneos.

4. Principais Efeitos Adversos

Estes desastres, além dos danos humanos e materiais que causam e dos prejuízos econômicos e sociais consequentes repercutem desfavoravelmente sobre a sociedade e prejudicam o prestígio da classe.

Todos sabem que a engenharia da construção brasileira é de elevada qualidade e compete aos CREA zelarem pela preservação deste prestígio, esclarecendo e divulgando as causas reais destes desastres e, quando for o caso, punindo os profissionais responsáveis pelos mesmos, por erro ou omissão.

Toda a sociedade brasileira deve se empenhar para preservar o prestígio de nossa engenharia e reduzir a incidência destes desastres.

5. Monitorização, Alerta e Alarme

A **monitorização** dos riscos destes desastres depende de uma atitude de vigilância permanente, por parte dos órgãos responsáveis pela fiscalização das obras e pela concessão de alvarás que autorizam o funcionamento e a operacionalização das mesmas.

É indispensável que os cálculos e as especificações das obras sejam revistos, tanto no que diz respeito às fundações, como às estruturas e que as auditorias das obras, durante o desenvolvimento das mesmas, verifiquem se a construção está sendo conduzida, em conformidade com o especificado.

6. Medidas Preventivas

Inicialmente deve-se ressaltar a importância do estudo de disciplinas relacionadas com a **geologia de engenharia**, mecânica do solo e geotécnica nas Escolas de Engenharia das universidades brasileiras e do incentivo às pesquisas que podem ser desenvolvidas nestas importantes áreas do conhecimento. Na medida do possível, há que direcionar o estudo e as pesquisas para a realidade dos cenários brasileiros.

No caso específico da redução dos riscos de desabamentos, relacionados com problemas de solo, as medidas não-estruturais, como o **microzoneamento** e o uso **adequado do espaço geográfico**, são de capital importância. Em princípio, deve ser vetada a construção de obras de vulto em áreas de solos pouco consolidados e vulneráveis.

Os cuidados com as fundações das obras deve ser redobrado, e os versículos 6.47, 6.48 e 6.49 do **Evangelho de Lucas** devem ser sempre mentalizados pelos engenheiros, pois continuam cada vez mais atuais.

No caso particular do planejamento dos corredores de transporte, os estudos do solo e geomorfológicos são de capital importância para orientar o planejamento dos traçados destas obras.

O incentivo à organização de Associações de Especialistas na área de geologia de engenharia deverá contribuir para ampliar a discussão e a divulgação de técnicas relacionadas com a prevenção destes desastres. Evidentemente, o apoio do Conselho Federal e dos Conselhos Regionais de Engenharia e Arquitetura é indispensável para que a redução dos desastres relacionados com a construção civil se torne mais efetiva.

NÚMERO 3

DESASTRES RELACIONADOS COM A DANIFICAÇÃO OU DESTRUIÇÃO DE OBRAS-DE-ARTE E DE EDIFICAÇÕES POR PROBLEMAS DE ESTRUTURAS

CODAR – HT.CPE/21.303

1. Caracterização

Embora a maioria dos desabamentos por problemas de estruturas ocorram em habitações da população de baixa renda, há que recordar o recente desabamento ocorrido num edifício de apartamentos, localizado em bairro nobre da zona sul do Rio de Janeiro, o qual provocou óbitos e grandes danos materiais para seus ocupantes.

Também são registrados desastres por problemas estruturais em viadutos, pontes e outras obras-de-arte.

2. Causas

Normalmente, estes desastres ocorrem em obras de menor porte, mal fiscalizadas, construídas por pessoas pouco competentes e pouco idôneas e que não se preocupam com a segurança das edificações.

Contribuem para aumentar a frequência destes desastres:

- **falhas humanas** no planejamento, na realização de cálculos estruturais e no gerenciamento das obras;
- **seleção deficiente** da mão-de-obra, permitindo a contratação de mestres-de-obra e de artífices pouco qualificados;
- **utilização** de material de construção de qualidade inferior;
- **falhas** na fiscalização e no controle de qualidade das estruturas, durante a construção;
- **economia injustificada** de ferragem.

A longo prazo, as chuvas ácidas, provocadas pela saturação das camadas atmosféricas, por vapores de ácidos carbônicos, sulfúrico e nítrico, podem contribuir para aumentar a agressão química sobre as estruturas das construções. Facilitam a oxidação da ferragem e a desestabilização das estruturas, os defeitos no enchimento das formas, ao permitirem o afloramento das ferragens, que não são protegidas por camadas de concreto de espessura compatível.

3. Ocorrência

A ocorrência destes desastres tende a aumentar nos municípios onde a estrutura de fiscalização de obras é deficiente.

Nos períodos em que ocorrem surtos de intensificação na construção de edificações, pode ocorrer sobrecarga de trabalho no órgão fiscalizador e prejudicar a fiscalização de um grande número de obras, que são desenvolvidas de forma simultânea.

Apesar destes problemas, é obrigação do poder público, das firmas construtoras e dos Conselhos Regionais de Engenharia e Arquitetura se empenhar para que estes desastres sejam drasticamente reduzidos.

4. Principais Efeitos Adversos

Da mesma forma que nos desastres estudados anteriormente, os danos humanos e materiais e os prejuízos econômicos e sociais podem ser significativos, mas as repercussões desfavoráveis sobre o prestígio da classe dos engenheiros não devem ser minimizadas.

Daí a importância da atuação do CREA no esclarecimento e na divulgação das causas do desastre e, quando necessário, na punição exemplar dos culpados.

O Brasil se orgulha da competência de seus engenheiros e não aceita que pessoas relapsas contribuam para reduzir o prestígio merecido da classe.

5. Monitorização, Alerta e Alarme

Inicialmente, há que ressaltar a importância do estudo das disciplinas relacionadas com o desenvolvimento dos **cálculos estruturais** e com o **gerenciamento das atividades de concretagem**, nas escolas de engenharia das universidades brasileiras.

Os **Códigos de Obras Municipais** devem ser atualizados e adequados à realidade do cenário do município considerado e é indispensável que a administração municipal seja dotada de um **órgão fiscalizador** competente, idôneo e imune a pressões políticas e econômicas. A segurança das construções deve ser considerada com elevado grau de prioridade.

É necessário que haja muito boa articulação e coordenação entre o **órgão fiscalizador**, a **Defesa Civil Municipal** e o **Corpo de Bombeiros Militares do Estado**.

O alvará de licenciamento para a construção deverá ser liberado depois de um minucioso exame das **plantas**, do **memorial descritivo** do planejamento da construção e dos **cálculos estruturais**.

No caso de grandes obras, é desejável que uma firma responsável pela fiscalização e auditoria do andamento da obra seja contratada.

Nestes casos, a liberação do alvará de licenciamento da construção deve ser condicionada à contratação de uma empresa de seguros que se responsabilize pela indenização de prejuízos provocados por:

desastres ocorridos durante a construção

defeitos estruturais caracterizados após a conclusão da obra

As seguradoras podem contratar firmas de auditoria, que se responsabilizem pela revisão do planejamento e dos cálculos estruturais e pela supervisão da obra, para se protegerem de riscos não corretamente dimensionados.

NÚMERO 4

DESASTRES RELACIONADOS COM O ROMPIMENTO DE BARRAGENS E RISCOS DE INUNDAÇÕES A JUSANTE

CODAR – HT.CRB/21.304

Caracterização

Inicialmente, há que ressaltar que não existe registro de rompimento de barragens de grande porte, destinadas à instalação de Usinas Hidroelétricas – UHE – ou construídas para fins de irrigação, nem no Brasil nem nos demais países de engenharia desenvolvida.

O sangramento desastroso do açude Orós, ocorrido há mais de 40 anos, só aconteceu porque a obra ainda não estava concluída e, nestes últimos quarenta anos, ocorreram duas muito mais intensas, com sangramentos muito mais violentos e o açude resistiu sem problemas maiores.

No entanto, o rompimento de pequenas barragens mal planejadas e mal construídas ocorre com relativa frequência. Como durante as secas muitas barragens são construídas de afogadilho, apenas para justificar o pagamento da mão-de-obra durante a seca, frequentemente estas obras mal planejadas e mal gerenciadas se desfazem com as primeiras chuvas.

Estes problemas concorrem para o descrédito dos programas de combate às secas e a opinião pública costuma se referir depreciativamente a estas obras, denominando-as de “**barragens sonrisal**”, que desfazem, quando em contato com a água.

2. Causas

Normalmente, as causas destes acidentes decorrem de falhas humanas e relacionam-se com:

- **pouca solidez** das obras;
- **estanqueidade** deficiente das barragens, que incrementam a percolação e os vazamentos subseqüentes;
- **construção de aterros** pouco compactados, que tendem a se desfazer com o enchimento da bacia de contenção;
- **construção** da barragem sobre terrenos pouco estáveis.

4. Ocorrência

No Brasil, as grandes construtoras de barragens desenvolveram uma muito boa tecnologia de construção de obras seguras e concorrem, em pé de igualdade, com

as grandes empresas internacionais dedicadas à construção de barragens.

O mesmo não ocorre na construção de pequenas barragens arquitetadas de afogadilho, pela iniciativa privada ou por prefeituras municipais deficientes em tecnologias de construção de barragens.

No caso das grandes barragens, é normal que a entidade responsável pelo gerenciamento das obras, contrate grandes firmas de construção de reconhecida competência e idoneidade.

É comum que uma firma de engenharia seja contratada para detalhar o planejamento e a especificação da obra, outra para a execução e uma terceira para fiscalizar, controlar a quantidade da obra, medir as obras concluídas e autorizar o pagamento das empreiteiras e da firma encarregada pela construção.

Esta rotina de contratação de firmas distintas concorre para aumentar a segurança das obras de barragens.

4. Principais Efeitos Adversos

É evidente que o rompimento de pequenas barragens causa danos materiais e prejuízos econômicos. No entanto, o maior dano causado por estes acidentes relaciona-se com o descrédito das instituições responsáveis pelo combate às secas e estiagens.

5. Monitorização, Alerta e Alarme

As grandes barragens são permanentemente monitorizadas e acompanhadas por equipes técnicas altamente competentes que se antecipam a quaisquer tendências de desvios dos parâmetros estabelecidos, como normais, e desencadeiam respostas dos órgãos efetores, para que o equilíbrio dinâmico do sistema não seja rompido.

A bacia hidrográfica de drenagem BHD é permanentemente monitorizada, permitindo o cálculo do nível de enchimento da bacia de contenção e a manobra do sistema de comportas que controle a atuação dos vertedouros e o funcionamento das turbinas.

Da mesma forma, a resistência do corpo da barragem é permanentemente monitorizada, permitindo uma antecipação sobre os efeitos dos mecanismos de tensão sobre as estruturas.

No entanto, nas barragens de pequeno porte, as atividades de monitorização são deficientes.

6. Medidas Preventivas

No caso das grandes barragens, o maior investimento das grandes firmas construtoras deve ser direcionado para a capacitação e a valorização de seus recursos humanos.

Os engenheiros “tocadores de obras” e que desenvolveram uma grande liderança sobre as equipes de trabalho, merecem ser tratados com todo o respeito, em função dos elevados níveis de competência que atingiram e são disputados pelos gerentes de obra.

É impressionante observar, num grande canteiro de obras, o funcionamento harmonioso das equipes de trabalho, que depende do carisma do engenheiro responsável, e do respeito que os engenheiros juniores, dos mestres-de-obras e os peões têm por sua competência e experiência.

O planejamento da obra é realizado com grande antecipação, a preocupação com a segurança e com o controle de qualidade deve ser permanente, o treinamento em serviço e a capacitação dos engenheiros, mestre-de-obras e artífices devem ser encaradas como uma rotina de trabalho.

Nestas condições, a responsabilidade maior do engenheiro-chefe do canteiro de obras é priorizar o apoio dos órgãos responsáveis pelo apoio logístico e administrativo ao engenheiro responsável pela condução das obras.

No caso das pequenas barragens, a sistemática, respeitadas as diferenças de escala, não é diferente.

Os detalhes relacionados com a construção de barragens, sangradouros, canais de adução e sistemas de drenagem foram muito bem apresentados e explicitados no **Manual de Pequenos Açudes**, editado pela SUDENE.

É desejável que esse manual seja distribuído às Secretarias de Obras de todos os municípios brasileiros, que assumam a responsabilidade de gerenciar ou fiscalizar a construção de pequenos açudes. Seria ideal que as unidades de Engenharia do Exército assumissem a responsabilidade, mediante convênios, de ministrar cursos de artífices e de mestre-de-obras especializados na construção de pequenas obras hídricas, utilizando o citado manual, como fonte de referência.

No Nordeste Semi-Árido, caracterizado pela grande quantidade de rios intermitentes, é indispensável que o planejamento dos açudes seja integrado no nível das microbacias, sub-bacias e bacias fluviais, no âmbito de um **Programa de Regularização Espacial dos Deflúvios das Bacias – PRED**.

É importante que o dimensionamento das barragens e da capacidade dos reservatórios sejam compatibilizados com a capacidade de escoamento das bacias hidrográficas de drenagem – **BHD**.

Açudes subdimensionados não permitem o aproveitamento otimizado da água disponível e exigem a construção de sangradouros superdimensionados.

Ao contrário, açudes superdimensionados inundam grandes áreas e aumentam o nível

de evaporação, exigem barragens maiores e mais caras e, por não sangrarem todos os anos, aumentam o nível de salinidade das águas armazenadas e prejudicam os aproveitamentos de jusante.

Para que a construção de barragens considere os aspectos fundamentais, relacionados com a solidez e a estanqueidade das obras, é necessário:

- **construir as barragens** em locais de geologia favorável, que facilitem a construção das fundações e o escoramento das ombreiras e dificultem a percolação e a infiltração das águas para o lençol freático subjacente;
- **ascender as barragens** sobre solo estável, evitando a construção das mesmas sobre material fluente, como matéria orgânica e argila expansiva, ou sobre material de pouca coesão, como a areia;
- definida a linha mestra da barragem, **realizar a escavação das fundações** até uma profundidade que permita a retirada de toda a matéria orgânica e de todo o material arenoso e inconsolidado;
- **escolher terra** de granulometria compatível, que permita a intercalação de elementos finos e grosseiros e facilite a coesão e a impermeabilização do maciço compactado para a construção da barragem;
- **compactar a terra** previamente umedecida, adequadamente, de forma que o volume inicial da terra depositada seja reduzido em 30% no aterro compactado. A terra, umedecida por caminhões-pipa, é compactada por rolos compressores;
- **o aterro** deve ser construído com declividades adequadas, tanto para montante, como para jusante e com uma crista de 3 metros de largura;
- **o vertedouro** deve ser bem dimensionado e, em princípio, deve ser construído numa das extremidades da barragem, para facilitar o sangramento do açude;

NÚMERO 5

DESASTRES OU ACIDENTES DE TRABALHO OCORRIDOS DURANTE A CONSTRUÇÃO

CODAR – HT.CAC/21.305

1. Caracterização

Os desastres e acidentes de trabalho ocorrem com muita frequência, durante a construção de obras, concorrendo para o agravamento das estatísticas de acidentes de trabalho.

No caso específico dos acidentes de trabalho, caracteriza-se em exemplo típico de um grande desastre por somação de efeitos parciais, quando se verifica o total de trabalhadores que se acidentam anualmente.

Por tais motivos, é imperativo que se direcionem esforços para reduzir a importância destes desastres nas estatísticas de morbidade e mortalidade.

2. Causas

As atividades relacionadas com a construção de obras de engenharia envolvem um grande número de ameaças potenciais de ocorrência de acidentes na fase construtiva.

Os seguintes fatores concorrem para aumentar a vulnerabilidade a estes desastres:

- O **baixo nível de instrução** da mão-de-obra, especialmente dos auxiliares e ajudantes, com baixo nível de especialização.
- O **baixo senso de percepção de riscos**, que tende a crescer nos estratos populacionais menos desenvolvidos, cultural e socialmente.
- O **baixo nível de prioridade** dado à engenharia de segurança, já que é indispensável que a mesma seja altamente operativa e tenha condições de educar a força-de-trabalho, sobre os procedimentos de segurança e sobre o uso obrigatório de equipamentos de segurança.
- A **pouca valorização da política de segurança**, por parte da direção da firma construtora.

Há que considerar também que:

- empregados analfabetos não têm condições de ler os informes sobre riscos e medidas de segurança, nos quadros de avisos;
- canteiros de obra desorganizados concorreu para aumentar os riscos de acidentes, em consequência da desarticulação e da descoordenação no desenvolvimento de atividades distintas;

3. Ocorrência

Como já foi especificado, os acidentes de trabalho, durante a construção de obras de engenharia, concorrem para agravar as estatísticas gerais relativas ao acidentes de trabalho.

De um modo geral, a redução destes desastres e acidentes depende do estabelecimento de uma firme **política de segurança e de valorização da força-de-trabalho**, por parte das firmas construtoras.

É necessário que todos os dias, antes de se iniciar mais uma jornada de trabalho, todos os procedimentos de segurança sejam recapitulados, da mesma forma que a obrigatoriedade do uso dos equipamentos de segurança.

O alcoolismo, a sobrecarga de trabalho, a fadiga e o estresse devem ser evitados, a qualquer custo.

4. Principais Efeitos Adversos

Os principais efeitos adversos dos acidentes de trabalho, durante a construção, são os **danos humanos**, relacionados com os traumatismos, muitas vezes mortais ou incapacitantes.

É imperativo que ressalte que os recursos humanos são o patrimônio mais importante de uma empresa e de um país e, por este motivo, a força-de-trabalho deve ser muito valorizada.

Também é necessário ressaltar que os acidentes de trabalho repercutem muito desfavoravelmente sobre o moral dos trabalhadores, prejudicando as atividades produtivas.

Por outro lado, a perda de horas-homem trabalhando, decorrente de acidentes, representa prejuízos financeiros para as empresas, para as firmas de seguro e para o sistema previdenciário.

Também não pode ser esquecido que os acidentes de trabalho também são causas de danos materiais.

5. Monitorização, Alerta e Alarme

O sistema de vigilância da segurança deve atuar, de forma contínua, na observação das atividades construtivas, buscando captar quaisquer desvios dos procedimentos de segurança estabelecidos.

Qualquer evento programado, que possa repercutir na obra, provocando uma intensificação dos níveis de risco, deve ser planejado e monitorizado e os trabalhadores devem ser informados sobre os riscos advindos dos mesmos, e sobre as condutas que devem ser desenvolvidas, para minimizar os riscos.

Muitas vezes, a simulação do evento contribui para facilitar o adestramento das equipes e para que todos os procedimentos de segurança, relativos ao evento programado, sejam recordados e revisados.

6. Medidas Preventivas

a) Importância da Comissão Interna de Prevenção de Acidentes - CIPA

É indispensável que as firmas construtoras organizem as CIPAs, nos canteiros de obra, e que as mesmas tenham condições de representar os interesses e a competência em atividades de segurança de empregados e de empregadores.

Os empregados devem ser representados nas CIPAs por líderes carismáticos que estejam realmente imbuídos da importância de sua missão.

A **CIPA** é a principal responsável pela implementação dos procedimentos de segurança e pela fiscalização do uso obrigatório dos equipamentos de segurança, como capacetes, cabos de segurança, mosquetões de alpinistas, redes de segurança e outros equipamentos individuais e coletivos, que se fizerem necessários.

b) Importância das Atividades de Apoio e de Promoção Social

Está demonstrado que trabalhadores bem alimentados, com uma primeira refeição forte em princípios nutritivos, são mais produtivos e menos vulneráveis a acidentes de serviço.

Por outro lado, trabalhadores alcoolizados ou drogados têm suas atividades sensoriais e coordenadoras afetadas e são muito vulneráveis aos acidentes. A caracterização do problema deve implicar perda do dia de trabalho, e a reincidência deve provocar a demissão dos mesmos por justa causa.

É importante caracterizar que esses trabalhadores inferiorizados neuropsicologicamente representam elevados riscos de acidentes para si mesmos e para seus companheiros. Também está demonstrado que trabalhadores sobrecarregados de trabalho, estressados e fatigados são mais vulneráveis a acidentes.

A organização de cursos de alfabetização nos canteiros de obra permite melhorar o nível de educação dos trabalhadores, com relação aos riscos de desastres e à importância dos procedimentos de segurança e do uso obrigatório dos equipamentos de segurança.

É importante que todo o pessoal da construção civil, ao ser contratado para uma obra, seja reciclado sobre as normas de segurança vigente.

Importância do Fortalecimento do Espírito de Corpo

O esforço de transformar a força-de-trabalho numa grande família, onde todos se preocupem e se solidarizem com todos, é altamente compensador.

O lazer e as atividades esportivas, com participação da coletividade, contribuem para a geração de um clima de camaradagem e agregação e é bom que os dirigentes não se esqueçam de que o homem é um animal gregário.

Observou-se também que alguns minutos de ginástica, com uma forte carga de exercícios de extensão, contribui para reduzir o estresse, fortalecer o espírito de corpo e reduzir a vulnerabilidade aos acidentes.

NÚMERO 6

DESASTRES RELACIONADOS COM AS ATIVIDADES DE MINERAÇÃO

CODAR – HT.CAM/21.306

1. Caracterização

Os desastres humanos relacionados com as atividades de mineração podem ocorrer, tanto em minas subterrâneas como em minas a céu-aberto, e devem ser considerados como de grande importância.

Em ambos os casos assumem grande importância:

- os acidentes relacionados com explosões;
- as doenças profissionais com repercussão sobre o aparelho respiratório;
- o destino das escórias.

No caso das minas subterrâneas, os desastres provocados pelo desabamento de galerias podem ocorrer de forma súbita e intempestiva e assumir as proporções de grandes catástrofes.

No caso das minas a céu-aberto, tende a crescer o número de acidentes com danos individuais e assumem as características de desastres por somação de efeitos parciais, quando estudados estatisticamente.

2. Causas

De um modo geral, as causas primárias de desastres na área de mineração relacionam-se com **falhas humanas** nas atividades de planejamento, gerenciamento, operacionalização e **monitorização** dos processos de mineração e com o desrespeito às normas e procedimentos de segurança.

No que diz respeito a riscos de ocorrência de eventos adversos, há que considerar as seguintes diretrizes gerais:

- a abertura de galerias, em terrenos pouco consolidados, aumenta a vulnerabilidade das mesmas aos desabamentos e exige um esforço redobrado nos sistemas de escoramento;
- galerias abertas nas proximidades de lençóis freáticos são mais vulneráveis às inundações causadas por percolação e exigem que os sistemas de bombeamento e esgotamento de água sejam reforçados;

- os riscos de escapamento de gases inflamáveis e explosivos exigem que o sistema de exaustão seja reforçado, da mesma forma que os sistemas que monitorizam e alertam sobre a ocorrência desses escapamentos;
- quanto mais profunda for a mina, maiores serão as necessidades de sistemas de bombeamento de ar refrigerado sobre pressão, para facilitar a sobrevivência dos mineradores e melhorar as condições de conforto respiratório;
- o uso de máscaras filtrantes deve ser considerado obrigatório em instalações com elevados níveis de poeiras em suspensão;
- em princípio, galerias mal iluminadas e mal sinalizadas aumentam o nível de vulnerabilidade aos desastres e acidentes;

No caso particular das minas a céu-aberto, há que considerar, com prioridade, os eventos desencadeantes dos seguintes desastres e acidentes:

- escorregamentos de solo e tombamentos ou rolamentos de rochas e matacões, em áreas de encostas íngremes;
- tombamento de máquinas pesadas, que se deslocam em arruamentos pouco consolidados, com graves riscos de traumatismos para as guarnições das mesmas e para as equipes de trabalhadores, que atuam em suas proximidades.

Existem determinadas fases no processo de mineração, especialmente nas minas a céu-aberto, que precisam ser muito bem planejadas e gerenciadas em função do crescimento do nível de riscos. Enquadram-se nesta situação as explosões controladas, para facilitar a liberação do minério, com granulometrias pré-determinadas.

3. Ocorrência

Os acidentes relacionados com atividades de mineração são freqüentes e tendem a agravar-se nos países menos desenvolvidos e que utilizam técnicas pouco evoluídas de redução destes desastres.

De um modo geral, as grandes indústrias mineradoras apresentam melhores condições de garantir a redução dos riscos destes desastres, por considerarem importantes os investimentos relativos à segurança das atividades mineradoras.

No Brasil, os acidentes e desastres relacionados com as atividades de mineração são muito mais freqüentes nas áreas de garimpagem, em consequência do muito baixo nível de percepção de riscos e do elevado grau de indisciplina desses aventureiros. A experiência demonstra que, nas áreas de garimpo, o direito à vida e à incolumidade é

encarado com baixa prioridade.

De um modo geral, a ocorrência de desastres é mais freqüente nas minas de carvão, em função dos riscos de liberação de gases explosivos.

No que diz respeito ao mau tratamento dos rejeitos da mineração, observa-se que, nos países que anteriormente estiveram sob regime comunista, os problemas de contaminação dos solos e dos mananciais de água são muito mais graves do que nos regimes democráticos pluripartidários e com imprensa livre.

4. Principais Efeitos Adversos

O volume de danos humanos, relacionados com traumatismos e quadros de anoxia, com números elevados de mineiros desaparecidos, mortos ou gravemente lesionados, costuma incrementar-se no caso de desastres de evolução aguda, como:

- desabamentos de galerias;
- escorregamento ou fluidificação de solos;
- escapamento de gases inflamáveis, seguidos de incêndios e explosões;
- inundações de galerias;
- mau funcionamento dos sistemas de exaustão de gases e de ventilação de ar refrigerado sob pressão.

No entanto, os riscos de doenças profissionais resultantes da infiltração dos alvéolos pulmonares e dos bronquíolos terminais, por poeiras inaladas, não pode ser olvidado.

Estes estados mórbidos, definidos genericamente como **pneumoconioses**, evoluem para quadros de fibrose pulmonar, com intensa redução da capacidade respiratória. A doença evolui para um quadro de insuficiência respiratória, caracterizado pela cianose (coloração arroxeadada da pele e das mucosas) que tende a agravar-se aos pequenos esforços. É importante caracterizar que esses pacientes são muito vulneráveis às infecções respiratórias, como a tuberculose.

As pneumoconioses são consideradas como doenças profissionais e, se não forem prevenidas e minimizadas, poderão provocar casos de invalidez permanente de mortes precoces.

4. Monitorização, Alerta e Alarme

Nas minas com tecnologias de prevenção de acidentes avançados, as galerias são monitorizadas e é fácil prognosticar, com grande antecipação, acidentes ou desastres que possam ser causados por:

- **escapamento** de gases tóxicos ou explosivos;
- **defeito** nos sistemas de ventilação de ar refrigerado, sob pressão;
- **aumento de tensão** sobre as estruturas de sustentação;

- **indício** de incêndios e escapamentos de fumaça.

Por outro lado, qualquer atividade de mineração, que represente aumento de riscos de desastres, deve ser minuciosamente planejada e gerenciada. Nesses casos, deve haver ampla divulgação, relacionada com o próprio evento e com as medidas de segurança recomendadas e os mineradores devem evacuar as galerias onde os riscos são intensificados, as quais devem ser motorizadas como elevado nível de prioridade.

Em alguns casos, exercícios simulados podem ser desenvolvidos, com o objetivo de testar o gerenciamento do evento e das medidas de segurança recomendadas.

6. Medidas Preventivas

As empresas mineradoras de grande porte, além das **Comissões Internas de Prevenção de Acidentes – CIPA**, deve organizar e estruturar **Brigadas Anti-sinistros**, muito bem equipadas e adestradas e de dimensões compatíveis com o nível de riscos avaliados.

O adestramento das equipes de busca e salvamento, de resgate de feridos e de atendimento pré-hospitalar não deve ser descuidado, da mesma forma que o atendimento médico-cirúrgico de emergência.

Em princípio, todos os mineradores devem ser adestrados e reciclados a intervalos regulares em normas e procedimentos de segurança e em atividades de primeiros socorros e de transporte de feridos, em macas e em meios de fortuna

O uso de equipamento de segurança, como capacetes, máscaras filtrantes e equipamentos individuais de iluminação são obrigatórios.

Da mesma forma, podem ser duplicadas as vias de acesso e de evacuação das galerias de trabalho, com o objetivo de se manter uma alternativa de fuga, em casos de desmoronamento.

A **monitorização** da galerias e o alarme antecipado de riscos de acidentes, todas as vezes que os parâmetros de normalidade forem ultrapassados, contribuem poderosamente para aumentar os níveis de segurança e para reduzir a intensidade dos desastres.

Os planos de contingência, para as diferentes hipóteses de desastres, devem ser elaborados e atualizados; as equipes da Brigada Anti-sinistro devem ser treinadas e a execução de exercícios simulados deve ser vista como um meio eficiente de testar e aperfeiçoar o planejamento.

Nas minas a céu-aberto:

- os cortes das encostas devem ser bem planejados e executados, para que os deslizamentos sejam evitados;

- as explosões programadas devem ser muito bem planejadas, gerenciadas e monitorizadas;
- as magueiras pesadas, com centros de gravidade muito baixos, devem deslocar-se por vias de acesso seguras, para que os riscos de tombamento sejam evitados.

7. Atividades de Medicina de Trabalho

Nas áreas de mineração as atividades de medicina de trabalho são de grande importância e devem ser encaradas com grande prioridade.

Na seleção física dos mineiros, a fisiopatologia do seu aparelho respiratório deve ser encarada com grande prioridade, da mesma forma que nos exames periódicos.

Nas minas onde existem grandes quantidades de poeiras em suspensão, o uso de máscaras filtrantes é obrigatório e os sistemas de exaustão devem ser encarados com grande prioridade.

TÍTULO IV

DESASTRES DE NATUREZA TECNOLÓGICA RELACIONADOS COM INCÊNDIOS CODAR – HT.I/21.4

1. Introdução ao Estudo do Tetraedro do Fogo

Para que um incêndio se inicie e se propague, é necessária a conjugação dos seguintes fatores condicionantes, que constituem o chamado tetraedro de fogo:

Combustíveis

Os combustíveis são corpos, substâncias ou compostos, que podem ser sólidos, líquidos ou gasosos e que alimentam o processo de combustão, ao queimarem, em presença do **oxigênio** e de uma fonte de calor, desenvolvendo uma **reação de oxidação** em cadeia e de natureza **exotérmica**.

Comburente

O elemento comburente é constituído pelo oxigênio que, ao se combinar com o combustível, na presença de uma fonte de calor, provoca uma reação química de oxidação de natureza exotérmica, que se caracteriza pela intensa liberação de energia calórica, que contribui para manter o processo combustivo.

Calor

É necessário que exista uma fonte de calor ou de chama, para dar início ao processo de **ignição**. Após iniciada a combustão, a liberação de grande quantidade de energia térmica permite a gaseificação dos combustíveis sólidos e líquidos e a realimentação do **processo combustivo**, por intermédio da combinação dos combustíveis com o oxigênio comburente.

Reação Exotérmica em Cadeia

A alimentação e a continuidade do processo combustivo é mantida a partir da conjugação dos fatores condicionantes, que permitem e facilitam o desenvolvimento da reação exotérmica em cadeia, por intermédio da combinação dos combustíveis com o oxigênio comburente, em presença de calor, a qual gera energia térmica, que mantém a combustão.

2. Conceituação

Fogo

O fogo deve ser entendido como um processo químico de transformação dos materiais combustíveis e inflamáveis, em presença do oxigênio e dos demais fatores condicionantes, que caracterizam o **tetraedro de fogo**.

A combinação do oxigênio, com os compostos combustíveis gaseificados, dá origem a uma reação de oxidação exotérmica, que se caracteriza pela intensa produção de calor. Como já foi esclarecido, o calor gerado pela reação exotérmica em cadeia, alimenta o processo combustivo.

Quando o combustível é sólido ou líquido, é necessário que o mesmo seja gaseificado pelo calor, para que seja possível a sua combinação com o oxigênio e a caracterização do processo combustivo.

Fogo Aberto

É o fogo que queima para fora, envolvendo a edificação ou instalação com chamas, gases em combustão e fumaça aquecida.

Fogo Confinado

É o fogo que queima num recinto fechado.

Combustão

Estado de um corpo que queima, em presença do oxigênio, produzindo luz e calor, em consequência de uma reação química de oxidação, de natureza exotérmica, com produção de energia calórica e, na grande maioria das vezes, de chamas ou labaredas. A intensidade das chamas ou labaredas depende da quantidade de oxigênio disponível no ambiente onde ocorre a combustão. Nestas condições, as chamas ou labaredas são provocadas pela combinação dos gases incandescentes, com o oxigênio, gerando luz e calor.

Combustão Ativa

É a combustão mais rápida e intensa, que ocorre em ambiente rico em oxigênio e que se caracteriza pela intensa produção de calor e de chamas ou labaredas. Em função da composição dos gases incandescentes, que, em última análise, depende dos elementos combustíveis, a tonalidade das chamas varia entre o amarelo, o laranja, o vermelho, o violeta e o verde.

Combustão Lenta

É a combustão que se desenvolve em ambiente pobre em oxigênio. Nestes casos, a reação de oxidação ocorre de forma mais lenta e menos intensa, a liberação do calor é gradual e não há produção de chama ou labareda.

Incêndio

É o fogo que escapou do controle do homem e assumiu as características de um sinistro ou desastre, causando grandes danos e prejuízos. Normalmente, os incêndios caracterizam-se pela combustão ativa e intensa e por provocarem sinistros de grandes proporções, em função da perda de controle sobre o fogo.

Conflagração

Caracteriza os incêndios de grandes proporções, que se propagam em regime turbilhonar, com grande velocidade e intensidade. No caso de **conflagração**, o incêndio assume as características de fogo aberto, envolvendo em chamas, gases inflamados e fumaça as edificações ou instalações conflagradas e propagando-se para as edificações e instalações vizinhas, por intermédio das pontas de chamas.

Ponta de Chama

Língua de fogo que se forma pelo contato de gases e vapores combustíveis, com o oxigênio, durante o processo de combustão. As pontas de chama conduzem o incêndio de um compartimento para outro, em função da velocidade expansional dos gases aquecidos. Em função da velocidade de propagação, as pontas de chamas podem ser causa de detonações ou de deflagrações.

Detonação

Fenômeno que ocorre quando a velocidade da ponta de chama, que penetra no produto não reagido, caracterizando uma frente de reação, ultrapassa a velocidade do som. A detonação, por ocorrer de forma extremamente rápida, provoca maiores efeitos mecânicos e sonoros e menores efeitos térmicos.

Deflagração

Fenômeno que ocorre quando a velocidade da ponta de chama, que penetra no produto não reagido, caracterizando a frente de reação, se desloca numa velocidade inferior a do som. A deflagração, por ocorrer de forma menos rápida que a detonação, provoca menores efeitos mecânicos e sonoros e maiores efeitos térmicos.

Bola de Fogo

Fenômeno que ocorre durante um incêndio, quando um grande volume de gás ou vapor inflamável, anteriormente confinado e comprimido, escapa para a área em

combustão. Nestas condições, devido a despressurização, forma-se um volume esférico de gás em expansão, cuja superfície externa queima, enquanto a massa gasosa se eleva, em consequência da redução da densidade, provocada pelo superaquecimento.

Nestas condições, não corre onda de pressão e a nuvem em processo combustivo emite uma grande quantidade de energia térmica, sobre a área subjacente, enquanto se eleva na atmosfera.

Inflamabilidade

A inflamabilidade é medida em função da facilidade com que um determinado material combustível se inflama e entra em processo de combustão, ao entrar em contato com chamas ou centelhas de diferentes origens, em presença do oxigênio comburente.

Centelha

É uma partícula de natureza ígnea e luminosa que pode dar origem a um processo combustivo, ao se desprender:

- de um corpo incandescente;
- do choque entre dois corpos densos;
- dos pólos de um dielétrico.

Também chamada de chispa ou fagulha, a **centelha** desprende-se mais facilmente do choque entre materiais densos, especialmente quando um deles é áspero e o outro, um metal eletrizado.

No caso de um dielétrico, a centelha pode saltar entre os dois pólos do mesmo, a semelhança de um raio, produzindo luz, calor e ondas sonoras.

Ponto de Fulgor

Também chamado de temperatura de fulgor, corresponde à temperatura, a partir da qual um corpo combustível começa a desprender gases combustíveis que, em presença do oxigênio e de uma centelha ou outra fonte de calor, podem dar início ao processo combustivo.

Ponto de Inflamabilidade

Corresponde a uma temperatura superior ao ponto de fulgor, que, quando atingida por um determinado corpo combustível, em presença do oxigênio, dá início a um processo combustivo.

3. Classificação dos Incêndios em função dos Combustíveis

Incêndios Classe “A”

Corresponde ao fogo em material sólido. Por serem porosos, os combustíveis sólidos queimam, tanto em superfície, como em profundidade. Os combustíveis sólidos mais comuns são constituídos por materiais celulósicos, como madeiras, móveis, divisórias de madeira compensada, papéis, panos, musgos, gravetos e folhas secas.

É bom ter sempre presente que as madeiras resinosas queimam mais rapidamente.

Incêndios Classe “B”

Corresponde ao fogo em material líquido ou gasoso. Os combustíveis líquidos queimam em superfície. Os combustíveis gasosos, em função da velocidade da ponta de chama, podem queimar em superfície ou em volume, produzindo, neste último caso, detonações ou deflagrações.

Os combustíveis líquidos e gasosos mais comuns são o álcool etílico, o éter e os derivados de petróleo, como o propano, a nafta, a gasolina, o querosene, o óleo combustível e o Gás Liquefeito de Petróleo – GLP.

Incêndio Classe “C”

Corresponde ao fogo em material elétrico ou energizado. A extinção do fogo em equipamentos elétricos ou energizados deve ser realizada com agentes não condutores de eletricidade, como o dióxido de carbono e o pó químico. Nestes casos, os extintores de espuma e de água e gás são absolutamente contra-indicados.

Incêndio Classe “D”

Corresponde ao fogo produzido por material pirofosfórico, como os metais alcalinos e alcalinos terrosos, a exemplo do sódio, do potássio, do magnésio e do zinco, os quais se inflamam espontaneamente, em contato com o ar atmosférico. Nestes casos, a extinção do fogo será realizada mediante o uso de compostos específicos, como a areia, o sal gema ou halita e a limalha de ferro.

5. Classificação dos Materiais Inflamáveis, em Função do Ponto de Fulgor

Em função do ponto de fulgor, os materiais inflamáveis são classificados nas seguintes classes:

Classe 1, com ponto de fulgor abaixo de 4°C, como a nafta, a gasolina, o éter, a acetona e a benzedrina;

Classe 2, com ponto de fulgor acima de 4°C e abaixo de 21°C, como o álcool etílico, o formol e o acetato de anilo;

Classe 3, com ponto de fulgor acima de 21°C e abaixo de 93°C, como querosene, a terebentina e o álcool metílico

5. Classificação dos Materiais Combustíveis, de acordo com a Norma Alemã DIN-4.102

De acordo com a Norma Alemã DIN-4.102, os materiais combustíveis são classificados nas seguintes categorias:

B¹ – Material dificilmente combustível, como a lã pura, filmes cinematográficos e outros materiais tratados com substância retardante do fogo. Esses materiais só queimam em presença de fonte externa de calor e se apagam quando a fonte de calor é afastada.

B² - Material normalmente combustível, como a madeira com mais de dois milímetros de espessura e o carvão, que necessitam de fonte externa de calor para iniciar a combustão, mas continuam queimando sozinhos, após a retirada da fonte externa de calor.

B³ - Material facilmente combustível, como a madeira com menos de dois milímetros de espessura, o papel, o papelão e a maioria dos líquidos e gases inflamáveis, os quais, em presença do oxigênio e de uma fonte de calor, queimam com grande velocidade de alastramento e intensa liberação de energia calórica.

6. Caracterização e Classificação dos Desastres de Natureza Tecnológica Relacionados com incêndios.

Sob este título estão classificados incêndios com grande potencial destrutivo e que exigem recursos, técnicas e táticas muito complexas, para combatê-los e controlá-los.

Estes sinistros, normalmente intensificados por combustíveis líquidos ou gasosos, óleos e lubrificantes, costumam ocorrer em instalações industriais, meios de transporte marítimos ou fluviais, depósitos de combustíveis, áreas portuárias e em edificações com grandes densidades de usuários.

Nestas condições, os incêndios relacionados com o desenvolvimento tecnológico são classificados como:

Incêndios em Instalações de Combustíveis, Óleos e Lubrificantes – CODAR – HT.ICB/21.401;

Incêndios em Meios de Transporte Marítimo ou Fluvial – CODAR – HT.IMF/21.402;

Incêndios em Áreas Portuárias – CODAR HT.IAP/21.403;

Incêndios em Plantas e Distritos Industriais – CODAR – HT.IPI/21.404;

Incêndios em Edificações com Grandes Densidades de Usuários – CODAR – HT.IED/21.405.

NÚMERO I

INCÊNDIOS EM INSTALAÇÕES DE COMBUSTÍVEIS, ÓLEOS E LUBRIFICANTES

CODAR – HT.ICB/21.401

1. Caracterização

Campos e plataformas de exploração de petróleo, refinarias, parques e depósitos de combustíveis, ductos, terminais de transporte, postos de vendas de combustíveis a granel e outras instalações que manipulam combustíveis, óleos e lubrificantes – **COL** – são sujeitos a riscos aumentados de incêndios e de explosões.

Tendo em vista a grande quantidade de combustíveis, com elevado grau de inflamabilidade, existentes nestas instalações, estes incêndios costumam ser muito intensos e de difícil controle, por propagarem-se com grande velocidade e com intensa liberação de energia calórica.

2. Causas

Os incêndios em instalações de combustíveis, óleos e lubrificantes podem ser provocados por causas internas ou externas.

Dentre as causas internas há que destacar as falhas humanas e as falhas de equipamento.

As falhas humanas relacionam-se com o descumprimento de normas e procedimentos de segurança e costumam ser a causa mais importante de desastres provocados por eventos internos.

As falhas de equipamento, na grande maioria das vezes, resultam de uma pouco cuidadosa especificação dos mesmos, por ocasião do planejamento das instalações ou de problemas relacionados com o não cumprimento do programa de manutenção preventiva.

Normalmente, as **falhas de equipamento** ocorrem nos chamados “**comando de estudos**”, especificados a seguir:

- tubulações, conexões e válvulas de segurança;
- sistemas de processamento;
- tanques e depósitos de combustíveis;
- painéis indicadores do funcionamento do processo;
- **sistemas de monitorização** do adequado funcionamento dos equipamentos, de acordo com parâmetros de normalidade pré-estabelecidos;
- **sistemas de alívio**;
- **sistemas de segurança**;
- sistemas de proteção ambiental;

- sistemas e equipamentos de proteção individual e coletiva.

Os incêndios também podem resultar de eventos externos ao sistema, como descargas elétricas atmosféricas, quedas de balões e propagação de sinistros, a partir de instalações vizinhas.

O alastramento destes incêndios, na própria instalação, e a propagação das mesmas para as áreas vulneráveis adjacentes resulta:

- de um deficiente **nucleamento e distanciamento** dos focos de riscos, no interior da instalação, e da ausência de **estanqueidade** dos mesmos, que facilitam a propagação e a generalização do sinistro;
- da ausência de **áreas de proteção**, definidas como *non aedificandi*, ao redor das instalações, as quais são estabelecidas com a finalidade de distanciar a **área de risco**, das **áreas vulneráveis** aos efeitos dos sinistros.

3. Ocorrência

Os desastres em instalações de combustíveis são bastante frequentes e costumam causar incêndios de grande intensidade, na maioria dos países do mundo.

O maior desastre em instalações petrolíferas ocorreu nos campos de exploração de petróleo do **Kuweit** e foi provocado pelo exército iraquiano, ao se retirar derrotado daquele país, ao término da Guerra do Golfo.

No Brasil, o maior desastre, envolvendo instalações petrolíferas, ocorreu na **Vila Socó**, em São Paulo, em consequência de um incêndio provocado em recipientes de gasolina que eram desviados de um oleoduto, por moradores daquela vila, construída clandestinamente na faixa de segurança do ducto.

No Brasil, também são frequentes os incêndios que ocorrem em depósitos clandestinos de Gases Liquefeitos de Petróleo – GLP, os quais costumam multiplicar-se quando se espera um aumento de preços do produto.

Por ocasião das Festas de **São João**, os riscos de incêndios em instalações de COL tendem a aumentar, como consequência do hábito de soltar balões, apesar de proibidos pela legislação.

Nos postos de venda de combustíveis a granel existe o risco de percolação de combustíveis, para a rede de esgotos pluviais, por problemas de estanqueidade dos tanques de armazenamento.

4. Principais Efeitos Adversos

Os principais efeitos adversos destes sinistros relacionam-se com o elevado grau de inflamabilidade destes combustíveis, com a intensa liberação de energia calórica e com os riscos, sempre presente, de explosão.

As pontas de chamas, que se formam na área de contato dos gases e vapores combustíveis inflamados, com o oxigênio, conduzem o incêndio de um compartimento para outro e, a partir da generalização do sinistro, para as áreas vulneráveis adjacentes.

O calor irradiante que se desprende dos focos de incêndio e das **bolas de fogo** pode causar queimaduras graves nas guarnições que combatem o incêndio e na população localizada em áreas vulneráveis.

Em função da velocidade com que as **pontas de chama** penetram no produto não reagido, caracterizando uma **frente de reação**, podem ocorrer deflagrações ou detonações, com importantes efeitos mecânicos, provocados pela expansão explosiva dos gases, resultantes da combustão.

Como consequência da intensa liberação de energia calórica e dos efeitos mecânicos, os danos humanos, materiais e ambientais e os prejuízos provocados por estes sinistros costumam ser muito intensos.

5. Monitorização, Alerta e Alarme

A **monitorização** é conceituada como:

A **observação**, registro, medição, comparação e avaliação, **repetitiva e continuada**, dos parâmetros de funcionamento e de dados técnicos, de acordo com esquemas estabelecidos, no tempo e no espaço e a utilização de métodos comparativos, com a finalidade de:

- **estudar** todas as possíveis variáveis do fenômeno ou **processo** em observação;
- **identificar** os parâmetros de normalidade e, a partir da definição dos mesmos, caracterizar todos os desvios significativos do processo observado;
- **facilitar** a tomada de decisões e permitir as articulações de respostas coerentes e oportunas;

Os **sistemas de monitorização** das instalações de COL são planejados e arquitetados em níveis de complexidade diretamente proporcionais ao:

- tamanho das instalações;
- complexidade dos sistemas de processamento;
- nível de riscos de ocorrência de sinistros.

Sempre que possível, os sistemas de monitorização devem funcionar de forma automatizada e em íntima conexão com os sistemas de **alívio** e de **segurança**.

Nestes casos, os sistemas de alívio podem responder, de forma articulada, a uma sequência de eventos adversos, com o objetivo de:

- **bloquear** a propagação do desastre;
- **reduzir** os efeitos adversos;
- **minimizar** os danos e prejuízos.

6. Medidas Preventivas

As medidas preventivas, relacionadas com a redução destes desastres, dependem de circunstanciados estudos avaliativos de riscos tecnológicos e são desenvolvidos, por intermédio de três padrões de planeamento:

- **Planejamento Preventivo**
- **Planejamento da Segurança Industrial**
- **Planejamento de Contingência**

O planeamento preventivo é desenvolvido com ênfase nas medidas de redução das **vulnerabilidades dos cenários** dos desastres pontenciais, enquanto que o planeamento da segurança industrial é desenvolvido com ênfase nas medidas de redução das **Ameaças** e o planeamento de contingência é um plano operacional de **resposta aos desastres**.

a) Planejamento Preventivo

O planeamento preventivo é desenvolvido por intermédio de medidas não-estruturais e medidas estruturais.

As **medidas não-estruturais** relacionam-se com:

- o uso adequado de espaço geográfico;
- a implementação de projetos de preparação para emergências e desastres;
- a implementação de normas e procedimentos de segurança relativos à proteção dos cenários dos desastres.

A localização de uma área para definir a construção de uma instalação destinada ao manuseio de COL deve considerar os seguintes fatores:

- **distanciamento** de áreas vulneráveis a grandes incêndios e de áreas de riscos intensificados de desastres naturais e de desastres humanos de natureza tecnológica;
- **dimensões** da área compatíveis com a nucleação e o distanciamento dos diferentes focos de riscos, com o objetivo de evitar a propagação e a generalização dos sinistros;

- **relevo geográfico**, profundidade do lençol freático e condições atmosféricas dominantes, inclusive direção e regime do ventos.

Nestas condições, o planejamento da localização da instalação deve considerar:

- as **dimensões** das áreas de exposição, onde podem ocorrer danos significativos, em casos de sinistro;
- as dimensões das **áreas de proteção** que são demarcadas com a finalidade de circunscrever os focos de risco e distanciá-los de áreas vulneráveis aos desastres;
- a localização de **áreas de segurança**, adequadamente distanciadas das áreas de exposição e onde é improvável que ocorram desastres secundários e danos e prejuízos significativos.

Em princípio, as áreas de exposição e de proteção devem ser adquiridos pela firma proprietária do empreendimento e transformada numa **área de proteção ambiental – APA** – onde é proibido edificar, sendo definidas como áreas *non aedificandi*.

Com o objetivo de proteger a instalação contra riscos de eventos externos causadores de desastres, é indispensável que a mesma esteja suficientemente distanciada de prováveis epicentros de desastres naturais e humanos de natureza tecnológica.

Dentre as medidas previstas nos projetos de preparação para emergências e desastres, há que destacar a organização, o equipamento e o adestramento das **Brigadas Anti-Sinistro** que normalmente são constituídas por equipes de:

- combate aos sinistros
- busca e salvamento e de evacuação de pessoas em risco
- atendimento pré-hospitalar e de atendimento médico-emergencial

A implementação de normas e de procedimentos de segurança relacionadas com a proteção dos cenários dos desastres, está implícita no planejamento preventivo e diz respeito à:

- drenagem e destinação adequada dos efluentes líquidos perigosos para as pessoas e para o meio ambiente;
- exaustão de gases perigosos e ventilação adequada do ambiente de trabalho;

No que diz respeito às **medidas estruturais**, há que considerar:

- as relacionadas com a estanqueidade dos focos de risco, as quais objetivam evitar a generalização do sinistro;

- as relacionadas com a construção de **áreas e de corredores de refúgio** no interior da instalação.
- Os corredores de refúgio, de circulação vertical e horizontal são construídos com a finalidade de aumentar a probabilidade de sobrevivência e a incolumidade das pessoas, em circunstâncias de sinistros.

Estas áreas e corredores de refúgio são construídas com o objetivo de resistir aos efeitos adversos dos incêndios e das explosões e facilitar:

- a evacuação de pessoas em risco
- o carregamento de recursos destinados ao combate dos sinistros

b) Planejamento da Segurança Industrial

O planejamento da segurança industrial relaciona-se com:

- **uma especificação**, minuciosa e adequada dos itens de equipamento;
- **a recepção**, conferência e a supervisão da montagem dos equipamentos nas unidades de processamento;
- o correto desempenho **do sistema de monitorização, alerta e alarme**;
- o desempenho otimizado dos **sistemas de alívio** e dos sistemas de segurança contra sinistros.

Uma especificação correta, minuciosa e adequada de todos os itens de equipamentos, que devem ser adquiridos e instalados pela empresa responsável pela montagem da instalação, é de importância **capital**, para garantir o bom desempenho da mesma, na fase operacional..

A **recepção e a conferência** do equipamento adquirido e a supervisão da montagem dos mesmos nas unidades de processamento aumentam o nível de segurança operacional da futura instalação. É indispensável que, após instalados, os equipamentos sejam testados.

Os seguintes equipamentos devem ser prioritariamente especificados, conferidos e supervisionados na fase de montagem:

- **tubulações**, conexões e válvulas de segurança;
- **tanques** e depósitos de combustíveis;
- **unidades de processamento**;
- **painéis indicadores** do correto funcionamento dos diferentes itens de equipamento;

- **sistemas de monitorização, alerta e alarme;**
- **sistemas de alívio;**
- **sistemas de proteção ambiental**, como exaustores de gases, sistemas de drenagem de líquidos, sistema de aeração;
- sistemas de segurança e de extinção de incêndios;
- sistemas de equipamentos de proteção individual e coletiva.

A manutenção preventiva dos equipamentos instalados, de acordo com calendários rígidos e rigorosos esquemas de manutenção, é de capital importância para evitar falhas de equipamentos e a ocorrência de sinistros provocados por falhas mecânicas.

A redução dos desastres e a minimização dos danos e dos prejuízos dependem primordialmente da eficiência dos sistemas de monitorização que devem alertar, com o máximo de antecipação possível, sobre **tendências** de desvios dos parâmetros de funcionamento, com relação à normalidade estabelecida.

Os Sistemas de Alívio são planejados e arquitetados para permitir o desencadeamento de respostas simples e pré-estabelecidas dos órgãos efetores do sistema, a tendências de desvios significativos dos parâmetros de funcionamento estabelecidos, as quais são detectadas pelos sistemas de **monitorização**.

De um modo geral, os sistemas de alívio são planejados e arquitetados, com as seguintes finalidades gerais:

- **reduzir a velocidade do fluxo** dos produtos reagentes no interior das tubulações, em casos de superaquecimento, hipertensão dos fluidos e outros desvios significativos dos parâmetros de normalidade estabelecidos;
- **bloqueio do fluxo** dos produtos reagentes, em casos de queda da tensão dos fluidos no interior da tubulação e de outros sinais indicativos de vazamento dos ductos ou tubulações;
- **desvio do fluxo** de produtos perigosos, para sistemas alternativos de tubulação, comandados ou válvulas de segurança, em casos de vazamentos ou de riscos intensificados de incêndios e de explosões;
- **resfriamento automático** das tubulações, por intermédio de sistemas trocadores de energia calórica, constituídos por serpentinas refrigeradas, que são acionadas automaticamente, em casos de superaquecimento de tubulações;
- **resfriamento automático** de ambiente, por intermédio de chuveiros de teto (**sprinklers**), que são acionados automaticamente em caso de intensificação da **ionização do ar**, detecção de fumaça ou de elevações bruscas da temperatura ambiental;
- **resfriamento automático** de tanques e depósitos de combustíveis, localizados nas proximidades dos focos de incêndio por intermédio do acionamento de

chuveiros que permitem o escorregamento de cortinas de água, ao longo das paredes dos tanques;

- **acionamento** de sistemas telecomandados e teledirecionados de jatos de água ou de soluções salinas hiper-refrigeradas;
- **esvaziamento** de tanques e de depósitos combustíveis, localizados nas proximidades dos focos de incêndio, por intermédio de sistemas telecomandados de tubulações subterrâneas, responsáveis pela transferência de combustíveis, para tanques de reserva localizados em áreas seguras e suficientemente distanciadas dos focos de incêndio;
- **injeção de produtos inertes**, neutralizadores e bloqueadores de reações químicas, nas tubulações alimentadoras dos processadores, quando forem identificados parâmetros indicadores de hiperatividade química;
- **exaustão** do oxigênio ambiental e **insuflação** de gases inertes, como o dióxido de carbono e o nitrogênio, nos compartimentos estanques, após a evacuação dos mesmos e o bloqueio de todas as aberturas.

No caso da instalação de **sistemas telecomandados e teledirecionados** de acionamento de jatos de água ou de soluções salinas hiper-refrigeradas, é desejável que a direção, o ângulo de elevação e o débito do jato de incêndio sejam controlados à distância, por guarnições que atuam protegidas em áreas de refúgio. Nestes casos, os jatos de incêndio devem ser **pesados**, com débito superior a 1.350 litros por minuto e em forma de chuva. É necessário que sejam planejados e instalados depósitos de água, de dimensões compatíveis, com as necessidades de água lançadas com débitos tão elevados, os quais devem poder ter seu abastecimento facilmente reforçados, em situações emergenciais.

c) Planejamento de Contingência

Os seguintes aspectos do Plano de Contingência devem ser considerados com grande prioridade e previstos com grande antecipação:

Combate Direto do Sinistro
Socorro às populações em Risco
Assistência às Populações Afetadas
Reabilitação dos Cenários dos Desastres

1. Generalidades sobre as Atividades de Combate aos Sinistros

A efetividade das atividades de combate aos sinistros depende do fiel cumprimento de três premissas básicas:

- o combate aos sinistros deve iniciar-se no mais curto prazo possível;

- os meios de combate aos sinistros disponíveis devem ser concentrados no objetivo decisivo e rapidamente reforçados, quando necessário;
- o esforço de nuclear e dominar o sinistro e de evitar sua propagação deve ser encarado com o máximo de prioridade.

Para atender corretamente a estas premissas, é indispensável que:

- O **Sistema de Monitorização, Alerta e Alarme** esteja em condições de detectar e localizar o foco ou epicentro do sinistro e alertar instantaneamente todo o dispositivo de segurança;
- Os órgãos de pronta resposta das **Brigadas Anti-Sinistro** desencadeiem as primeiras ações de resposta aos desastres, nas Unidades de processamento apoiadas diretamente pelos mesmos, as quais crescerão de eficiência, na medida em que estes destacamentos forem reforçados;
- os órgãos de apoio ao conjunto das **Brigadas Anti-Sinistro**, após alertados, desloquem-se rapidamente para o local do sinistro e concentrem suas ações sobre o objetivo decisivo, buscando isolá-lo, bloqueá-lo e dominá-lo, com o máximo de velocidade possível.
- O **Corpo de Bombeiros** deve designar uma de suas Unidades para assumir a responsabilidade de combater os sinistros nos Distritos Industriais. Esta Unidade deve localizar-se a uma distância compatível da área de riscos de desastres tecnológicos e deve participar ativamente do Planejamento de Contingência e da Estruturação dos Planos de Auxílio (apoio) Mútuo.

Nos Distritos Industriais, o Plano de Auxílio Mútuo prevê a atuação coordenada e articulada das Brigadas Anti-Sinistro das diversas unidades industriais em ações concentradas de combate aos sinistros, que têm por objetivo primordial evitar a generalização dos desastres.

Para maiores detalhes sobre Planejamento de Contingência contra sinistros em estabelecimentos industriais, recomenda-se a leitura do **Capítulo V** do Manual de Redução dos Desastres Tecnológicos de Natureza Focal editado por esta Secretaria Nacional de Defesa Civil.

2) Generalidades Sobre as Ações de Socorro às Populações em Risco

Para poder planejar adequadamente as ações de socorro às populações em risco, os seguintes aspectos do Plano de Contingência devem ser considerados com grande prioridade:

delimitação precisa das áreas de risco e de exposição;

cadastramento da população em risco;

seleção das áreas de segurança, para onde a população em risco pode ser evacuada;

estudo e balizamento dos eixos de evacuação e estimativa dos meios de transporte necessários;

implementação de recursos relacionados com as atividades de **alerta e alarme**, com o objetivo de informar à população ameaçada sobre riscos de desastres iminentes;

definição das ações a realizar durante a fase de socorro;

seleção dos órgãos melhor vocacionados para desempenhar cada uma das ações previstas e **articuladas e coordenar** a atuação dos mesmos;

definição dos recursos necessários para concretizar as ações previstas e detalhamento do planejamento do apoio logístico e da mobilização dos recursos necessários;

estabelecimento de mecanismos de articulação e de coordenação entre os órgãos do SINDEC, a serem empenhados na operação;

definição da cadeia de comando responsável pela condução das operações, em circunstâncias de desastres;

ampla difusão do planejamento;

realização de exercícios simulados, com o objetivo de testar e aperfeiçoar o planejamento e o nível de adestramento das equipes empenhadas.

É necessário que o planejamento seja constantemente atualizado e que se dedique uma atenção especial ao planejamento e à operacionalização das redes de comunicação.

3) Generalidades sobre as Ações de Assistência às Populações Afetadas

As ações de assistência às populações afetadas relacionam-se com as seguintes atividades gerais:

Atividades Logísticas

Atividades de Assistência e Promoção Social

Atividades de Promoção, Proteção e de Recuperação da Saúde

Estes conjuntos de ações foram detalhados no segundo volume do Manual de Planejamento em Defesa Civil.

a) Atividades Logísticas

Dentre as atividades logísticas relacionadas com a assistência às populações afetadas, há que destacar as seguintes:

Provisão de água potável e de alimentos.

Suprimento de material de estacionamento, como barracas, colchonetes, roupa-de-cama, travesseiros, cobertores e utensílios de copa e cozinha.

Suprimento de roupas, calçados e agasalhos.

Suprimento de material de limpeza e higienização.

Apoio logístico às equipes técnicas empenhadas.

Prestação de serviços gerais, como preparação e conservação de alimentos, banho e lavanderia.

b) Atividades de Assistência e Promoção Social

Dentre as atividades de assistência e promoção social às populações afetadas, há que destacar as seguintes:

triagem socioeconômica e cadastramento das famílias afetadas;

entrevistas com as famílias assistidas;

ações de fortalecimento da cidadania responsável e participativa e de reforço dos laços de coesão familiar e das relações de vizinhança;

atividades de comunicação social, com os públicos internos e externos, atividades de comunicação com a imprensa;

disciplinação das relações interpessoais entre as pessoas abrigadas e ações de preservação da ética e da moral.

Para fins de promoção social, a unidade de atuação é o núcleo familiar e, numa segunda fase, a unidade de vizinhança.

c) Atividades de Promoção, Proteção e de Recuperação da Saúde

Dentre as atividades de promoção, proteção e de recuperação da saúde das populações afetadas por desastres, há que destacar as seguintes:

assistência médica primária e ações integradas de saúde;

atividades de vigilância epidemiológica e de vigilância sanitária;

proteção da saúde mental;

proteção dos estratos populacionais mais vulneráveis;

educação sanitária e promoção de práticas relacionadas com higiene das habitações, asseio corporal, higiene pessoal e higiene da alimentação;

controle de intoxicações exógenas;

saneamento básico de caráter emergencial;

transferência de hospitalização e estruturação da documentação de referência e de contra-referência.

Evidentemente estas ações não podem ser improvisadas em circunstâncias de desastres e dependem da existência de serviços de saúde bem estruturados e que se mantenham atualizados com as práticas de medicina de desastre.

4) Generalidades sobre as Atividades de Reabilitação dos Cenários

As **atividades de reabilitação dos cenários** relacionam-se com as seguintes ações gerais:

Vigilância das Condições de Segurança Global da População

Reabilitação dos Serviços Essências

Reabilitação das Áreas Deterioradas

a) Vigilância das Condições de Segurança Global da População

Dentre as atividades das condições de segurança global da população, há que destacar as seguintes ações gerais:

avaliação de danos e de prejuízos, levantamento de avarias e estimativa das necessidades de reconstrução;

vistorias técnicas e avaliação de danos causados às estruturas e fundações de edificações afetadas pelos sinistros;

emissão de laudos técnicos, com abundantes provas fotográficas, devidamente autenticadas, das lesões diagnosticadas no conjunto das edificações afetadas;

desmontagem de edificações irremediavelmente afetadas pelos desastres e que apresentem riscos de desmoronamento;

definição de áreas *non-aedificandi* e atualização do Plano Diretor do Desenvolvimento Urbano, em função dos estudos de riscos e do nível de deteriorização dos cenários dos desastres;

desapropriação de propriedades localizadas em áreas de riscos intensificadas.

Como os danos e prejuízos causados a terceiros, pelos desastres tecnológicos, são objetos de ações indenizatórias, **é imperativo** que as atividades de vigilância das condições de segurança sejam desencadeadas por equipes experientes, idôneas e imunes a pressões.

b) Reabilitação dos Serviços Essências

As atividades de reabilitação dos serviços essenciais devem ser desencadeadas, prioritariamente, mediante articulação com as equipes de manutenção e de recuperação destes serviços.

c) Reabilitação das Áreas Deterioradas

Dentre as atividades de reabilitação das áreas deterioradas, há que destacar as seguintes:

limpeza, descontaminação, desinfecção e desinfestação dos cenários de desastres;

desobstrução e remoção de escombros;

proteção das águas de superfície e de subsuperfície contra contaminações;

sepultamento de animais e de pessoas.

NÚMERO II

INCÊNDIOS EM MEIOS DE TRANSPORTE MARÍTIMO OU FLUVIAL

CODAR – HT.IMF/21.402

Caracterização

Os incêndios em embarcações, normalmente são acompanhados de explosões e são sinistros extremamente intensos e perigosos, em função dos seguintes fatores:

espaço físico limitado, que facilita a rápida propagação do sinistro e dificulta a evacuação de pessoas em risco, para áreas seguras;

carga combustível elevada, que tende a crescer nas embarcações especializadas no transporte de combustíveis, óleos e lubrificantes – **CDL** e nas **belonaves das marinhas de guerra**.

Os riscos de incêndios e de explosões crescem no caso dos navios especializados no transporte de combustíveis, ainda mais, nas **belonaves das marinhas de guerra**, envolvidas em operações de combate.

A redução dos riscos destes sinistros depende essencialmente do planejamento arquitetônico das embarcações, que deve priorizar a **compartimentação** dos sinistros e da estruturação de **Brigadas Anti-sinistros e de Controle de Avarias**, com elevados níveis de adestramento e de competência.

Quem estuda a Guerra do Pacífico, ocorrida entre 1942 e 1945 e que, sem nenhuma dúvida, foi a maior guerra naval de todos os tempos, pode chegar a conclusão de que um dos fatores decisivos que influenciaram a vitória das Forças Norte Americanas foi a imensa competência de suas **Brigadas Anti-Sinistro e de Controle de Avarias**. Nesta Guerra, há que destacar a imensa capacidade de sobrevivência do Porta-Aviões Saratoga, cognominado como “**Velha Fênix**”, que foi atingido gravemente quatro vezes e conseguiu retornar às operações, em tempo recorde.

Causas

Da mesma forma que nos demais desastres de natureza tecnológica, estes sinistros podem ser causados por eventos adversos de origem externa e de origem interna, sendo que estes últimos podem ser motivados por falhas humanas ou por falhas nos equipamentos.

Dentre os **eventos adversos de origem externa** ao sistema, há que destacar os seguintes:

atos de sabotagem desencadeados por terroristas;
ações bélicas desenvolvidas por forças inimigas;
choques ou colisões acidentais, com escolhos ou com outras embarcações;
sinistros propagados a partir de outras embarcações ou de equipamentos portuários.

Dentre os **eventos adversos de origem interna**, relacionados com falhas humanas, há que destacar os seguintes:

descumprimento de normas e de procedimentos de segurança estabelecidos;
retardo no desencadeamento das ações iniciais de resposta aos desastres.

Dentre os eventos adversos de origem interna, relacionados com **falha no equipamento**, há que destacar os seguintes:

deficiência na **especificação** de itens sensíveis dos equipamentos;
problemas relacionados com as atividades de manutenção preventiva;
falhas nos sistemas de monitorização, alerta e alarme, nos sistemas de alívio e nos sistemas de segurança.

Ocorrência

Em função das normas e procedimentos de segurança marítima, estabelecidos em acordos internacionais, os incêndios em embarcações, especialmente em navios petroleiros, são pouco frequentes, quando comparados com outros incêndios tecnológicos.

Normalmente, estes acidentes ocorrem com embarcações menores e construídas há mais tempo e são causados por eventos externos ao sistema, como colisão com outras embarcações, em áreas de tráfego marítimo intensificado e em dias de condições meteorológicas muito adversas, refletindo-se sobre o estado do mar.

4. Principais Efeitos Adversos

No caso de incêndios em embarcações, os efeitos adversos, relacionados com a intensa liberação de energia calórica e com os riscos de explosões, em espaços confinados, são aumentados.

É normal que ocorram danos humanos, inclusive óbitos, traumatismos graves e grandes queimaduras, consequência dos efeitos radiantes e mecânicos, relativos aos incêndios.

O combate pode ser facilitado, em função da grande disponibilidade de água e das facilidades de captação da mesma, por intermédio de sistemas de moto-bombas.

Evidentemente, os danos materiais, em consequência das avarias e dos consequentes prejuízos econômicos, também devem ser considerados.

5. Monitorização, Alerta e Alarme

No caso específico das embarcações, onde a variável tempo é de capital importância para assegurar o controle dos sinistros, o bom funcionamento de um adequado **sistema de monitorização, alerta e alarme** cresce em importância e em essencialidade.

Os sistemas de **monitorização** das embarcações, à semelhança dos demais, é constituído de:

- sensores periféricos;
- vias de comunicações aferentes, centrípetas ou ascendentes;
- centros de integração, constituídos por monitores, nos diversos níveis do sistema;
- vias de comunicações de integração, responsáveis pelo enlace e pela inter-relação entre os diversos centros integradores;
- vias de comunicações eferentes, centrífugas ou descendentes;
- centros efetores, responsáveis pelo desencadeamento de respostas pré-estabelecidas.

Normalmente os **sensores periféricos** são constituídos por:

- aparelhos sensores de **níveis de ionização**, de calor, de chamas e de fumaça;
- circuitos integrados de **televisão**;
- dispositivos periféricos de **alarme**, acionados manualmente;
- dispositivos de **alarme**, que são acionados automaticamente todas as vezes que um equipamento de combate ao sinistro for acionado;
- circuitos de comunicação oral, que são acionados instantaneamente e que interrompem comunicação de menor importância estratégica.

O **órgão central do sistema de monitorização** funciona em continuidade com o **centro de operações** e com facilidades de acesso privilegiadas para o Comando da Embarcação. Neste órgão, um dispositivo de alerta, com sinais sonoros e visuais, permite a imediata localização do foco do sinistro.

Uma **rede de terminais telefônicos** privilegiados facilita o acionamento das equipes da **Brigada Anti-Sinistro e de Controle de Avarias**.

6. Medidas Preventivas

É imperativo que, ao se arquitetar uma embarcação, se planeje um sistema de circulação que permita o estabelecimento de vias de acesso, rápidas, seguras, estanques e protegidas, para todos os compartimentos do navio, que sejam sujeitas a riscos de incêndios. Estas vias de acesso devem ser construídas para serem mais resistentes ao fogo e às explosões que o restante da estrutura da embarcação, devem ser estanques, protegidas de fumaças e dotadas de sistemas de exaustão, de iluminação e de insuflação de ar refrigerado absolutamente confiáveis.

A **compartimentação** da embarcação é de crucial importância para o bloqueio e confinamento dos sinistros, com o objetivo de evitar a generalização do mesmo. Nestas condições, o planejamento de anticâmaras dotadas de portas corta-fogo cresce de importância.

Há que pensar no bloqueio total destes compartimentos e, no prosseguimento:

exaustão do ar rico em oxigênio;

insuflação de gás inerte, como o dióxido de carbono e o nitrogênio;

inundação com água do mar.

O controle precoce dos incêndios, evidentemente, depende da eficiência dos sistemas de monitorização, alerta e alarme e do rápido acionamento das equipes da Brigada Anti-Sinistro e de Controle de Avarias, do nível de adestramento de seus recursos humanos e também da existência de um planejamento de contingência.

Os procedimentos de combate aos incêndios fundamentam-se no estudo do tetraedro de fogo e devem objetivar:

a **redução da carga combustível**, buscando bloquear o avanço das chamas em direção à carga não reagida, ou bombeando a carga não reagida para compartimentos distantes do foco de incêndio;

a **redução da carga comburente**, provocando a exaustão do ar oxigenado do compartimento e a substituição do mesmo por gases inertes e bloqueadores da oxidação, como o dióxido de carbono;

o **resfriamento da carga combustível** a níveis mais baixos do que a temperatura de fulgor, com a finalidade de reduzir o processo de gaseificação do combustível, que antecede sua combinação com o oxigênio;

o **estabelecimento de condições** que dificultam o desenvolvimento da reação exotérmica em cadeia, dificultando o crescimento das chamas em labaredas e a geração de calor.

Uma rede de hidrantes, acoplada a moto-bombas potentes, deve ser distribuída por toda a embarcação, em condições de manter jatos de incêndio pesados, com débitos superiores a 1.350 litros por minuto e um sistema de drenagem que evite a inundação não desejada, destes compartimentos.

A rede de hidrantes deve ser complementada por uma rede de unidades de extinção, dotadas de extintores portáteis.

É imperativo que estes dois sistemas sejam testados e mantidos preventivamente, com o objetivo de evitar falhas de funcionamento em situações emergenciais.

Como os combustíveis podem se espalhar na superfície do mar e continuarem em combustão, é necessário que a água bombeada para a embarcação o seja a partir de um nível inferior ao da superfície.

Nunca é demais ressaltar a importância do Sistema de Monitorização, Alerta e Alarme e do Sistema de Vigilância e Controle de Danos, para garantir o rápido acionamento da Brigada Anti-Sinistro e para assegurar uma conduta de combate ao incêndio, adaptada às condições evolutivas do mesmo.

A limitação dos sinistros em embarcações exige:

a estruturação de **planos de contingência** adequados, circunstanciados e minuciosos, que devem ser amplamente difundidos e criteriosamente testados e aperfeiçoados, por intermédio de exercícios simulados, seguidos de críticas construtivas;

a estruturação e o adestramento de muito bem equipadas **Brigadas Anti-Sinistro e de Controle de Avarias**;

a organização de **normas de segurança** e o estabelecimento de **procedimentos padronizados** relacionados com a agilização das atividades de combate aos sinistros e de minimização de danos e de prejuízos;

É importante registrar que a **Marinha do Brasil** possui **Brigadas Anti-Sinistro e de Controle de Avarias** em todas as suas embarcações e que as mesmas possuem elevado padrão de adestramento. Os centros de adestramento em controle de sinistros, como incêndios em embarcações, estão à disposição das embarcações da Marinha Mercante e os Cadetes da Escola da Marinha Mercante do Brasil são, rotineiramente, instruídos nos Centros de Treinamento da Marinha de Guerra.

As embarcações da Marinha do Brasil têm condições de apoiar operações de combate a sinistros em navios mercantes e em belonaves e de lançar jatos de incêndio muito pesados e de grandes raios de ação, sobre embarcações incendiadas.

NÚMERO III

INCÊNDIOS EM ÁREAS PORTUÁRIAS

CODAR – HT.IAP/21.403

1. Caracterização

Os incêndios em áreas portuárias são aqueles que acontecem nos portos e nos retro-portos, que são suas áreas de apoio imediato.

Os riscos de incêndios e de quase-incêndios nestes terminais de transporte são aumentados, em função do grande volume de cargas altamente combustíveis, que trafega nestas instalações.

Além do intenso tráfego de cargas combustíveis e de outras cargas perigosas, contribuem para reduzir o nível de segurança e para aumentar os riscos de incêndio e de quase incêndios nestas instalações, os seguintes fatores condicionantes:

a **aglomeração** de lotes de cargas de diferentes naturezas, em áreas concentradas e restritas, dificultando a nucleação e o distanciamento dos focos de risco e facilitando a disseminação e a generalização dos sinistros;

como as áreas portuárias funcionam como grandes **centros integradores de transporte**, participam das operações de transbordo recursos humanos e materiais de natureza heterogênea, o que dificulta a implantação de normas e procedimentos padronizados de segurança válidos para todo o conjunto.

a velocidade do fluxo das cargas, durante as operações de transbordo, concorre para que ocorra um progressivo relaxamento no cumprimento das normas e procedimentos de segurança estabelecidos, em consequência do clima de urgência que preside as operações.

Portos e retroportos, que foram construídos em áreas urbanas e aqueles que, embora construídos em áreas isoladas, acabaram atraindo estratos populacionais, que se fixaram em áreas de exposição a riscos intensificados de sinistro, representam riscos intensificados de expansão e de generalização de incêndios, para áreas urbanas vulneráveis, gerando danos humanos e materiais e prejuízos econômicos e sociais, para as populações circunvizinhas.

2. Causas

Da mesma forma que os demais desastres humanos de natureza tecnológica, os incêndios em áreas portuárias podem ser provocados por **eventos adversos** externos e internos ao sistema e, estes últimos, podem ser motivados por falhas humanas ou por falha nos equipamentos.

Os incêndios **criminosos** em áreas portuárias não são infreqüentes, da mesma forma que os provocados por balões. Em conseqüência, cresce a importância dos serviços de vigilância e de averiguações minuciosas sobre as origens dos incêndios, as quais são acompanhadas pelas auditorias técnicas das companhias de seguros.

Também é possível que um incêndio urbano acabe propagando-se para uma área portuária.

O imenso volume de equipamentos elétricos existentes nas áreas portuárias que, muitas vezes, não operam uma manutenção preventiva adequada, representa riscos aumentados de geração de incêndios relacionados com sobrecargas de circuitos elétricos e com curto-circuito.

No caso específico de incêndios em áreas portuárias, uma premissa deve ser ressaltada:

Portos bem administrados, onde as cargas em trânsito são bem loteadas e fiscalizadas e os focos de riscos intensificados de incêndios são bem nucleados e distanciados apresentam um maior nível de imunidade a incêndios do que os mal administrados, mal disciplinados e mal fiscalizados e vigiados.

3. Ocorrência

De um modo geral, os quase-incêndios, que são controlados e abortados no nascedouro ocorrem com mais freqüência que os incêndios declarados e estes com mais freqüência que os incêndios generalizados.

O nível de disciplina e de cumprimento das normas de segurança constituem-se em fatores decisivos para permitir uma redução da ocorrência destes sinistros.

O fato real é que quase incêndios e incêndios em áreas portuárias ocorrem, com grande freqüência, na grande maioria dos países do mundo e, com o incremento do comércio internacional, os riscos destes sinistros tendem a agravar-se.

4. Principais Efeitos Adversos

Incêndios em áreas portuárias geram grandes danos materiais, causados pela perda da carga e de equipamentos valiosos e, em consequência, graves prejuízos econômicos.

Como o seguro de cargas em trânsito constitui-se na maior fonte de venda das Companhias de Seguros e de resseguros, os riscos de prejuízos financeiros destas grandes corporações devem ser considerados.

Há sempre o risco de incêndios em áreas portuárias propagarem-se para áreas circunvizinhas, colocando em risco áreas urbanas pouco distanciadas destes focos de riscos de sinistros.

No caso de incêndios em áreas portuárias, que funcionam como terminais receptores de combustíveis, os efeitos adversos relacionados com a intensa liberação de energia calórica e com explosões estão sempre presentes, da mesma forma que os riscos de contaminação ambiental provocados pelo extravasamento de produtos perigosos.

5. Monitorização, Alerta e Alarme

Nas áreas portuárias cresce a importância da integração do **Sistema de Monitorização, Alerta e Alarme** com os **Sistemas de Alívio e de Segurança**.

A integração do Sistema de **Monitorização, Alerta e Alarme** com o Sistema de **Alívio** permite abortar quase-sinistros, especialmente no caso de terminais petrolíferos, interligados às instalações localizadas no retroporto, por intermédio de ductos.

A interligação do Sistema de Monitorização, Alerta e Alarme com o Sistema de Segurança permite reduzir o fator surpresa e o tempo de reação das Brigadas Anti-Sinistro.

Os sensores periféricos do sistema de monitorização contra incêndios podem ser constituídos por:

dispositivos periféricos de alarme, acionados manualmente;

dispositivos periféricos de alarme, que são acionados automaticamente todas as vezes que um equipamento de combate ao fogo for acionado;

torres de vigilância contra incêndios e outros sinistros;

sensores de calor, de chamas, de fumaça e de ar ionizado, especialmente em áreas interiores de armazéns localizados nos portos e retroportos.

No **órgão central do sistema de monitorização** um dispositivo, dotado com um painel de alerta visual e sonoro, permite a rápida identificação do foco de sinistro e uma rede com terminais telefônicos privilegiados facilita o acionamento das equipes da

Brigada responsável pelo apoio do conjunto portuário.

6. Medidas Preventivas

Para reduzir os riscos de incêndios nas áreas portuárias e nas áreas de exposição circunvizinhas, é necessário:

demarcar, em torno das instalações portuárias áreas de exposição, que serão dimensionadas com o objetivo de afastar a população vulnerável das áreas de riscos intensificados de incêndios;

isolar a área portuária e manter todas as suas entradas fiscalizadas por um eficiente sistema de vigilância, que bloqueie o tráfego de pessoas não autorizadas, no interior das áreas sensíveis;

organizar equipes e adestrar **Brigadas Anti-Sinistro** cujos integrantes devem ser constantemente reciclados nas técnicas de combate aos sinistros e de limitação de danos e avarias, busca e salvamento, atendimento pré-hospitalar e atendimento médico de emergência;

estabelecer Normas Gerais de Ação – **NGA** – e procedimentos padronizados, na área de segurança, com a finalidade de reduzir riscos de incêndios e de outros sinistros e de minimização de danos e prejuízos e difundir estas normas e procedimentos entre toda a mão-de-obra portuária;

planejar e arquitetar sistemas automáticos e semi-automáticos de monitorização, alerta e alarme, com a finalidade de identificar rapidamente os focos de sinistros e encurtar o tempo de reação das brigadas responsáveis pelo combate aos mesmos.

elaborar Planos de Contingência circunstanciados, os quais devem ser amplamente difundidos e testados, por intermédio de exercícios simulados e constantemente aperfeiçoados;

distribuir os lotes de cargas homogêneas, com o espaçamento recomendado, com o objetivo de evitar a rápida propagação e a generalização dos incêndios e de outros sinistros;

estruturar e arquitetar um eficiente sistema de segurança e de combate a incêndios, com uma bem planejada rede de hidrantes e de postos com extintores de incêndio;

estabelecer ligações diretas e privilegiadas com a Unidade de Bombeiros responsável pelo apoio ao conjunto da área portuária, a qual deve participar ativamente do planejamento desenvolvido com o objetivo de reduzir os sinistros e do treinamento dos recursos humanos da **Brigada Anti-Sinistro**.

Como nas áreas portuárias o tráfego de trens e caminhões é muito intenso, uma especial atenção deve ser dada aos mesmos. Todos os veículos devem ser fiscalizados e vistoriados, antes de ingressarem na área portuária, para verificar se os

mesmos se adequam às normas de segurança. A velocidade dos veículos nas áreas internas é regulamentada, assim como o acesso a determinadas ramificações das vias de transporte.

Nas áreas portuárias que funcionam como terminais de cargas altamente combustíveis, as medidas de proteção devem ser redobradas e o sistema de ductos deve ser permanentemente monitorizado, por sensores periféricos e monitores centrais que permitam a localização instantânea de pontos de vazamento. Na construção dos ductos duas premissas básicas devem ser atendidas:

uma faixa de segurança nas laterais deve ser preservada, protegida e considerada como área *non aedificandi*;

a estrutura do ducto deve ser arquitetada como uma estrutura flexível, que responda adequadamente ao trabalho tencional, ao longo de todo o seu percurso.

Uma especial atenção deve ser dada à área do retroporto, especialmente quando a mesma, além de funcionar como uma área de grandes depósitos especializados, atua com as características de um distrito industrial. Neste caso a preocupação com o nucleamento, o distanciamento e a estanqueidade dos prováveis focos de risco deve ser dominante, buscando-se evitar a generalização de desastres, por intermédio do uso racional do espaço geográfico, que, em última análise, vai nortear o Plano Diretor do desenvolvimento desta área.

Nestes casos específicos, há que se pensar na estruturação de um Plano de Auxílio Mútuo, em circunstâncias de desastres, com a participação de todas as Brigadas das Empresas que atuam na área e com a coordenação da Unidade do Corpo de Bombeiros responsável pelo apoio ao conjunto da instalação.

NÚMERO IV

INCÊNDIOS EM PLANTAS E DISTRITOS INDUSTRIAIS

CODAR – HT.IPI/21.404

1. Caracterização

Os incêndios em plantas e distritos industriais ocorrem com relativa frequência e se caracterizam por apresentar riscos aumentados de propagação e de generalização, provocando, em consequência, grandes danos materiais, humanos e ambientais e importantes prejuízos econômicos e sociais.

Os riscos de propagação para áreas vulneráveis circunvizinhas também estão presentes e devem ser considerados no planejamento de segurança.

Todos estes riscos tendem a crescer nas indústrias mais antigas, que foram arquitetadas e construídas em épocas anteriores, quando as preocupações relacionadas com a segurança não eram consideradas prioritariamente.

2. Causas

Em análise de riscos, as causas de desastres são estudados como ameaças ou eventos adversos potenciais. Para fins de análises de riscos tecnológicos, consideradas como válidos, as seguintes definições:

Evento

Acontecimento, ocorrência ou fenômeno aleatório. Ocorrência de um determinado acontecimento ou fenômeno aleatório, que pode ser antecipada *a priori* em função do estudo de um determinado conjunto de variáveis. Distúrbio correspondente a uma variável indesejada que, quando introduzida no sistema, tende a alterar o valor da variável controlada.

Evento Adverso

Acontecimento, ocorrência ou fenômeno desfavorável que, ao atuar sobre um sistema vulnerável a seus efeitos, pode causar danos e prejuízos. Ocorrência, acontecimento ou fenômeno aleatório que, ao ser desencadeado, pode provocar um desastre.

Evento Catastrófico

É um evento adverso pouco frequente mas que, quando ocorre, gera consequências extremamente graves, em termos de desastres.

Evento Externo

Acontecimento, fenômeno ou ocorrência externa ao sistema considerado como:
fenômeno da natureza;

interrupção do suprimento de água ou de energia;
desastres de natureza tecnológica acontecidos em instalações circunvizinhas e que podem se propagar e causar sinistros na instalação estudada.

Evento Interno

Acontecimento, fenômeno ou ocorrência interna ao sistema considerado e que pode ser decorrente de:

falhas humanas;
falhas nos equipamentos.

Evento Básico

Falha ou defeito primário de uma máquina ou equipamento, que represente sobre o funcionamento do mesmo e sobre o conjunto do sistema, provocando danos que:

não podem ser atribuídos a qualquer outra causa ou condições externa;
independem de outras falhas ou defeitos adicionais.

Evento Crítico ou Inicial

Evento que dá início a uma cadeia de acidentes, que poderá resultar num desastre, a menos que o sistema de alívio e, numa segunda fase, o sistema de segurança interfiram em tempo oportuno, com o objetivo de:

abortar e controlar a cadeia de incidentes;
reduzir as conseqüências do desastre

Evento Intermediário

Evento que acontece dentro de uma cadeia de acidentes e que pode atuar:

propagando e incrementando a seqüência;
interferindo sobre a mesma e concorrendo para reduzir a intensidade do desastre.

Os eventos intermediários mantêm uma relação **causal**, facilmente demonstrável, com o evento anterior e com o evento subsequente, funcionando como um elo na cadeia de acidentes.

Evento Topo ou Principal

É o evento que desencadeia o desastre. O evento topo resulta

Árvore de Eventos

É uma técnica dedutiva de análise de riscos tecnológicos que, a partir da identificação dos eventos, críticos ou iniciais, intermediários e topos ou principais, busca descrever, de forma seqüenciada, o encadeamento lógico destes eventos, ao longo da **cadeia de acidentes**, que se inicia no evento inicial e termina no evento topo, causador do desastre.

A principal finalidade do método é facilitar o planejamento dos sistemas de alívio, que são desenvolvidos com a finalidade de interferir nas cadeias de acidentes, com o objetivo de abortar e controlar estas seqüências de eventos intermediários.

Árvore de Falhas

Nesta técnica dedutiva de análise de riscos tecnológicos, percorre-se mentalmente um caminho oposto ao segundo, quando do estudo da árvore de eventos.

Neste caso, cada hipótese firme de desastre é estudada, a partir da focalização do evento topo que causou o desastre e, a partir do último evento, busca-se desenhar um diagrama lógico que especifique as várias combinações de eventos intermediários e iniciais, que podem culminar no desencadeamento do evento topo.

Recomenda-se a leitura do Capítulo II do Manual de Redução de Desastres Tecnológicos de Natureza Focal, para aprofundar conhecimentos relacionados com a Avaliação de Riscos de Desastres Tecnológicos.

3. Ocorrência

Sinistros em plantas e distritos industriais estão acontecendo, com freqüência e intensidade crescentes, em quase todos os países do mundo.

Embora estes desastres aconteçam com maior freqüência nos países mais desenvolvidos e industrializados, costumam causar maior volume de danos e de prejuízos nos países menos desenvolvidos, em função das maiores vulnerabilidades **tecnológicas**, econômicas, sócio-culturais e políticas dos mesmos.

Não existe **risco zero**, nem plantas e distritos industriais absolutamente imunes a desastres tecnológicos. Na realidade, existem riscos mínimos e aceitáveis e plantas e distritos industriais arquitetados e construídos com padrões de segurança adequados e aceitáveis pela sociedade.

Naqueles países onde a sociedade ainda não assumiu uma atitude política responsável sobre o nível de risco aceitável, tende a ocorrer um relativo afrouxamento relacionado com os padrões mínimos de segurança exigidos e, em consequência, aumenta a incidência desses desastres.

Os sinistros relacionados com **incêndios**, explosões e liberação de produtos

perigosos, em plantas e distritos industriais, tendem a crescer no caso de indústrias que manipulam derivados de petróleo e outros produtos potencialmente perigosos, priorizando o planejamento preventivo, o planejamento da segurança industrial e a organização de Planos de Contingência – **PLANCONT** e de Planos de Auxílio Mútuo – **PAM**.

4. Principais Efeitos Adversos

Dentre as categorias de conseqüências gerais dos desastres antropogênicos de natureza tecnológica, com características de desastres focais, destacam-se as seguintes:

Incêndios, envolvendo material combustível sólido, líquido e gasoso, inclusive equipamentos eletrificados.

Formação de **bolas de fogo** e explosão de vapores em expansão, a partir de combustíveis gasosos ou de combustíveis líquidos em ebulição – **BLEVE**.

Explosões, que podem ocorrer em ambientes confinados e não confinados.

Extravasamento de produtos perigosos, que podem ocorrer sob a forma de escapamento de gases, derrames líquidos ou de fugas multifásicas.

Evaporação incrementada de produtos líquidos, em conseqüência de superaquecimento, e dispersão dos mesmos nos cenários de desastres e para a atmosfera.

Contaminação e poluição do ar, da água e do solo por gases, elementos particulados, efluentes líquidos e despejos sólidos.

Em circunstâncias de grandes incêndios, todas estas categorias podem ocorrer simultaneamente quando graves efeitos adversos de natureza física, química e biológica, ao atuarem sobre os corpos receptivos existentes nos cenários dos desastres.

Dentre os efeitos adversos, relacionados com incêndios, há que destacar os seguintes:

produção de radiações técnicas, ionizantes, ondas sonoras e outros efeitos irradiantes;

combustíveis, ou intensas reações de oxidação, dos corpos combustíveis com o oxigênio comburente, com intensa propagação de chamas e de calor;

produção de ondas de choque, causando fragmentação, desabamentos, desmoronamentos, soterramentos, impactos de projetis primários e secundários e outros efeitos mecânicos, inclusive ruptura de tímpano e de alvéolos pulmonares (**Blasf**);

lesões biológicas, provocadas pelas chamas e pelo calor, pelos efeitos mecânicos e por reações tóxicas causadas por produtos liberados no ambiente durante o incêndio;

contaminações e poluições ambientais, com reflexos danosos para o biótipo e para os seres vivos que neles habitam.

Evidentemente, os grandes incêndios, além de causarem intensos danos humanos, materiais e ambientais, podem provocar importantes prejuízos econômicos e sociais.

Quando as plantas e distritos industriais não são planejados em áreas de dimensões compatíveis, que permitam uma adequada nucleação, afastamento e estanqueidade dos focos de desastres potenciais, os riscos de que os incêndios se alastrem e generalizem são aumentados.

Da mesma forma, é desejável que as plantas e os distritos industriais sejam adequadamente afastados de áreas habitacionais vulneráveis a desastres tecnológicos e de áreas de riscos intensificados de desastres naturais e antropogênicos. Para tanto, as áreas que circundam estas indústrias devem ser protegidas contra a generalização dos sinistros, por intermédio de perímetros de segurança demarcados a distâncias compatíveis.

5. Monitorização, Alerta e Alarme

É importante ressaltar que nas plantas industriais, onde os riscos de sinistros são aumentados, são instalados dois sistemas distintos, mas interconectados, de monitorização:

o **Sistema de Monitorização dos Processos Industriais**, que detecta precocemente desvios significativos dos parâmetros de normalidade estabelecidos e desencadeia respostas do **Sistema de Alívio**, com o objetivo de abortar a cadeia de incidentes, antes mesmo da ocorrência do **evento topo**, desencadeador do desastre;

o **Sistema de Monitorização, Alerta e Alarme Anti-Sinistro** que desencadeia a resposta do **Sistema de Segurança** e de combate aos sinistros, com o objetivo de controlar o desastre, no mais curto prazo, se possível, ainda na fase de quase-incêndio;

No caso dos **Sistemas de Monitorização dos Processos Industriais**, a definição dos sensores periféricos das diferentes unidades de processamento depende do estudo acurado do processo industrial monitorizado e da definição dos parâmetros de normalidade dos processos, que caracterizam as diferentes etapas do processamento industrial..

O Sistema de Monitorização, Alerta e Alarme Anti-Sinistro, normalmente, é constituído por:

sensores periféricos de chama, calor, ar ionizado e fumaça;

dispositivos periféricos de alarme acionáveis manualmente;

dispositivos periféricos de alarme que são disparados, automaticamente, todas as vezes que um equipamento de combate do fogo for acionado;

órgão central do Sistema de Monitorização, Alerta e Alarme, que funciona acoplado ao Centro de Comunicações;

painel central, com dispositivos de alarme visual e sonoro, que permite a imediata localização da área sinistrada, que deu origem ao sinal de alarme;

terminais telefónicos privilegiados, que permitam a rápida transmissão do aviso de alarme para:

as equipas operacionais da Brigada Anti-Sinistro orgânica da empresa;

as chefias dos serviços de segurança das demais empresas do Distrito Industrial, que participam do Plano de Auxílio Mútuo;

o comando da Unidade do Corpo de Bombeiros responsável pelo apoio do conjunto do Distrito Industrial.

Medidas Preventivas

A redução dos desastres tecnológicos, como incêndios, explosões e vazamento de produtos perigosos, em plantas e distritos industriais, depende de três importantes conjuntos de planejamento, que devem ser desenvolvidos de forma iterativa:

Planejamento Preventivo, que é desenvolvido com a finalidade de reduzir a vulnerabilidade dos cenários de desastres e de implementar os órgãos do serviço de segurança, responsáveis pelo combate aos desastres.

Planejamento da Segurança Industrial, que é desenvolvido com a finalidade de reduzir as ameaças, constituídas por eventos adversos potenciais e de abortar as seqüências de acidentes intermediários, antes da ocorrência do evento topo causador do desastre.

Planejamento de Contingência, complementado nos Distritos Industriais, pelos Planos de Auxílio Mútuo, que são desenvolvidos com a finalidade de combater e controlar os desastres, sempre que possível, em suas fases iniciais.

O Manual de Redução dos Desastres Tecnológicos de Natureza Focal, editado pela Secretaria Nacional de Defesa Civil, aprofunda estes métodos de planejamento e recomenda-se o estudo dos Capítulos III, IV e V deste Manual, com o objetivo de reforçar conhecimentos sobre a elaboração destes planos.

a) Planejamento Preventivo

O planejamento preventivo é desenvolvido com especial ênfase na:

redução das vulnerabilidades dos cenários, por intermédio de medidas não-construtivas e construtivas;

implementação de projetos de preparação para o enfrentamento dos desastres em condições otimizadas, enfatizando a organização do Serviço de Segurança Industrial e de sua principal ferramenta de atuação, que é a Brigada anti-Sinistro.

1) Estudo Sumário das Medidas Não-Estruturais

Dentre as medidas não-estruturais, desenvolvidas com a finalidade de reduzir os riscos de desastres, especialmente do alastramento de incêndios em áreas industriais, há que destacar as seguintes:

uso adequado do espaço geográfico;
microzoneamento do cenário e urbanização da área industrial;
implementação de legislação, regulamentos e normas de segurança.

a) Uso adequado do espaço geográfico

Na escolha de um espaço geográfico, para localizar e construir uma planta ou distrito industrial, há que se considerar os seguintes fatores condicionantes:

distanciamento de áreas vulneráveis aos efeitos e conseqüências gerais dos desastres tecnológicos e de áreas de riscos de desastres naturais, antropogênicos e mistos;

dimensionamento da área destinada à construção da planta industrial, que deve ser compatível com as necessidades de nucleação, compartimentação e distanciamento dos focos ou epicentros de riscos, com o objetivo de evitar a generalização dos desastres;

geográficos, relacionados com a topografia, geologia, pedologia, hidrologia de superfície e de subsuperfície e condições atmosféricas e climatológicas da área considerada;

ecológicos, relacionados com os biótopos naturais e modificados pelo homem e pelos seres vivos animais e vegetais que neles se desenvolvem e que podem ser afetados em circunstâncias de desastres;

demografia da área e mobiliamento das áreas circundantes, com edificações sensíveis às conseqüências gerais e aos efeitos adversos dos desastres.

b) Microzoneamento do Cenário e Urbanização da Área Industrial

Ao promover o microzoneamento do cenário e a urbanização da área industrial, há que considerar a necessidade de demarcação das seguintes áreas:

Áreas de Riscos Intensificados, onde existe uma maior probabilidade de ocorrência de um desastre tecnológico. Estas áreas transformam-se em **áreas críticas**, em circunstâncias de desastres e apresentam uma elevada probabilidade de que o desastre

Áreas de Exposição de contorno circular ou elíptico, as quais são demarcadas ao redor das áreas de risco de desastres focais e que podem sofrer danos significativos, caso ocorra um sinistro. Estas áreas, demarcadas por perímetro de segurança, devem ser adquiridas pela empresa proprietária da planta industrial.

Áreas de Proteção Ambiental – APA – que são estabelecidas nas imediações das plantas e distritos industriais e ao redor das áreas de disposição de resíduos sólidos (corpos de bota-fora) e de efluentes líquidos (bacias de contenção) resultantes do processamento industrial, com o objetivo de proteger os ecossistemas sensíveis contra os riscos de desastres.

Áreas Non-Aedificandi, onde são vetados quaisquer tipos de edificações, que não sejam as da própria planta industrial. O descumprimento desta postura de veto deve implicar na cobrança de pesadas multas e na imposição de severas penalidades aos infratores.

Áreas Aedificandi com Restrições, estas áreas podem ser estabelecidas tanto no interior da planta industrial, como em áreas periféricas e, no caso específico dos desastres tecnológicos de natureza focal, assumem as características de áreas de **refúgio** e de corredores verticais (**escadas enclausuradas**) e horizontais de circulação protegida, as quais são arquitetadas com a finalidade de aumentar as probabilidades de sobrevivência e a incolumidade das pessoas, em circunstâncias de desastres. As áreas e corredores de refúgio devem ter sua construção reforçada para resistirem por mais tempo aos efeitos danosos dos desastres, devem ser antecedidos por antecâmaras dotadas de portas corta-chamas e devem ser providos de exaustores de gases e de fumaças e de sistemas de iluminação autônomos.

c) Implementação de Legislação, Regulamentos e Normas de Segurança

A implementação de legislação, regulamentos e normas de segurança, relativas à redução de desastres tecnológicos em plantas e distritos industriais deve ser encarada como um **direito** da sociedade e como um **dever** do Estado.

Compete à União legislar sobre segurança industrial e implementar Regulamentos e Normas de Segurança compatíveis com os objetivos de reduzir as vulnerabilidades sociais aos riscos de desastres tecnológicos. Compete ao governo compulsar as empresas e a sociedade a cumprir a legislação e fiscalizar o bom cumprimento dos preceitos estabelecidos.

Os governos podem e devem sobretaxar os impostos das empresas que contribuem para incrementar os riscos de desastres tecnológicos, com valores proporcionais ao grau de risco representados pelas mesmas, **e estabelecer multas e penalidades rigorosas para o descumprimento dos Regulamentos e Normas de Segurança.**

Nestes casos específicos, os seguros contra danos e prejuízos causados a terceiros são considerados obrigatórios e as Companhias de Seguros, ao estabelecerem o Regulamento de Tarefas de Seguro Incêndio do Brasil – **RTISB** – contribuíram para incrementar as preocupações com a segurança industrial, ao fixarem níveis e condições de segurança que, quando cumpridos, permitem a redução das tarifas.

De acordo com o **RTISB**, os riscos isolados são distribuídos por três classes de risco,

que variam de “A” – riscos moderados, para “B” – riscos intensos e para “C” – riscos muito intensos.

Em função do padrão de construção, da ocupação do espaço geográfico e dos riscos inerentes aos processos de funcionamento são considerados também treze tipos ou categorias de riscos.

Em função do nível de riscos, as plantas industriais que manipulam produtos perigosos são classificadas nas classes “B” e “C” e nas categorias que variam entre 6 e 13.

É assegurado ao governo o direito de fiscalizar as plantas e os distritos industriais e o segredo industrial é ressalvado dos riscos relacionados com a espionagem industrial.

Estudo Sumário das Medidas Estruturais

Dentre as medidas estruturais relacionadas com a prevenção de desastres tecnológicos com características focais, há que destacar as relativas à:

- estrutura arquitetônica
- segurança das estruturas e das fundações
- prevenção de incêndios
- estruturação dos sistemas de combate aos incêndios

Estudo da Estrutura Arquitetônica

Ao desenvolver o planejamento arquitetônico e funcional de uma planta industrial, há que destacar:

a departamentalização e a compartimentação da unidade industrial que deve se adequar ao funcionamento interativo e articulado das unidades de processamento das unidades de apoio e de prestação de serviços e dos órgãos de apoio administrativo que compõem a planta industrial;

o fluxo de pessoas e de coisas entre os diversos departamentos, unidades de processamento e unidades de apoio e, em consequência, a definição dos corredores preferenciais de circulação horizontal e vertical;

as necessidades das áreas de refúgio e de corredores protegidos com o objetivo de garantir a vida e a incolumidade das pessoas, em circunstâncias de desastres.

O conceito de **compartimentação**, importantíssimo no caso dos desastres tecnológicos em instalações industriais, relaciona-se com a idéia de prever os prováveis focos de riscos intensificados de desastres, nucleá-los e isolá-los e, sempre que possível, distanciá-los de outras áreas sensíveis, com o objetivo de bloquear a propagação do sinistro e minimizar os danos consequentes. Pavimentos totalmente vazados, com divisórias leves de madeira, podem ser muito bonitos e flexíveis, mas são muito inseguros, em caso de incêndio e facilitam a propagação do fogo.

Para que a compartimentação seja eficiente, é necessário que a estrutura de separação dos compartimentos seja construída para bloquear o fogo e retardar a propagação do desastre. Evidentemente, ao se planejar as estruturas de separação, deve-se considerar as principais categorias de consequências dos desastres possíveis e construí-las para cumprir o objetivo de garantir o máximo de estanqueidade e de capacidade de bloqueio dos efeitos adversos.

Ao se priorizar o planejamento das vias de acesso, em situação de normalidade e de anormalidade, permitindo um fluxo lógico de pessoas e de coisas entre os departamentos e as diferentes unidades de processamento e de apoio, se consegue arquitetar uma edificação segura e funcional, que permita reduzir desastres e minimizar danos, durante a fase operacional.

O planejamento arquitetônico das áreas de refúgio permite o atingimento dos seguintes objetivos específicos:

reduzir os danos humanos e implementar a incolumidade da força-de-trabalho, em circunstâncias de desastres;

facilitar a evacuação de pessoas em risco e as atividades de busca e salvamento;

facilitar o carregamento dos meios de combate aos sinistros;

proteger as guarnições empenhadas no combate aos sinistros, que podem telecomandar as respostas a partir de Centros de Operações localizados em áreas de refúgio.

Como estas atividades não podem ser improvisadas em circunstâncias de desastres, é imperativo que o planejamento arquitetônico considere com grande antecipação os objetivos que se pretende atingir.

Segurança das Estruturas e das Fundações

Plantas industriais devem ser planejadas e arquitetadas para serem seguras, salubres, funcionais e bonitas.

Evidentemente, a preocupação inicial do planejamento da **segurança** das plantas industriais é direcionada para as fundações e para a estrutura do esboço construtivo.

As estruturas devem ser planejadas e arquitetadas:

em função do peso, volume e particularidades do funcionamento dos equipamentos a serem instalados;

de forma compatível com as dimensões e com o nível de complexidade das diversas unidades de processamento industrial;

com muito boa margem de segurança, com relação às categorias de consequência e aos efeitos adversos dos desastres previstos.

As fundações devem ancorar e embasar a estrutura construtiva em rocha sólida e devem ser compatíveis com as estruturas previstas e com o peso e dimensão das edificações.

É importante considerar o arcabouço de forças que se desenvolvem numa edificação, em função da sua operacionalização e das acomodações decorrentes, e arquitetar uma estrutura flexível que trabalhe em função destas variáveis, mantendo o equilíbrio dinâmico da construção.

Medidas Construtivas relacionadas com a Prevenção de Incêndios e de outras Consequências Gerais de Desastres

A prevenção dos incêndios é planejada a partir do estudo do tetraedro de fogo e devem ser consideradas as variáveis relativas:

à carga combustível
ao oxigênio comburente
às fontes de calor, de centelhas e de chamas
à reação exotérmica em cadeia

Estudo da Carga Combustível

A carga de combustíveis sólidos, líquidos e gasosos deve ser minuciosamente estudada e reduzida ao mínimo compatível com o processo analisado.

A carga de combustíveis sólidos, especialmente a constituída por matérias celulósicas, como divisórias de madeira, móveis, cortinas, papéis de parede, carpetes e tapetes, deve ser reduzida ao mínimo indispensável, mesmo nas áreas administrativas. É importante recordar que materiais combustíveis podem ser tratados com substâncias que retardam o processo combustivo.

Caldeiras e depósitos de combustíveis devem ser adequadamente nucleados, compartimentados e distanciados das instalações sensíveis e uma atenção muito especial deve ser dada aos pontos de carga e descarga de combustíveis, buscando garantir o máximo de segurança operacional para estas instalações.

Os ductos e as tubulações transportadoras de combustíveis líquidos e gasosos devem receber uma atenção prioritária. É indispensável que:

Os mesmos sejam absolutamente estanques, construídos com material de muito boa qualidade e dotados de juntas, conexões e válvulas de segurança absolutamente seguras e confiáveis.

Sejam facilmente acessíveis e sinalizados com código de cores, para facilitar as inspeções;

Sejam monitorizados por sensores periféricos medidores das condições de temperatura e de pressão e da velocidade de fluxo;

Evidentemente os sistemas de monitorização devem ser interligados com os sistemas de alívio, que permitam o bloqueio e o desvio da carga combustível, em caso de riscos de acidentes numa determinada unidade de processamento.

Estudo da Carga Comburente

Numerosas indústrias utilizam oxigênio e ar comprimido no processamento industrial. Nestes casos, os ductos e tubulações transportadoras do elemento comburente devem ser planejados e construídos com cuidado semelhante ao das tubulações transportadoras de combustíveis, das quais devem ser adequadamente afastadas.

O fluxo do ar ambiental também deve ser estudado, considerando o chamado efeito **venturi**, relacionado com a ascensão concentrada e turbilhonada dos gases aquecidos, caracterizando o efeito chaminé, em circunstâncias de incêndio.

Para reduzir o efeito chaminé, no planejamento das edificações, há que considerar, com especial atenção:

as escadarias com espaços vazados no vão central;
as caixas verticais, por onde circulam os elevadores;
os ductos verticais de ventilação.

É importante recordar que, em circunstâncias de incêndio, estes espaços vazados, em sentido vertical, comportam-se como chaminés de tiragem dos gases aquecidos e de labaredas, favorecendo a propagação do sinistro e bloqueando a circulação vertical de pessoas.

Nos compartimentos bloqueáveis, também pode-se planejar a aspiração do ar, após a evacuação de todas as pessoas, e a insuflação de gases inertes, com o objetivo de deter o processo combustivo.

Estudo das Causas de Ignição

A redução dos riscos de incêndio, além de depender da redução das cargas de combustíveis e de comburente, depende também da redução das causas de centelhamento e ignição, do controle das fontes de fogo e das bruscas elevações de temperatura, durante o processamento industrial.

No Brasil, a grande maioria dos incêndios não criminosos são provocados por **sobrecarga na rede elétrica**, em consequência de incorreções no planejamento ou de acréscimos não planejados na carga de consumo. Em nosso país, redes elétricas bem planejadas e bem instaladas, começam a ser sobrecarregadas, poucos dias depois de sua liberação. O hábito pernicioso de fazer proliferar ligações irregulares e não previstas está profundamente arraigado entre os brasileiros. Os “benjamins” são os equipamentos elétricos mais difundidos no Brasil e, aqui, qualquer leigo se acha competente, para estabelecer “gambiarras”.

No caso das indústrias, é imperativo que a instalação, operação e manutenção das redes de energia seja desenvolvida de acordo com normas rígidas.

Ao se planejar a distribuição da energia elétrica em grandes edificações e nas plantas industriais, é imperativo que se definam:

as diferentes compartimentações da rede de distribuição, constituindo subredes independentes e estanques, com o objetivo de reduzir os riscos de interferências, sobrecargas, piques de consumo e quedas bruscas da tensão;

Em cada uma das subredes compartimentadas, as necessidades de equipamentos de proteção dos circuitos elétricos e, em alguns casos, de ampliação ou de redução dos potenciais.

Quais as subredes que devem ser mantidas energizadas, por geradores de energia, em casos de interrupção dos sistemas de fornecimento de energia elétrica.

Para reduzir os riscos de interrupções prejudiciais no fornecimento de energia elétrica, as redes elétricas das indústrias devem:

receber energia elétrica oriunda de, no mínimo, duas redes energizadoras diferentes;

ser providas de geradores elétricos de emergência, com capacidade para manter energizadas as subredes consideradas como prioritárias.

É importante recordar que, no Brasil, os fenômenos de centelhamento, produzidos por descargas atmosféricas, ocorrem com grande frequência e intensidade.

Por este motivo, os pára-raios das edificações e instalações industriais devem ser adequadamente planejados, instalados e aterrados.

No que diz respeito ao controle dos processos combustivos, inerentes ao processamento industrial, há que planejar adequadamente o funcionamento de caldeiras e de unidades de processamento e de apoio onde é necessário que a combustão ocorra de forma controlada. Nestes casos, estas instalações devem ser adequadamente:

planejadas, controladas e protegidas contra riscos de alastramento de incêndios;
nucleadas e compartimentadas;
distanciadas de áreas sensíveis.

Há que recordar também os riscos de superaquecimento em consequência de atrito. Nestas condições, deficiências de nivelamento e outros defeitos na instalação de equipamentos com eixos de rotação, juntas e mancais e problemas de manutenção e de lubrificação destes equipamentos podem provocar incêndios.

Estudo das Reações Exotérmicas em Cadeia

As reações exotérmicas em cadeia, que são indispensáveis para que o processo combustivo seja mantido, dependem do efeito calor. O calor gerado pelas reações oxidativas, mantém o processo combustivo.

Por tais motivos, em áreas de riscos intensificados de incêndios, há que considerar a instalação de fontes de refrigeração como:

chuveiros de teto ou “**sprinkles**”
serpentinas refrigeradas
outros equipamentos resfriadores

Os sistemas de “chuveiros de teto” devem ser acionados, automaticamente, por sensores periféricos detectores de radiações ionizadas, radiações térmicas e fumaças. Estes sistemas devem responder precocemente e manter um volume de água vaporizada, que seja suficiente para reduzir a temperatura do ambiente vaporizado.

Os sistemas de serpentinas refrigeradas são planejados para funcionarem como sistemas de alívio, ao redor de ductos de combustíveis com elevados riscos de inflamação espontânea, em casos de elevações de temperatura. Estas serpentinas são planejadas para entrarem em funcionamento todas as vezes em que o sistema de monitorização detectar perigosas elevações de temperatura, com tendência para atingir o ponto de inflamabilidade, em áreas onde é fácil o contacto entre combustível e comburente.

Sistemas de chuveiros, circundando a porção mais elevada dos tanques de combustível e que funcionam, automaticamente ou por controle remoto, em casos de superaquecimento, podem evitar a generalização de incêndios em áreas de tancagem.

Medidas Construtivas Relacionadas com a Redução dos Efeitos das Explosões

A redução da intensidade da onda de choque e de outros efeitos adversos provocados pelas explosões é conseguida:

pela adequada compartimentação e pelo distanciamento dos focos de riscos de explosões;

pelo adequado direcionamento da onda de choque;

pelo planejamento das áreas de refúgio.

As indústrias de explosivos e outras onde os riscos de explosões são aumentados devem ser instaladas em terrenos compartimentados e adequadamente distanciados de áreas sensíveis.

A compartimentação natural pode ser complementada pela construção de barreiras construídas por aterros artificiais muito bem compactados e consolidados. Em princípio, cada unidade de processamento, com riscos elevados de explosão, deve ser instalada num dos compartimentos do terreno, com o objetivo de evitar a generalização dos sinistros.

A onda de choque, sempre que possível, deve ser direcionada para cima e para o alto, com o objetivo de se dissipar no espaço aberto. Para tanto há que planejar paredes côncavas e lisas, com bases reforçadas e telhados que sejam facilmente levantados pela onda expansiva.

As áreas de refúgio nestas instalações devem ser localizadas no sentido oposto ao do direcionamento da área de choque, podendo ser subterrâneas e protegidos por tetos e paredes reforçadas. É importante que, além de estanques e precedidas por antecâmaras planejadas para reduzir a propagação da onda de choque. É importante recordar que a elevação brusca e violenta da pressão pode provocar nos seres humanos lesões graves, como ruptura dos tímpanos e dos alvéolos pulmonares. Este efeito denominado **“efeito blast”** pode ser reduzido se a câmara de refúgio for pressurizada.

Medidas Construtivas Relacionadas com a Redução dos Efeitos dos Vazamentos

Os produtos perigosos tendem a vazar para o meio ambiente, sob a forma gasosa, líquida ou particulada, quando estes produtos são combustíveis os riscos de incêndio são aumentados.

A redução dos riscos de vazamento de produtos potencialmente perigosos depende:

da correta especificação, controle de qualidade, instalação e manutenção dos reatores e das tubulações, conexões e válvulas de segurança, responsáveis pela circulação destes produtos;

da adequada monitorização dos ductos e tubulações, por intermédio do controle da pressão interna e da velocidade do fluxo nos diversos segmentos dos sistemas tubulares;

do adequado planejamento dos sistemas de alívio planejados para desviar automaticamente o fluxo destes produtos, em caso de vazamento, até que o fluxo seja totalmente bloqueado;

da existência de adequados sistemas de exaustão – no caso de gases de elementos

particulados – e de drenagem – no caso de líquidos extravasados;

da instalação de sistemas de monitorização ambiental que permitam a detecção precoce de vazamentos dos produtos perigosos mais prováveis, em função do processo industrial.

Estruturação do Sistema de Combate aos Incêndios

O Sistema de Combate aos Incêndios foi cuidadosa e detalhadamente estudado no Título III, Capítulo III do Manual de Redução dos Desastres Tecnológicos de Natureza Focal. Recomenda-se a leitura do assunto que, neste trabalho, será apresentado de maneira menos detalhada e mais resumida.

De um modo geral, um Sistema de Combate a Incêndios é constituído por:

- Uma rede de monitorização, alerta e alarme
- Um subsistema de hidrantes
- Um subsistema de unidades extintoras

Rede de Monitorização, Alerta e Alarme

Esta rede é constituída pelos seguintes equipamentos:

sensores periféricos responsáveis pela detecção de radiações ionizantes e térmicas e de chamas ou fumaças;

dispositivos periféricos de alarme acionados manualmente;

dispositivos de alarme, acionados automaticamente todas as vezes que um equipamento de combate a incêndios é utilizado;

vias de comunicações aferentes que interligam os dispositivos periféricos com o órgão central do sistema de informações;

centro de informações, que funciona como órgão central do sistema, para onde convergem todas as informações relacionadas com as atividades de monitorização, alerta e alarme;

painéis com dispositivos visuais e sonoros, que permitem a imediata localização do foco de incêndio detectado;

vias de comunicação eferentes interligadas a terminais telefónicos privilegiados, com o objetivo de facilitar o acionamento:

- das equipas da Brigada Anti-Sinistro;

- da Unidade do Corpo de Bombeiros responsável pelo apoio ao conjunto das instalações;

- dos chefes do serviço de segurança das plantas industriais vizinhas, responsáveis pelo

desencadeamento do Plano de Auxílio Mútuo.

Subsistema de Hidrantes

Os hidrantes são distribuídos pela parte interna e externa das edificações a serem protegidas e a quantidade e a distribuição dos mesmos é regulada pelo Regulamento de Tarifas de Seguro Incêndio do Brasil – **RTISB** – em função das classes e categorias de riscos estabelecidos, em função de estudos de riscos de incêndios.

A localização dos hidrantes é planejada para:

facilitar o acesso e a operação dos mesmos;
encurtar o prazo de acionamento dos mesmos;
proteger os operadores, evitando que os mesmos sejam bloqueados por chamas ou atingidos por escombros.

Todos os hidrantes devem ser equipados com:

mangueiras, subdivididas em duas ou mais seções, providas em suas extremidades de engates tipo **STORZ**, que facilitem o rápido crescimento das mesmas, quando necessário. As mangueiras devem ser estanques e resistir a uma pressão equivalente a 150% da pressão operacional;

esguichos, encaixadas na parte terminal das mangueiras e destinados a formar e orientar os jatos de água;

requites, na extremidade dos esguichos e destinados a dar forma aos jatos de água, podendo formar jatos sólidos ou neblina, em função das necessidades do combate ao fogo;

chaves de união usadas para abrir a válvula do hidrante.

O equipamentos devem ser construídos com materiais resistentes às pressões, indeformáveis e não corrosíveis, em condições normais de armazenamento e operações.

Os hidrantes devem ser conectados aos reservatórios de água por tubulações, que podem ser de aço galvanizado, aço preto ou de cobre. Só se admitindo PVC reforçado nas tubulações subterrâneas. O RTISB estabelece que o diâmetro mínimo das tubulações é de 63 milímetros e que a resistência à pressão deve corresponder a 15% da pressão operacional. As válvulas e registros devem ter as mesmas condições de resistência que as tubulações.

Os reservatórios elevados e subterrâneos devem preencher os seguintes requisitos:

serem estanques e dotados de paredes lisas e à prova de infiltrações;
dotados de tampas que facilitem a inspeção;
disponham de indicadores de nível de água e de dispositivos de descarga ou ladrões.

Os reservatórios elevados devem ter uma altura que garanta a pressão de funcionamento aos hidrantes situados nos andares mais elevados e uma capacidade mínima que garanta o suprimento a plena carga, por trinta minutos.

Os reservatórios subterrâneos devem ter uma grande capacidade de armazenamento e serem dotados de conjuntos moto-bombas, em condições de alimentar os reservatórios elevados e de garantir a pressão de água nos hidrantes.

Todo o sistema de hidrantes deve ser testado após a instalação e manutenção a intervalos regulares de tempo, com o objetivo de se garantir o adequado funcionamento do sistema, em caso de necessidade.

Todas as vezes que forem previstas condições ambientais incompatíveis com a fisiologia humana e com a garantia da incolumidade dos operadores, nas proximidades dos focos de incêndio, devem ser previstos equipamentos especiais de combate a incêndios, telecomandados a partir de áreas de refúgio. Nestes casos podem ser previstos:

tubulações circulares, localizadas no topo de tanques de combustíveis que, ao serem acionadas, deixam escorrer cortinas de água hiper-refrigerada, ao longo das paredes externas dos tanques;

esguichos telecomandados e teledirecionados e responsáveis pela emissão de jatos de combate a incêndios cujos ângulos de elevação, direção e débito são comandados a distância por guarnições protegidas em áreas de refúgio;

sistemas de aspiração de ar de compartimentos estanques e de insuflação de gases inertes que bloqueiam as reações combustivas.

Estudo dos Subsistemas de Extintores

O subsistema de extintores é um complemento indispensável do subsistema de hidrantes e parte integrante do Sistema de Combate a Incêndios. Quando acionados precocemente, os extintores são muito eficientes para garantir o abortamento dos sinistros em suas fases iniciais.

É importante estudar:

os agentes extintores
as unidades extintoras
o posicionamento e a sinalização dos extintores

Os agentes extintores previstos no RTISB são os seguintes:

gás carbônico
pó químico
espuma
água-gás
compostos halogenados

soda-ácido

Os extintores de soda-ácido, embora previstos no RTISB, são pouco recomendados e tendem a cair em desuso.

Os extintores de dióxido de carbono atuam por abafamento, dificultando a reação do combustível com o oxigênio. Por atuar apenas sobre o fogo de superfície, são úteis para apagar fogo em líquidos inflamáveis e, por não serem condutores de eletricidade, são úteis para atuar sobre equipamentos energizados. No entanto, são pouco eficientes no combate ao fogo em matérias celulósicas.

Os extintores de pó químico seco desprendem dióxido de carbono, ao entrarem em contato com as chamas. Apresentam as mesmas vantagens e desvantagens dos exaustores de dióxido de carbono, com a vantagem adicional de permitir elevadas concentrações de gás carbônico na ponta da chama.

Os extintores de espuma despreendem uma nuvem de espuma, formadas de bolhas de dióxido de carbono, que se liberam em contato com a chama e atuam por abafamento e por resfriamento, já que a liberação do gás absorve energia térmica. Os extintores de espuma são eficientes no combate ao fogo em combustíveis líquidos, menos eficientes, no caso de combustíveis sólidos, e contra-indicados no caso de fogo em matérias energizadas, por serem condutores de eletricidade.

Os extintores de água-gás utilizam água gaseificada e atuam por abafamento, resfriamento e encharcamento e são recomendados para controlar o fogo em combustíveis sólidos e celulósicos, menos indicados no caso de combustíveis líquidos e contra-indicados em matérias energizadas.

Os compostos halógenos são indicados nos casos de incêndios causados por substâncias pirofosfóricas, como o sódio, o potássio e o magnésio, quando todos os demais agentes extintores são ineficientes e contra-indicados. Nestes casos, além da **halita mineral** ou sal gema, areia e a limalha de ferro são indicados como abafantes.

As unidades extintoras são constituídas por um determinado número de extintores portáteis que são carregados com agentes extintores selecionados em função da natureza do fogo a ser extinto. O número de extintores depende da capacidade de extinção do fogo que foi planejado para a unidade e depende da área a ser protegida e do risco a proteger.

O RTISB exige um mínimo de duas unidades extintoras por pavimento e, em nenhuma hipótese, admite que um única unidade extintora se localize em escadarias ou cubra áreas de diferentes pavimentos. O posicionamento e a sinalização dos extintores também é regulado pelo RTISB.

Em princípio, as unidades extintoras são localizadas:

próximas dos focos de risco, com o objetivo de facilitar o cumprimento da missão;

em áreas que protejam os operadores contra riscos de traumatismos e de queimaduras;

em locais que dificultem que operadores sejam bloqueados pelo fogo.

3) Estruturação do Serviço de Segurança

No Programa de Preparação para Emergências e Desastres, há que destacar os Projetos de Desenvolvimento Institucional e de Desenvolvimento de Recursos Humanos, que são promovidos com a finalidade de forjar os instrumentos responsáveis pela minimização dos desastres e pela atuação em circunstâncias de desastres.

Estes projetos relacionam-se com a estruturação, o equipamento e o adestramento do serviço de segurança e das equipes operativas que o constituem estes serviços, diretamente subordinados à direção da empresa são instituídos com a missão de prover segurança permanente às instalações industriais onde atuam e se articulam:

internamente, com os diretores dos Departamentos de Produção Industrial, de Apoio Administrativo e do Pessoal, e, de forma muito estreita, com o Chefe do Serviço de Manutenção;

externamente, com o Comandante da Unidade de Bombeiros responsável pelo apoio direto à planta industrial e com os Chefes dos Serviços de Segurança das Plantas Industriais vizinhas.

Normalmente, um serviço de segurança é constituído por:

Um Centro de Informações para onde convergem os dados e informações captados pelo Sistema de Monitorização, Alerta e Alarme e garante a prontidão das respostas aos acidentes causadores de desastres tecnológicos.

Uma Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – CIPA – órgão colegiado que tem por objetivo fundamental – programar, implementar e fiscalizar atividades relacionadas com a prevenção de acidentes do trabalho e com o incremento das normas de segurança individual e coletiva.

Uma Brigada Anti-Sinistro constituída pelos grupamentos de Combate aos Sinistros, de Segurança Química, de Busca e Salvamento e de Saúde e Atendimento Médico Emergencial..

Órgãos de Segurança que atuam em apoio direto às Unidades de Processamento.

Um Grupo de Manutenção de Material de Segurança.

Um Serviço de Vigilância, responsável pelo disciplinamento do fluxo de pessoas e de coisas, no interior da planta industrial.

Quando a Empresa participa de Planos de Auxílio Mútuo – PAM – a Brigada Anti-Sinistro assume a responsabilidade de organizar um destacamento responsável pelo apoio às demais Unidades de Segurança do Distrito Industrial em circunstâncias de desastres.

Atribuições do Chefe do Serviço de Segurança

O Chefe do Serviço de Segurança é o responsável, perante a Direção da Empresa, por todas as atividades de segurança relacionadas com a Planta Industrial e, nestas condições, tem as seguintes atribuições gerais:

dirigir o planeamento de segurança no âmbito da empresa, com especial atenção para os planeamentos preventivo, de segurança industrial e de contingência ou resposta aos desastres;

participar do Plano de Contingência externo à indústria, sob a supervisão da autoridade local de Defesa Civil;

participar do Plano de Auxílio Mútuo – PAM, no âmbito do Distrito Industrial;

supervisionar a seleção do pessoal de segurança e indicar os que considerar mais aptos para o desempenho de cargos de chefia;

supervisionar o treinamento do pessoal subordinado e do restante do pessoal da indústria, em atividades relacionadas com a segurança;

comandar as operações de resposta aos desastres, no âmbito da planta industrial, até a chegada do Comandante do Destacamento de Bombeiros Militares;

supervisionar a organização de um fichário de encargos, que detalhe a atuação de cada um dos elementos subordinados;

organizar exercícios simulados, com o objetivo de testar o desempenho das equipas operativas e aperfeiçoar o planeamento;

participar de exercícios simulados relacionados com o PAM;

dirigir investigações e inquéritos para estudar todos os acidentes ocorridos, com o objetivo de reduzir a incidência dos mesmos;

presidir as reuniões da CIPA, dinamizar a sua atuação e levar em consideração as recomendações deste importante órgão colegiado;

articular e coordenar suas ações com:

os demais chefes de serviços e diretores de Departamentos da Empresa;
os demais chefes de serviço de segurança do Distrito Industrial;
a autoridade local do Sistema Nacional de Defesa Civil;
o Comandante da Unidade de Bombeiros Militares responsável pelo apoio direto à Planta Industrial.

Supervisionar o funcionamento dos Sistemas de Monitorização, Alerta e Alarme, de Alívio e de Segurança Imediata, no âmbito da planta industrial;

Propor, à Direção da Empresa, o orçamento anual do serviço de segurança e executar o orçamento aprovado.

Atribuições dos Chefes dos Órgãos de Segurança responsáveis pelo Apoio Direto às Unidades de Processamento

O Serviço de Segurança desdobra órgãos de segurança responsáveis pelo apoio direto às Unidades de Processamento, com o objetivo de aumentar a velocidade e o nível de prontidão das respostas.

Os chefes destes órgãos são responsáveis, perante o Chefe do Serviço de Segurança, pelo apoio imediato dos setores para onde foram designados e desenvolvem intensas relações interativas com os chefes das Unidades de Processamento e com os chefes das equipes de manutenção responsáveis pelo apoio imediato a estas unidades. Nestas condições, os chefes destes órgãos têm as seguintes atribuições:

comandar a equipe de segurança responsável pelo apoio imediato a unidade de processamento que lhe foi designada;

informar diariamente ao chefe do Serviço de Segurança sobre o andamento do setor e, imediatamente, sobre acidentes que ocorram em sua área de jurisdição;

inspecionar a instalação a seu cargo, sob o aspecto de segurança, considerando com prioridade o desempenho do equipamento e a adequação dos procedimentos padronizados de segurança;

acompanhar os processamentos industriais que apresentem riscos intensificados de acidentes;

acompanhar as atividades de manutenção, com especial cuidado para as dos equipamentos de segurança e certificar-se do bom funcionamento dos equipamentos relacionados com os sistemas de monitorização e de alívio;

participar das reuniões diárias da Unidade de Processamento, quando são estabelecidas as metas a serem atingidas durante a jornada de trabalho, aproveitando a reunião para recordar os procedimentos padronizados relacionados com a segurança individual e coletiva;

manter o nível de treinamento do pessoal subordinado e participar de exercícios simulados.

Em circunstâncias de acidentes compete ao chefe do Setor de Segurança:

informar imediatamente ao chefe do serviço de segurança;
comandar as ações iniciais de combate ao sinistro;
dar início ao plano de evacuação das pessoas não envolvidas nas ações de resposta ao desastre.

Missões Específicas dos Grupamentos Especializados da Brigada Anti-Sinistro

Ao Grupamento de Combate aos Sinistros compete:

desencadear o alarme e o Plano de Contingência, quando se tornar necessário;

alertar a Unidade do Corpo de Bombeiros responsável pelo apoio direto à planta industrial e os comandantes de Destacamento das demais plantas industriais participantes do PAM e desencadear o Plano de Chamada, quando necessário;

combater o sinistro, de acordo com o planejado, utilizando todos os equipamentos de segurança disponíveis, inclusive hidrantes e extintores de incêndio, concentrando as ações no foco de incêndio, no mais curto prazo possível;

retirar corpos combustíveis das proximidades dos focos de incêndio;

acionar válvulas de segurança, com o objetivo de bloquear vazamentos de produtos potencialmente perigosos;

relatar as circunstâncias do sinistro e as providências em curso, ao chefe do Destacamento de Bombeiros Militares, quando de sua chegada;

apoiar o trabalho das guarnições de bombeiros militares, quando estas assumirem a responsabilidade pelo combate ao sinistro;

participar do Destacamento da Brigada Anti-Sinistro em operações de combate aos sinistros ocorridos em outras plantas do distrito industrial, de acordo com o estabelecido nos Planos de Auxílio Mútuo;

desempenhar outras missões que lhes forem atribuídas.

Ao Grupamento de Segurança Química compete:

realizar os procedimentos necessários à interrupção de reações químicas desenvolvidas no processo industrial, em circunstâncias de desastres e com o máximo de segurança possível;

acionar os sistemas de alívio, conforme estabelecido no planejamento da segurança industrial;

realizar operações de transbordo de produtos perigosos (combustíveis) armazenados em tanques situados nas proximidades dos focos de desastres, para tanques localizados em áreas seguras, por intermédio de tubulações subterrâneas;

acionar sistemas de aspiração de gases e de drenagem de líquidos extravasados, com o objetivo de reduzir os riscos relacionados com a contaminação ambiental com produtos perigosos;

injetar produtos inertes, com o objetivo de deter reações químicas em reatores localizados nas proximidades dos focos de desastres;

desempenhar outras missões que lhes forem atribuídas.

Ao Grupamento de Busca e Salvamento compete:

conduzir a evacuação de todo o pessoal que não estiver diretamente empenhado nas operações de combate ao sinistro, por vias de fuga ou eixos de evacuação pré-estabelecidos;

buscar, salvar e resgatar todas as pessoas afetadas pelo sinistro, evacuando-as das áreas críticas, para áreas seguras;

bloquear a entrada de pessoas não autorizadas nas áreas críticas onde estiverem ocorrendo as atividades de combate aos sinistros;

retirar todos os veículos estacionados nas proximidades dos pavilhões afetados pelo sinistro;

manter abertas e desobstruídas as vias de acesso ao local do sinistro com o objetivo de facilitar a manobra dos trens de combate ao sinistro;

apoiar e reforçar a ação dos demais grupamentos;

desempenhar outras missões que lhes forem atribuídas.

Ao Grupamento de Saúde e de Atendimento Médio Emergencial compete:

ministrar os primeiros socorros e o atendimento médico emergencial aos pacientes vitimados pelos sinistros;

rever as medidas de primeiros socorros, especialmente as imobilizações provisórias realizadas por componentes dos outros grupamentos;

ministrar tratamento médico emergencial aos pacientes intoxicados;

conduzir pacientes intoxicados, por mecanismos de contato direto do produto tóxico com a pele ou mucosas, para áreas de duchas onde os mesmos se despirão e se banharão, por prazos superiores a 15 minutos;

lavar as conjuntivas oculares atingidas por produtos tóxicos, por prazos superiores a 15 minutos;

aspirar, por meios mecânicos, produtos cáusticos e corrosivos, que reagem com a água, e os intensamente reagentes, antes de banha-los com produtos neutralizadores suaves;

proceder a reanimação cardiorrespiratória e manter a ventilação pulmonar de pacientes que sofreram parada cardíaca e/ou respiratória;

encaminhar, às unidades de queimados, politraumatizados ou de intoxicados os pacientes que necessitam de tratamento especializado;

providenciar a continuidade do tratamento médico, nos hospitais de apoio;

documentar os diagnósticos e as medidas terapêuticas adotadas e preencher as fichas de atendimento emergencial;

providenciar o embarque dos pacientes estabilizados em ambulâncias responsáveis pela remoção dos mesmos;

desempenhar outras missões que lhes forem atribuídas.

Atuação dos Grupamentos das Brigadas

Em muitos distritos industriais os riscos de generalização dos desastres estão sempre presentes. Nestas condições, duas medidas gerais, extremamente importantes, devem ser consideradas.

concentrar o máximo possível de recursos de combate aos sinistros nas proximidades da área conflagrada;

garantir que a resposta concentrada e articulada seja desencadeada com o máximo de prontidão.

A percepção da importância do problema e das necessidades de solução, levaram os diretores de empresas a concertar um conjunto de atitudes positivas relacionadas com o **Plano de Auxílio** (apoio) **Mútuo**. Os desdobramentos naturais do PAM conduziram para a formação de um Serviço de Segurança Supra-Empresarial, assessorado por um comitê, do qual participam todos os chefes de serviço de segurança das empresas apoiadas, o comando da Unidade de Bombeiros Militares responsável pelo apoio imediato do distrito industrial e a autoridade local de Defesa Civil.

O próximo passo foi a criação da **Brigada de Segurança do Distrito Industrial** que,

quando acionada, recebe destacamentos das Brigadas Anti-Sinistro das plantas industriais.

A estrutura do destacamento não é fixa e pode variar em função das características dos sinistros. O deslocamento dos destacamentos é feito em trens de combate aos sinistros, que são constituídos por mais de duas viaturas especializadas.

Evidentemente, para evitar imprevistos e garantir a articulação dos destacamentos que constituem a Brigada do Distrito Industrial é necessário que se planeje a atuação dos mesmos e que se realizem exercícios simulados para testar o desempenho das equipes.

Apoio do Corpo de Bombeiros Militares

Em princípio, uma Unidade de Bombeiros é designada para atuar na área do distrito industrial, com a responsabilidade de garantir o apoio direto e imediato às plantas industriais localizadas neste distrito.

As necessidades de apoio adicional de outras unidades do Corpo de Bombeiros, em casos de grandes conflagrações, são encaminhadas pelo Comando da Unidade responsável pelo apoio imediato.

É normal que os empresários colaborem financeiramente com o Corpo de Bombeiros, com o objetivo de garantir que a unidade responsável pelo apoio imediato seja muito bem equipada e adestrada.

Por outro lado, o comando da unidade de Apoio direto deve se aprofundar no estudo dos problemas específicos das indústrias apoiadas e aperfeiçoar, ao máximo, as condutas de atendimento.

A unidade deve estar plenamente familiarizada com os Planos de Contingência das diversas plantas industriais e com o Plano de Apoio (**Auxílio**) Mútuo dos Distritos Industriais e, evidentemente, o Comando deve estar capacitado para opinar sobre os mesmos e para cumprir as missões estabelecidas.

É imperativo que todas as guarnições de equipes de bombeiros da Unidade de Apoio Imediato visitem periodicamente as plantas industriais e se familiarizem com suas instalações e equipamentos de segurança.

O treinamento e a reciclagem do pessoal das Brigadas Anti-Sinistro das Plantas Industriais é realizado sob a supervisão do Comando da Unidade de Bombeiros, que participa obrigatoriamente de todos os exercícios simulados realizados no Distrito Industrial.

É recomendável que, na entrada de cada um dos pavilhões que compõem a planta industrial, seja instalada uma caixa de correspondência de uso privativo do Corpo de Bombeiros, onde são acondicionados:

um exemplar do Plano de Contingência
uma planta baixa das instalações, com a exata localização de todos os equipamentos
de segurança

Atuação do Serviço de Vigilância

O Serviço de Vigilância é organizado com o objetivo de disciplinar o fluxo de pessoas e de coisas no interior da Planta Industrial e defender a empresa contra riscos de sabotagem e de espionagem industrial.

Compete ao Serviço de Vigilância estabelecer barreiras disciplinadoras do fluxo de pessoas e de coisas, identificar todas as pessoas que circulam nas instalações e permitir que somente pessoas autorizadas penetrem em áreas restritas.

As câmaras de televisão de controle remoto permitem um muito bom controle das pessoas circulantes e, em muito casos, são montados portais de passagem obrigatória, dotados de detectores de metais, esteiras com aparelhos de raio x e outros aparelhos de detecção automática de armas, câmaras fotográficas, filmadoras e de outros equipamentos utilizados em espionagem industrial.

Todas as vezes que considerarem necessário, os vigilantes estão autorizados a proceder revistas metódicas das pessoas e de material em trânsito.

Em circunstâncias de desastres, o pessoal do Serviço de Vigilância colabora com a Brigada Anti-Sinistro, apoiando as atividades de evacuação e bloqueando vias de acesso às áreas restritas, onde está ocorrendo o sinistro.

b) Planejamento da Segurança Industrial

Recomenda-se a leitura do Capítulo IV – Planejamento da Segurança Industrial – do Manual de Redução dos Desastres Tecnológicos de Natureza Focal. No presente estudo serão apresentadas algumas idéias gerais sobre o processo.

A metodologia do Planejamento da Segurança Industrial implica no estudo minucioso dos seguintes itens:

- Redução das Ameaças externas ao Sistema;
- Redução das Falhas dos Equipamentos;
- Redução dos Erros Humanos;
- Redução das Vulnerabilidades Ambientais;
- Redução das Vulnerabilidades dos Recursos Humanos.

Redução das Ameaças Externas ao Sistema

As ameaças externas ao sistema envolvem os desastres naturais decorrentes de fenômenos da natureza como deslizamentos de solo, inundações, inundações, incêndios florestais, tempestades, chuvas de granizo e outros.

Também envolvem os riscos de generalização de desastres antrópicos ocorridos em instalações vizinhas e os riscos relacionados com a interrupção do fornecimento de água e energia.

Evidentemente a prevenção destes desastres depende de medidas não-estruturais

com destaque para o uso racional do espaço geográfico, especialmente o distanciamento das plantas industriais das áreas de riscos intensificados de desastres.

As medidas estruturais também são de capital importância, as plantas industriais devem ser adequadamente construídas e protegidas com o objetivo de elevar seu nível de segurança intrínseca das instalações.

Como todas as indústrias de porte são altamente dependentes do suprimento de água e de energia, há que aumentar a segurança das instalações contra riscos de colapso destes suprimentos críticos.

É importante iniciar o planejamento determinando o fator de consumo diário de água e de energia. No caso da água, aumentar a capacidade de armazenamento e das alternativas de suprimento.

No caso da energia elétrica, há que aumentar as alternativas de suprimento, utilizando, no mínimo, duas redes de suprimento de energia diferentes e instalar geradores de energia, para garantir o suprimento de áreas críticas, em caso de colapso do sistema energético.

Como as modernas plantas industriais são altamente dependentes de computadores, que não aceitam interrupções, mesmo que breves, no fornecimento de energia, no planejamento de segurança, há que prever a instalação de sistemas de pilhas ultrapotentes, que assumem instantaneamente o suprimento de energia elétrica, em casos de quedas bruscas do fornecimento de energia.

É importante considerar que, em muitas indústrias, o colapso no fornecimento de água ou de energia pode desencadear uma condição insegura, que pode evoluir para um desastre de grande proporções.

No planejamento da segurança contra desastres antropogênicos, há que considerar prioritariamente os riscos:

de propagação de desastres de instalações vizinhas;
de incêndios extemporâneos de natureza acidental ou criminosa;
de sabotagem

Os riscos de propagação de desastres de áreas vizinhas, como já foi ventilado neste trabalho, exigem que se use racionalmente o espaço geográfico e que se pense em ajudar o vizinho, para impedir que o sinistro se propague e atinja sua instalação.

No Brasil, uma causa importante de incêndios extemporâneos é a queda de balões em instalações sensíveis. Este problema exige que se invista em campanhas educativas e repressivas e que se mobilize um sistema de vigilância e combate a este tipo de incêndio, nas instalações industriais sensíveis.

No caso das sabotagens, há que caracterizar inicialmente que não existem sistemas de segurança absolutamente seguros. O sabotador profissional estudará previamente

os sistemas de segurança e buscará falhas que poderão ser exploradas no planejamento de sua ação. Também é importante caracterizar que o sabotador contará com o elemento surpresa, para ser bem sucedido.

A melhor forma de planejar a segurança contra a sabotagem é vestir a pele do sabotador e pensar: **o que eu faria se estivesse em seu lugar?** Neste Caso específico, o procedimento padronizado representa vulnerabilidade, porque o sabotador procurará tomar partido de sistemas de defesa pouco flexíveis para planejar sua ação.

A regra básica de planejamento da segurança, no caso de combate aos sabotadores é a seguinte:

vigie todas as possíveis vias de infiltração, utilizando o máximo de recursos eletrônicos e humanos que for possível;

estabeleça barreiras em todas as vias de infiltração e defenda e vigie estas barreiras;

planeje o reforço destas barreiras por forças móveis que tenham condições de reagir e contra-atacar no mais curto prazo possível;

planeje e arquitecte o melhor sistema de monitorização, alerta e alarme que puder para neutralizar os riscos de infiltração;

Redução das Falhas dos Equipamentos

Todas as vezes que se pensa em reduzir os riscos de falhas nos equipamentos, se está pensando em aumentar o nível de confiabilidade dos mesmos.

A confiabilidade pode ser conceituada como:

A propabilidade de que um sistema, subsistema, equipamento ou peça de reposição desempenhe adequada e satisfatoriamente suas funções específicas, durante um período determinado de tempo e sob um conjunto estabelecido de condições operacionais.

A capacidade de desempenho adequado de sistemas, equipamentos e componentes, durante um prazo determinado, em função de normas e padrões operacionais estabelecidos.

Em conclusão, a confiabilidade deve ser entendida como uma medida de qualidade que depende da especificação dos equipamentos de melhor capacidade de desempenho e considera prioritariamente as variáveis tempo e condições de operacionalização e é altamente dependente do planejamento das atividades de manutenção preventiva.

A redução dos riscos de desastres provocados por falhas de equipamentos depende de alternativas de gestão, relacionadas com as seguintes medidas gerais:

especificação minuciosa dos equipamentos;
recepção, conferência e supervisão da montagem dos equipamentos;
testes de desempenho;
manutenção preventiva;
monitorização das atividades de processamento;
desenvolvimento dos sistemas de alívio;
desenvolvimento dos sistemas de segurança industrial.

Importância da Especificação

Uma adequada e minuciosa especificação dos equipamentos que serão instalados, pela empresa montadora, na futura planta industrial, é de capital importância para garantir o bom desempenho da instalação na fase operacional. Sem nenhuma dúvida, a especificação é a etapa mais importante do planejamento da implantação de uma unidade industrial.

Qualquer falha de especificação repercutirá desfavoravelmente no futuro desempenho da planta e os problemas operacionais, quando detectados, serão de solução mais difícil.

É imperativo que a especificação dos equipamentos seja minuciosamente debatida, entre as equipes técnicas da empresa contratante e da empresa contratada para detalhar o planejamento industrial.

Todas as vezes que um equipamento for incorretamente especificado a empresa montadora poderá adquirir o mais barato, o qual nem sempre é o mais confiável e durável.

Ao especificar os equipamentos industriais, as equipes técnicas deverão ser norteadas pelos seguintes princípios gerais:

segurança não tem preço;
economizar, especificando equipamentos menos seguros e confiáveis, acaba gerando gastos mais elevados no futuro;
uma especificação adequada maximiza o nível de confiabilidade dos equipamentos e da própria planta industrial;
na especificação, o critério de confiabilidade deve ser considerado de forma preponderante.

Devem ser especificadas, com maior prioridade os chamados comandos de estudo, que são constituídos pelos seguintes equipamentos e sistemas:

tubulações, conexões e válvulas de pressão;
reatores, ou seja, os cadinhos onde as reações químicas são processadas;
os demais equipamentos efetores, utilizados no processamento industrial,
os sistemas responsáveis pela monitorização do processamento industrial;
os sistemas de alívio;
os sistemas de segurança industrial;

os painéis indicadores do andamento do processo industrial;
os sistemas responsáveis pela proteção ambiental interna e externa à unidade;
os sistemas e equipamentos de proteção individual e coletiva.

É evidente que somente equipes técnicas muito experientes e conhecedoras do processo industrial, objeto do planejamento e dos equipamentos disponíveis, no mercado nacional e internacional, têm condições de especificar corretamente.

Recepção, Controle de Qualidade e Montagem dos Equipamentos

Os equipamentos adquiridos, ao serem recebidos, são conferidos com o que foi especificado e, sempre que possível, são testados.

A montagem dos equipamentos, nas unidades de processamento, ser acompanhada e supervisionada. A preocupação com o nivelamento deve ser preponderante. Qualquer equipamento desnivelado se desgastará gradualmente, independentemente de sua qualidade, e tenderá a aquecer.

Todas as vezes que a instalação for concluída, deverá ser submetida a testes de funcionamento.

• Manutenção Preventiva

Após iniciada a operação, as atividades de manutenção preventiva crescem de importância.

De uma maneira bastante genérica a Manutenção é desenvolvida em 5 (cinco) escalões:

- O primeiro escalão de manutenção é de responsabilidade do próximo operador de manutenção é de responsabilidade do próprio operador do equipamento, procede a pequenos ajuste e periódicas lubrificações autorizados.
- O segundo escalão de manutenção é da responsabilidade da Seção de Manutenção orgânica da Unidade de Processamento, que procede às manutenções previstas nos calendários e troca itens do equipamento com prazo de durabilidade ultrapassado ou com defeitos, por itens novos oriundos de fábrica.
- O terceiro escalão de manutenção é da responsabilidade das equipes móveis e especializadas da Divisão de Manutenção da Unidade Industrial.
- O quarto escalão de manutenção é da responsabilidade da Seção de Apoio de Pesado da Divisão de Manutenção, que executa suas atividades de retaguarda.
- O quinto escalão de manutenção é da responsabilidade da empresa produtora do equipamento ou de seus representantes autorizados e são realizados sob a supervisão da divisão de manutenção.

Em análise de riscos de desastres tecnológicos, o conceito de recorrência de desastres e de acidentes relaciona-se com o número de horas de funcionamento, que caracterizam os ciclos ou períodos de operação. Em consequência, torna-se imperativo determinar o número efetivo de horas de trabalho, a partir do qual uma determinada

ameaça de acidente pode caracterizar-se, caso não seja realizada uma adequada manutenção preventiva.

Nestas condições, não se substituem peças defeituosas, mas sim peças que atingiram o número de horas de funcionamento estabelecido para as mesmas.

As peças são substituídas por peças de fábrica e somente os quarto e quinto escalões de manutenção são autorizados a reparar peças retiradas, testá-las e fazê-las retomar a cadeia de suprimento.

• **Estudo dos Sistemas Responsáveis pela Monitorização dos Processos Industriais**

De uma forma bastante genérica a Monitorização dos Processos Industriais é conceituada como:

- a observação, a medição, o registro, a comparação e a avaliação, repetitiva e continuada, dos parâmetros de funcionamento e dos dados técnicos relativos ao processo estudado, de acordo com esquemas pré-estabelecidos no tempo e no espaço e utilizando métodos comparativos, com a finalidade de:
 - estudar todas as possíveis variáveis dos processos e fenômenos observados;
 - identificar os parâmetros de normalidade e, a partir dos mesmos, todos os desvios significativos do processo;
 - facilitar a tomada de decisões e permitir a articulação de respostas coerentes e oportunas.

Com o desenvolvimento do estudo dos sistemas ficou patente a importância da monitorização dos processos e da retroalimentação sistêmica. Com o objetivo de garantir a homeostasia e o equilíbrio dinâmico dos sistemas e o arranjo funcional e estrutural dos mesmos.

O conceito de homeostasia foi popularizado por *Claude Bernard*, eminente fisiologista francês, com o significado de:

♦ manutenção do estado de equilíbrio dinâmico de um organismocom relação as suas várias funções e a composição química de seus fluídos, células e tecidos, as quais são indispensáveis à continuidade do processo vital.

Este conceito foi apropriado ao estudo de todos os sistemas e permitiu o desenvolvimento da Cibernética (do grego Kiderne + tibe – a arte do piloto) que é a ciência que estuda os processos de comunicação e os mecanismos de controle dos organismos vivos e das máquinas complexas. Evidentemente, o estudo da Cibernética permitiu o avanço da neurofisiologia e a melhor compreensão dos mecanismos de controle dos organismos vivos permitiu o avanço no desenvolvimento das máquinas complexas.

As influências da Neurologia no estudo da Cibernética ficam patentes, quando se constata que os sistemas de monitorização foram arquitetados para funcionarem de maneira semelhante ao sistema nervoso dos organismos animais mais evoluídos. Nestas condições, os sistemas de monitorização são constituídos por:

- ♦ sensores periféricos;
- ♦ vias de comunicações aferentes, centrípetas ou ascendentes;
- ♦ monitores ou centros de integração, que são localizados em diferentes níveis do sistema;
- ♦ vias de comunicação de enlace, responsáveis pela interligação entre os diferentes centros de integração sistêmicos;
- ♦ vias de comunicação eferentes, centrífugas ou descendentes;
- ♦ órgãos efetores que se responsabilizam pelo desencadeamento de respostas pré-estabelecidas.

As vias de comunicações aferentes, à semelhança dos nervos sensitivos, interligam os sensores periféricos com os centros de integração, ou monitores, enquanto que as vias de comunicações eferentes, à semelhança dos nervos motores, interligam os monitores com os órgãos efetores. As vias de enlace, ao interligarem os monitores de menor hierarquia, com os monitores centrais, permitem que os sistemas funcionem como um “todo organizado”, caracterizando os organismos.

Nos monitores ou centros de integração, os dados relativos aos parâmetros de funcionamento, captados pelos sensores periféricos, são comparados e cotejados com um repertório de informações, previamente armazenadas, com a finalidade de:

- ♦ identificar desvios significativos dos padrões de normalidade estabelecidos;
- ♦ definir as tendências evolutivas dos processos ou fenômenos, que estão sendo monitorizados;
- ♦ articular respostas sistêmicas adequadas, quando estas se tornarem necessárias com o objetivo de restabelecer o equilíbrio dinâmico;

No que diz respeito à monitorização dos processos industriais não há exagero em se informar que, qualquer função ou processo pode ser monitorizado. É cada vez maior o número de empresas que se especializam no desenvolvimento de sistemas de monitorização, de tal forma que, nas condições atuais, qualquer necessidade de monitorização pode ser atendida.

Conclusivamente, a monitorização permite a retroalimentação e a auto-regulação dos sistemas e é de capital importância para garantir o equilíbrio dinâmico dos sistemas controlados e para restabelecer a homeostasia.

A auto-regulação dos sistemas homeostáticos evita que os mesmos involuam para anti-sistemas caóticos e, sem nenhuma dúvida, os desastres são consequência de desarranjos e se caracterizam como manifestações do caos.

♦ Estudo dos Sistemas de Alívio

Por definição, sistema de alívio é um conjunto de equipamentos, processo e procedimentos padronizados, que são planejados e arquitetados para responderem a uma sequência de eventos adversos acidentais, interferindo na mesma, com o objetivo de bloquear a propagação da sequência, minimizar a intensidade dos eventos e, quando possível, restabelecer o equilíbrio do sistema e abortar o desastre.

Os sistemas de alívio devem ser arquitetadas para atuarem como órgãos efetores, ou de resposta, dos sistemas de monitorização. O estudo das Árvores de Falhas e das Árvores de Eventos e dos demais métodos de avaliação de riscos tecnológicos – desenvolvidos no Capítulo II do Manual de Redução de Desastres Tecnológicos de Natureza Focal.

Como as atividades de pesquisas nesta área são muito intensas, qualquer tentativa de sistematização de todos os possíveis sistemas de alívio será, rapidamente, ultrapassada pelas pesquisas.

De um modo geral os sistemas de alívio relacionados com a prevenção de incêndios são planejados e arquitetados, com as seguintes finalidades gerais:

1. Reduzir a velocidade do fluxo de produtos reagentes, no interior das tubulações, em casos de superaquecimento, hipertensão, vazamentos e outros desvios significativos dos parâmetros de normalidade estabelecidos.
2. Desviar o fluxo de produtos perigosos no interior dos sistemas tubulares, no caso de vazamento destes produtos ou de riscos intensificados de incêndios e explosões, por intermédio de sistemas alternativos de tubulações, comandados por válvulas de segurança.
3. Resfriar automaticamente tubulações, em casos de superaquecimento, por intermédio de sistemas trocadores de energia, como as serpentinas refrigeradas, que são acionadas automaticamente.
4. Resfriar automaticamente o ambiente, por intermédio de chuveiros de teto (*sprinklers*), que são acionados automaticamente em casos de detecção de radiações ionizantes, radiações calóricas, fumaça ou chamas no ambiente monitorizado.
5. Resfriar tanques, depósitos de combustíveis e reatores, localizados nas proximidades de focos de incêndio, por intermédio de cortinas de água hiper-

refrigerada, que desligam resfriando as paredes externas, ou por intermédio de sistemas telecomandados e teledirecionados d lançamento de jatos de água ou de soluções salinizadas hiper-refrigeradas.

6. Esvaziar tanques ou depósitos de combustíveis, localizados nas proximidades de focos de incêndios de grande intensidade, por intermédio de sistemas telecomandados de tubulações subterrâneas que são arquitetados para transferir estes produtos, para sistemas de tancagem localizados em áreas seguras.
7. Substituir o ar por gases inertes, como dióxido de carbono e o nitrogênio, em focos de incêndio localizados em compartimentos estanques, após a rápida evacuação e o bloqueio de todos as coberturas de comunicação.
8. Injetar produtos inertes, bloqueadores de reações químicas e neutralizadoras no interior de tubulações alimentadoras de reatores ou câmaras de reação, quando forem detectados parâmetros indicadores de hiperatividade química.
9. Regular a velocidade das esteiras e do giro de tambores, em função da detecção de desvios significativos dos parâmetros de normalidade do processo.

Os Sistemas de Alívio são arquitetadas com a finalidade de interferir, o mais precocemente possível, numa seqüência de eventos acidentais, com o objetivo de bloqueá-la antes que ocorra o evento topo desencadeador do desastre.

• Redução de Falhas dos Equipamentos de Segurança

Por definição, Sistema de Segurança é um conjunto de equipamentos, equipes especializadas, normas e procedimentos padronizados, que é previsto e planejado a partir do ante-projeto da Planta Industrial e que é arquitetado com a finalidade de atuar em circunstâncias de desastres e de articular respostas adequadas, com o objetivo de restabelecer a situação de normalidade, no mais curto prazo possível.

O Sistema de Segurança é concebido como um megassistema que perpassa os planejamentos preventivos, de segurança industrial e de contingência, devendo ser desenvolvido a partir da avaliação de riscos de desastres tecnológicos, que caracteriza as hipóteses firmes de desastres possíveis de ocorrerem na Planta Industrial estudada.

Evidentemente a prontidão das respostas depende de uma permanente preocupação com a manutenção preventiva dos equipamentos de segurança, para evitar a ocorrência de falhas, no momento da ação.

• Redução dos Erros Humanos

- **Importância da Verificação das Causas de Desastres**

Todos os desastres tecnológicos acontecidos devem ser obrigatoriamente investigados para se verificar suas causas e, com especial atenção, o evento inicial, que deu origem a cadeia de eventos acidentais que acabou provocando o desastre.

Os estudos epidemiológicos dos desastres investigados caracterizam que, na grande maioria, estes desastres foram provocados por erros humanos e que os mesmos foram induzidos por:

- ♦ condições ambientais desfavoráveis, inadequadas e inseguras;
- ♦ desenhos inadequados das máquinas e equipamentos;
- ♦ deficiente seleção médica, psicotécnica e ergométrica da força-de-trabalho;
- ♦ normas e procedimentos padronizados inadequados e pouco adaptados à neurofisiologia humana;
- ♦ programas de treinamento e de reciclagem deficientes;
- ♦ fadiga e estresse dos operadores
- ♦ operadores desmotivados, em consequência de programas à assistência psicológica e social mal orientados.

- ♦ **Importância dos Estudos Ergonômicos**

Por definição, Ergonomia é a área do conhecimento humano que se ocupa do estudo da organização metódica do trabalho, em função dos objetivos estabelecidos em planejamento e considerando as relações interativas entre o homem e a máquina.

Sem nenhuma dúvida, os estudos ergonômicos contribuem para a redução dos desastres, na medida em que se aprofunda na constatação das estreitas relações de interdependência que existem entre o homem e a máquina e, desta forma, além de reduzirem os desastres causados por falhas humanas, contribuem para otimizar.

- ♦ a concepção, o desenho e o projeto de máquinas e equipamentos, cada vez mais adequados e adaptados à anatomia, à fisiologia e, em especial, a neurofisiologia humana;
- ♦ a seleção física, médica e psicotécnica de recursos humanos melhor adaptados às condições de trabalho e ao desenho das máquinas e equipamentos;
- ♦ o adestramento de operadores melhor adaptados às de operação das máquinas e equipamentos especializados;

- ♦ a especificação das condições ambientais que favoreçam o bom desempenho dos operadores e que contribuam para a redução dos erros humanos;

Em consequência, os estudos ergonômicos aplicados à segurança do trabalho permitem otimizar o planejamento:

- ♦ do desenho e das condições de operação das máquinas e equipamentos;
- ♦ das condições relacionadas com o conforto e a segurança ambiental,
- ♦ dos procedimentos padronizados relativos à operacionalização das máquinas em condições de elevados padrões de segurança;
- ♦ dos programas de adestramento dos operadores;
- ♦ do desenho dos equipamentos de segurança individual e coletiva.

Os métodos de análise de falhas humanas se apropriaram destes conhecimentos, ao examinarem as variáveis que contribuem para incrementar estes erros e que, em última análise, se relacionam com:

- ♦ as condições inerentes ao processo industrial estudado;
- ♦ o desenho das máquinas e equipamentos operados;
- ♦ as condições de operação;
- ♦ o conforto e a segurança do ambiente de trabalho;
- ♦ as condições biopsicológicas e sociais dos operadores.

♦ **Planejamento da Redução dos Erros Humanos**

As análises de riscos de desastres, associados dos estudos epidemiológicos dos desastres e dos estudos ergonômicos permitem reduzir as falhas humanas responsáveis pelo desencadeamento ou pelo agravamento dos desastres tecnológicos.

Uma abordagem extremamente válida para equacionar o estudo das medidas preventivas e relaciona-las com fatores relativos aos:

- ♦ Riscos Gerais do Processo – REP
- ♦ Riscos Específicos do Processo – REP

Dentre as medidas preventivas, relacionadas com os Riscos Gerais do Processo – RGP, há que destacar os seguintes:

- ♦ seleção da força-de-trabalho;
- ♦ motivação dos recursos humanos;

- ♦ implantação dos procedimentos e programações da capacitação e reciclagem dos trabalhadores;
- ♦ redução das causas estresse;
- ♦ otimização do condicionamento físico e mental.

Dentre as medidas preventivas, relacionadas com os Riscos Específicos do Processo – REP, há que destacar:

- ♦ o incremento do conforto ambiental;
- ♦ o uso obrigatório dos equipamentos de segurança;
- ♦ o incremento da robotização.

1. Seleção da Força de Trabalho

O exame médico, ergonômico, psicotécnico, intelectual e curricular da força de trabalho e o aprofundamento de entrevistas, por ocasião da admissão, têm por objetivo fundamental colocar – o homem certo no lugar certo – e são de capital importância para a valorização dos recursos humanos e para a redução de falhas humanas que podem desencadear acidentes e prejuízos.

Estes exames são estabelecidos com os objetivos específicos de verificar as condições de:

- ♦ dos trabalhadores em termos de estado geral de saúde;
- ♦ neurosensíveis e neuromotores dos operadores de equipamentos;
- ♦ psicotécnicas, relacionadas com o nível de aptidão e de motivação para o desempenho das tarefas programadas.

Evidentemente, as relações interativas existentes entre o homem e a máquina estabelecem, para cada caso, as condições neurofisiológicas e psicotécnicas ideais, para garantir o melhor desempenho, em função dos parâmetros operativos definidos.

A força-de-trabalho deve ser selecionada em função das tarefas a serem desempenhadas e do desenho dos equipamentos operados.

No prosseguimento, serão apresentados alguns exemplos relacionados com assunto:

- ♦ a seleção de atletas profissionais, para integrar uma equipe de voleibol, dará prioridade para os de estatura elevada, com grande impulsão e grande velocidade de raciocínio;
- ♦ durante a Segunda Guerra Mundial, a seleção das metralhadoras que guarneciam as Torres de cauda das “fortalezas voadoras” exigia homens magros, ágeis, corajosos e de pequena estatura.

- ♦ os melhores juízes de basquetebol são aqueles que desenvolveram duas qualidades neuropsicológicas extremamente importantes – visão periférica e atenção descentrada.
- ♦ deficientes visuais são ideais para trabalhar em áreas onde a sensibilidade tátil é de capital importância;
- ♦ deficientes auditivos têm grande capacidade de manter a concentração numa atividade por períodos de tempo prolongado.

2. Motivação dos Recursos Humanos

Recursos humanos bem motivados trabalham melhor e são menos vulneráveis aos acidentes de trabalho e aos erros humanos.

O desenvolvimento do espírito de corpo e a redução do clima de competitividade são importantes para elevar o nível de motivação. Todas as pessoas gostam de ser valorizadas e de ser tratadas com justiça e, acima de tudo, é indispensável que se sintam seguras.

No caso específico, o esforço de motivação deve ser permanentemente direcionado para o desenvolvimento do nível de segurança, para a redução das falhas humanas e para o uso obrigatório de equipamentos de segurança individual e coletiva e a CIPA desempenha um importante papel na articulação destas atividades.

É desejável que, ao iniciar a jornada de trabalho, ocorra uma rápida reunião dos operadores com suas chefias imediatas e durante esta reunião são:

- ♦ estabelecidas as metas produtivas a serem atingidas pela equipe;
- ♦ recordados os procedimentos padronizados relacionados com a segurança;
- ♦ enfatizado o uso obrigatório dos equipamentos de segurança individual e coletiva;
- ♦ ressaltada a importância do clima de camaradagem e de confiança mútua, que deve existir entre todos os membros da equipe.

3. Implantação de Procedimentos Padronizados e dos Programas de Treinamento

Inicialmente, é necessário que as equipes técnicas se empenhem na estruturação dos Procedimentos Padronizados – PR e de Normas Padrões de Ação – NPA – mais compatíveis e adequadas com as condições de operacionalidade e com os padrões de segurança.

Após testados e comprovados praticamente, é iniciado um intenso programa de treinamento, com o objetivo de incorporar definitivamente os PP e as NPA nas rotinas das unidades operacionais e de apoio.

Os objetivos específicos do programa de treinamento são:

- ♦ valorizar a força de trabalho;
- ♦ maximizar o desempenho dos operadores;
- ♦ otimizar a produtividade das unidades de processamento;
- ♦ minimizar a incidência de falhas humanas e de acidentes.

O programa de treinamento é complementado por atividades de inspeção e de auditoria técnica, que são desencadeadas com o objetivo de:

- ♦ verificar a continuidade da correta execução das rotinas estabelecidas;
- ♦ determinar a necessidade de atividades de reciclagem e de treinamento em serviço.

4. Redução das Causas de Estresse

Está comprovado que o estresse e a sensação de fadiga física e mental contribuem para intensificar a incidência de falhas humanas e de acidentes de trabalho. Em consequência, é necessário enfrentar o problema e contratar uma equipe de psicólogos e assistentes sociais com experiência comprovada.

Para que o programa flua de forma adequada, é indispensável que a equipe conquiste e mantenha a confiança do público alvo e da direção da empresa.

Normalmente, o estresse e a sensação de fadiga física e mental relacionam-se com sobrecargas de tensões físicas e mentais, que podem, ou não, estaràs condições de trabalho.

Observou-se também que se destacam entre os fatores desencadeantes as seguintes condições gerais:

- ♦ nível de satisfação;
- ♦ grau de segurança psíquica;
- ♦ exaltação do clima de competitividade;
- ♦ outras causas de geração de tensão.

Evidentemente, as causas de estresse devem ser pesquisadas individualmente, e as medidas decorrentes podem ser de ordem genérica ou de ordem específica e individualizada em função das entrevistas.

5. Otimização do Condicionamento Físico e Mental

Normalmente o programa de condicionamento físico e mental desenvolve-se nos seguintes campos de atuação:

- ♦ complementação alimentar;
- ♦ repouso e recreação;
- ♦ condicionamento físico
- ♦ combate à dependência de drogas, ao alcoolismo e ao fumo.

A complementação alimentar comprovadamente contribui para aumentar o nível de desempenho das equipes e para reduzir a incidência de falhas humanas.

A capacidade de trabalho e o bom desempenho das equipes, durante o horário da tarde foram substancialmente aumentadas nas empresas que adotaram horário de sesta para o almoço. Também é importante que atividades recreativas sejam programadas, inclusive para aumentar o clima de camaradagem.

As atividades programadas para melhorar o condicionamento físico dos trabalhadores apresentam resultados impressionantes. Quinze minutos de ginástica, com o objetivo de reduzir tensões musculares e problemas posturais produzem muito bons resultados na redução da fadiga física e mental e contribuem para aumentar a produtividade e o nível de segurança.

É imperativo que as empresas desenvolvam programas de combate à dependência de drogas, ao alcoolismo e ao fumo. A dependência de drogas e o alcoolismo reduzem a capacidade laborativa, a saúde e a expectativa de vida média das pessoas e contribuem para incrementar o nível de insegurança individual e coletiva.

No caso da dependência de drogas e do alcoolismo a política da firma tem que ser rígida:

- ♦ nenhum trabalhador drogado ou alcoolizado poderá assumir seu posto de serviço;
- ♦ dependentes de droga e alcoólatras serão apoiados para se libertarem de seus vícios, durante um prazo de tempo determinado e os que vencerem a batalha serão reabilitados.
- ♦ Os que não conseguirem se livrar do vício ou dependência e os que reincidirem serão demitidos.

O hábito de fumar, além de prejudicar a saúde e reduzir a expectativa de vida, reduz a capacidade respiratória e o nível de oxigenação do sangue e dos tecidos orgânicos, contribuindo para reduzir a capacidade laborativa. No caso do fumo, a responsabilidade da empresa é alertar para os riscos deste hábito, proteger os não fumantes e restringir os horários e os locais onde o fumo é permitido.

6. Incremento do Conforto Ambiental

O ambiente de trabalho deve ser arquitetado de forma a não agredir os órgãos dos sentidos. Trabalhar em ambiente que agrida os órgãos do sentido é altamente desgastante e estressante e o incremento das condições de conforto ambiental contribui para reduzir a incidência dos erros humanos, acidente de trabalho e os riscos de doenças profissionais.

O conforto, a humanização e a segurança ambiental dependem:

- ♦ das condições de iluminação;
- ♦ do nível de ruído;
- ♦ das condições de temperatura e de conforto térmico;
- ♦ da ausência de odores nocivos e de poeiras e elementos particulados em suspensão
- ♦ da limpeza e arrumação do ambiente de trabalho
- ♦ do uso de pisos antiderrapantes
- ♦ e de outras condições que contribuem para aumentar o nível de conforto e de segurança ambiental.

7. Uso Obrigatório dos Equipamento de Segurança

Dentre os equipamentos de segurança de uso individual e coletivo, há que destacar:

- capacetes de segurança;
- óculos protetores;
- cordas de cintura, providos de mosquetões de alpinismo;
- os cabos limitadores de quedas e das redes de segurança;
- os andaimes dotados de balaústre e muito bem fixados;
- os pisos antiderrapantes;
- outros equipamentos de segurança que se tornaram necessários, em função de um estudo de situação, como luvas, botas e Joelheiras;

Dentre os equipamentos de proteção contra radiações térmicas, traumatismos e contactos com produtos tóxicos, há que destacar:

- Equipamentos de Nível A – Também denominados encapsulados ou escafandros – são providos de respiração autônoma e isolam totalmente o operador do meio ambiente e são utilizados quando se deseja o maior nível de proteção das vias respiratórias, dos olhos, das mucosas e da totalidade da pele.

- Equipamentos de Nível B – Também são providos de respiração autônoma e são dotados de luvas e botas impermeáveis e garantem proteção para os olhos, cabeças, pescoço e parte superior do corpo, sendo usadas quando se necessita proteger os olhos, o rosto e a cabeça, as mucosas e os órgãos locomotores.
- Equipamentos de Nível C – são providos de máscaras de respiração dotadas de filtro, óculos de proteção e luvas e botas impermeáveis.
- Equipamentos de Nível D - correspondem ao informe de trabalho diário, e podem ser complementados por botas, luvas, capacetes, óculos protetores, cordas de cintura e outros equipamentos julgados necessárias.
- Escafandro Aluminizado - é constituído por um traje de amianto ou de outro material similar, sendo dotado de aparelho de respiração autônoma, botas, luvas, capuz com visor resistente ao fogo e totalmente revestido por tinta aluminizada. Este equipamento protege o bombeiro contra o calor irradiante, em caso de incêndios de grande intensidade.
- Paredes Estanques Dotadas de Visores impermeáveis às radiações permitem que operadores manipulem produtos radioativos, por intermédio de equipamentos de controle remoto, localizados num compartimento diferente e absolutamente estanque.
- Paredes Estanques Dotadas de Visores e com aberturas protegidas por luvas impermeáveis permitem que operadores manipulem produtos biológicos com elevados potenciais de contaminação, localizados em outro compartimento estanque.

8. Incremento da Automatização e da Robotização

A revolução tecnológica dos tempos atuais, o incremento da competitividade industrial e o crescente desenvolvimento dos programas de qualidade total, intensificaram as exigências relacionadas com a velocidade do fluxo de operações e com os níveis de precisão. Em consequência, os estreitos limites da máquina humana foram ultrapassados.

Em função desta evolução tecnológica, o processo de automação e de robotização foi intensificado. O incremento deste processo está contribuindo para:

- ♦ aumentar a velocidade do fluxo e o nível de precisão das operações;
- ♦ aumentar a produtividade e a produção;
- ♦ melhorar a qualidade final dos produtos industrializados;
- ♦ reduzir o desperdício de insumos, em função de erros de metrologia;
- ♦ reduzir a incidência de erros humanos e de acidentes de trabalho;
- ♦ reduzir o volume da força-de-trabalho empregada no setor industrial;

- ♦ incrementar a necessidade de recursos humanos com elevados níveis de especialização e de escolaridade;
- ♦ valorizar os recursos humanos com elevados níveis de qualificação.

As consequências sociais desta revolução são extremamente dramáticas e desconcertantes:

- ♦ o chamado antagonismo histórico entre o capital e o trabalho está sendo substituído por uma relação de parceria;
- ♦ a estruturação da sociedade em camadas horizontais está sendo questionada e é cada vez maior a percepção de que as sociedades modernas se organizam em “pilares.

Nestas condições, as Câmaras Corporativas, aliadas aos grupos de pressão, estão assumindo uma maior importância socioeconômica e política em detrimento dos grandes sindicatos e das confederações das classes produtoras.

É possível que, com o crescimento da evolução tecnológica, a classe assalariada seja substituída por uma corporação de sócios da produtividade e que ressurgam corporações semelhantes às dos artesãos, que dominaram a estrutura social da Idade Média.

♦ **Redução das Vulnerabilidades Ambientais**

Numerosas indústrias que manipulam produtos perigosos caracterizam-se por possuírem um elevado potencial de poluição e de contaminação ambiental e, em consequência, degradam os ecossistemas e deterioram os recursos materiais.

Como os recursos materiais são finitos, é importante que a sociedade se conscientize da importância estratégica dos mesmos e imponha o conceito de desenvolvimento sustentável e responsável.

Em consequência, as medidas de descontaminação ambiental devem ser estudadas com grande antecipação todas as vezes em que se planeje a implementação de um novo processo ou planta industrial.

Compete ao Estado compulsar as pessoas físicas e jurídicas relacionadas com a direção das empresas potencialmente poluidoras a aderirem a esta mentalidade.

É importante ter sempre presente que os resíduos sólidos, os efluentes líquidos e os gases e elementos particulados resultantes das atividades industriais podem ser inflamáveis e, nestas condições, podem causar incêndios com elevados níveis de risco de poluição ambiental, com especial atenção para a poluição atmosférica.

Ao se planejar a redução destes riscos, duas atividades gerais devem ser consideradas prioritariamente:

- ♦ a Reciclagem
- ♦ a Autodepuração e Biodegradação

A filosofia da reciclagem se baseia no princípio de que aquilo que é um resíduo sem utilidade, para uma indústria determinada, pode transformar-se num insumo importante para uma outra atividade agrícola ou industrial. A reciclagem não pode ser improvisada, mas planejada em detalhe, por depender de processo de coleta seletiva, que só são viáveis quando arquitetados com grande antecipação.

A natureza preserva seu equilíbrio dinâmico, por intermédio de processos naturais de autodepuração, que utilizam a biodegradação para “limpar” o ambiente. A biodegradação caracteriza-se pela decomposição de produtos lançados no meio ambiente, por intermédio da ação de sistemas biológicos integrados. Os produtos biodegradáveis são degradados e metabolizados pelos sistemas biológicos e integrados à cadeia vital de alimentos e, por esse motivo, não apresentam tendência para se acumular no meio ambiente, acima de limites aceitáveis.

Os resíduos sólidos da produção industrial são depositados em corpos de bota-fora, que devem ser bem localizados e isolados de áreas sensíveis e muito bem manejados, a fim de que causam o mínimo de prejuízo às áreas adjacentes.

Os efluentes líquidos devem ser conduzidos para bacias de contenção, que também devem ser bem localizadas e distanciadas de corpos de água sensíveis à contaminação. Nas bacias de contenção os efluentes líquidos são depurados e tratados e somente a água tratada retorna do ciclo de aproveitamento integrado da natureza.

♦ **Estudo dos Métodos de Descontaminação Atmosférica**

A utilização do fogo nos processos industriais é freqüente e justifica um estudo mais aprofundado dos equipamentos utilizados na área industrial para reduzir a poluição atmosférica.

Em princípio, são utilizados para reduzir a poluição atmosférica, os seguintes equipamentos:

- ♦ câmaras de precipitação ou coletores gravitacionais;
- ♦ coletores centrífugos ou ciclones;
- ♦ coletores Unidos
- ♦ filtros de carvão ativado, sílica-gel e de outros materiais
- ♦ filtros eletrostáticos

1. Câmaras de Precipitação ou Coletores Gravitacionais

Estas câmaras são planejadas para que, no seu interior, a velocidade do fluxo das emissões gasosas seja substancialmente reduzida, facilitando a deposição de elementos particulados no interior das mesmas.

Nestas condições, estas câmaras funcionam como equipamentos pré-coletores de partículas mais pesadas e são freqüentemente arquitetadas em queimadores de carvão, indústrias refinadoras de metais e indústrias de alimentos.

Equipamentos semelhantes são utilizados nos aviões a jato, para aumentar o emprego final dos motores e para reduzir a poluição atmosférica.

2. Coletores Centrífugos ou Ciclones

Estes coletores inerciais imprimem um movimento circular aos gases que fluem no seu interior, provocando o movimento descendente das partículas sólidas de menor peso, que circulam pela área central do equipamento, em consequência da inércia.

Por serem simples, de baixo custo e pouco influenciados pelas altas temperaturas dos gases ou escapamento, estes equipamentos são largamente empregados em plantas industriais.

No entanto, por apresentarem riscos de abrasão e de entupimento e por serem pouco eficientes na retenção de elementos microparticulados, é desejável que estes equipamentos sejam precedidos por pré-coletores.

3. Coletores Unidos

Nestes equipamentos, os gases que fluem carreando material particulado são forçados a circular através de nuvens de água finamente pulverizadas, que recolhem as partículas sólidas de dimensões microscópicas e os gases solúveis na água os quais são retidos nas câmaras de coleta.

Estes coletores são largamente empregados e apresentam as seguintes vantagens:

- ♦ coletam, a um só tempo, gases solúveis e elementos particulados;
- ♦ dissolvem as partículas e os gases solúveis, que são conduzidos para as câmaras coletoras de água;
- ♦ resfriam os gases aquecidos e exercem atividades de pré-escapamento,
- ♦ permitem a captação de gases e vapores corrosivos;
- ♦ evitam os riscos de explosões provocados por gases e elementos particulados, em processo de combustão.
- ♦ são de pequenas dimensões e apresentam baixos custos de instalação e de operação.

No entanto, há que destacar as seguintes desvantagens apresentadas por estes coletores:

- ♦ necessitam de leitos de sedimentação, para facilitar o depósito de partículas insolúveis;
- ♦ provocam aumento dos efluentes líquidos;
- ♦ consomem mais água e energia;
- ♦ provocam elevadas taxas de evaporação da água, quando contactam com gases superaquecidos;
- ♦ partículas submicroscópicas não molháveis não são coletadas;
- ♦ apresentam elevadas taxas de corrosão.

4. Filtros de Carvão Ativado, Sílica-gel e de outros Materiais

O fluxo dos gases forçado através de um meio poroso permite a retenção de elementos particulados.

Dentre as vantagens do processo, há que ressaltar:

- ♦ o elevado grau de eficiência do equipamento
- ♦ a maior resistência à corrosão

Dentre as desvantagens do processo, há que ressaltar:

- ♦ os custos elevados e as grandes dimensões do equipamento;
- ♦ a necessidade de substituir o material poroso a intervalos regulares;
- ♦ a menor resistência dos filtros às temperaturas elevadas

Todas estas desvantagens são reduzidas quando estes equipamentos são precedidos por pré-coletores.

5. Filtros Eletrostáticos

Nestes precipitadores o fluxo de gases é direcionado para uma câmara de ionização eletromagnética, com elevado gradiente eletrostático, onde as partículas são ionizadas e carregadas de eletricidade.

Numa segunda fase, estes gases atravessam uma área bipolarizada, onde as partículas ionizadas são atraídas pelos pólos de cargas contrárias, onde são retidas por membranas porosas.

Estes coletores, embora sejam muito caros e de elevados custos operacionais, podem reduzir, em mais de 98%, os riscos de contaminação do ar provocados por elementos particulados.

♦ Redução das Vulnerabilidades dos Recursos Humanos

Os recursos humanos são o patrimônio mais importante das empresas e, por este motivo, devem ser preservados e valorizados, a qualquer custo. Em consequência é imperativo que se proteja a força-de-trabalho das empresas, contra riscos de traumatismos e de outros agravos à saúde e contra a incidência das chamadas doenças profissionais.

Estas atividades de cunho preventivo, relacionadas com a redução das vulnerabilidades dos recursos humanos, são conduzidas pela comissão Interna de Prevenção de Acidentes – CIPA – que é apoiada tecnicamente por profissionais das áreas de engenharia de segurança e de medicina do trabalho.

A CIPA é constituída por representantes da área patronal, da força-de-trabalho e não deve ser considerada como um órgão burocrático, mas como um colegiado, com características messiânicas e que elege como o objetivo básico e primordial de sua atuação:

- ♦ Programar, implementar e fiscalizar atividades e atitudes mentais relacionadas com a segurança do trabalho e com a prevenção de acidentes.

Cada acidente de trabalho que aconteça, deve ser considerado como uma derrota da CIPA, que deve examinar detidamente suas causas determinantes e promover medidas, para que o mesmo não se repita.

A Segurança do trabalho é um disciplina técnica que tem por objetivo primordial:

- ♦ reconhecer, avaliar, prevenir e minimizar os riscos de acidentes e de doenças profissionais, relacionadas com o ambiente e com as condições de

trabalho, com a finalidade de garantir a higidez e a incolumidade dos recursos humanos.

De uma forma bastante resumida, a segurança do trabalho, objetivo primordial da CIPA, se ocupa da:

- ♦ redução dos acidentes de trabalho e da incidência de doenças profissionais;
- ♦ segurança e salubridade do ambiente ocupacional;
- ♦ disciplina e motivação da força de trabalho para cumprir os procedimentos de segurança estabelecidos, com especial atenção para o uso obrigatório dos equipamentos de segurança.

A medicina do trabalho ocupa-se da prevenção de doenças profissionais e dos acidentes de trabalho e de outros agravos à saúde e, numa segunda fase, da redução dos efeitos adversos causados por estes problemas.

A engenharia de segurança é responsável pelo planejamento das medidas estruturais e não-estruturais, das Normas e dos Procedimentos Padronizados –PP – que tenham por finalidade:

- ♦ incrementar os índices de segurança do ambiente ocupacional;
- ♦ otimizar o desempenho da força-de-trabalho relacionado com a garantia dos níveis de segurança;
- ♦ reduzir a incidência dos acidentes de trabalho e dos desastres tecnológicos.

Dentre as principais atribuições da engenharia de segurança, há que destacar:

- ♦ o estudo e a especificação das necessidades de equipamentos de segurança individual e coletiva destinadas à proteção da força-de-trabalho;
- ♦ o estabelecimento de normas e procedimentos padronizados, com o objetivo de garantir elevados padrões de segurança industrial durante a fase operacional;
- ♦ a fiscalização da correta aplicação dos procedimentos padronizados e normas de segurança, por parte de toda a força-de-trabalho e, quando for o caso, determinar a necessidade de reciclagem e de treinamento em serviço, para manter os níveis de segurança exigidos;
- ♦ a fiscalização do uso obrigatório dos equipamentos de segurança;
- ♦ a colaboração com a prevenção das enfermidades profissionais e dos acidentes de trabalho, arquitetando ambientes ocupacionais salubres, seguros e que ajudem os órgãos dos sentidos;

- ♦ a estruturação de equipamentos de drenagem e de exaustão, filtragem e renovação do ar ambiental.

Há que planejar também um bom sistema de comunicação visual:

- ♦ os focos de risco devem ser claramente sinalizados;
- ♦ os procedimentos de segurança e o uso obrigatório de equipamentos de segurança devem ser constantemente recordados;
- ♦ as vias de evacuação, em situação de emergência, devem ser claramente sinalizadas;
- ♦ da mesma forma, devem ser claramente sinalizados os locais onde os extintores de incêndio e os hidrantes são localizados.

As enfermidades profissionais são aquelas que são induzidas pelo ambiente ocupacional e pelas condições de trabalho e a prevenção das mesmas depende:

- ♦ do planejamento do ambiente ocupacional dentro de condições ideais de salubridade;
- ♦ de uma política bem elaborada de prevenção de acidentes de trabalho e de riscos de intoxicações exógenas agudas ou crônicas;
- ♦ de uma política de proteção dos órgãos sensoriais contra cores berrantes e elevados índices de luminosidade e de fagulhas, de níveis elevados de ruídos e de odores nocivos, que possam provocar alterações funcionais ou lesões anatômicas dos órgãos dos sentidos;
- ♦ de uma política de proteção das mãos, dos órgãos locomotores e das mãos contra traumatismos;
- ♦ de exames médicos de admissão e periódicos muito bem conduzidos e direcionados para garantir a higidez dos efetivos e para reduzir os riscos de doenças profissionais e de acidentes de trabalho.

Compete também do Serviço de Medicina do Trabalho planejar as medidas de assistência médica, em condições emergenciais, definir os recursos médicos e programar o treinamento do pessoal de saúde responsável pelo atendimento médico emergencial.

NÚMERO V INCÊNDIOS EM EDIFICAÇÕES COM GRANDES DENSIDADES DE USUÁRIOS

CODAR – HT.ED/21.405

1. Caracterização

As edificações com grandes densidades de usuários, como grandes centros comerciais, supermercados, centros médicos, hospitais, hotéis, edifícios de escritórios, estádios e outros centros esportivos, teatros, cinemas, danceterias e outros centros de lazer estão sujeitos a incêndios que se caracterizam pela grande intensidade de danos humanos e, em menor escala, de danos materiais.

O pânico, que costuma se estabelecer, quando estes sinistros acontecem nos horários em que o número de usuários é elevado, concorre para agravar os danos humanos.

No caso específico de hotéis, hospitais e de asilos de idosos, estes sinistros costumam ser mais perigosos nos horários noturnos, quando os dispositivos de vigilância são relaxados.

Como em condições de sinistros, o principal ponto de estrangulamento destas edificações são as vias de fuga e evasão, é indispensável que o planejamento das mesmas seja considerado, com grande prioridade.

Por todos estes fatores condicionantes, as edificações com grandes densidades de usuários exigem um:

- ♦ planejamento preventivo minucioso e bem elaborado;
- ♦ planejamento de contingência compatível com as hipóteses de desastres e que deve ser testado e aperfeiçoado, em exercícios simulados;
- ♦ programa de preparação para emergências e desastres bem elaborado, permitindo o treinamento antecipado das equipes operativas, que atuarão em circunstâncias de desastres.

2. Causas

Uma boa abordagem, para facilitar o estudo das causas de incêndio, é realizada a partir da análise do Tetraedro de fogo, nas condições dos cenários estudados, considerando , em cada caso:

- ♦ a carga combustível
- ♦ a carga comburente
- ♦ as possíveis causas de ignição, centelhamento e geração de calor
- ♦ a reação exotérmica em cadeia

- ♦ Ao examinar a carga combustível, é importante que se considere:
 - ♦ os materiais celulósicos e resinosos, como panos, papéis, cortinas, móveis, divisórias de madeira, que, sempre que possível devem ser reduzidos e tratados com compostos químicos retardantes do fogo;
 - ♦ o consumo de combustíveis líquidos, que costuma ser restrito às áreas de caldeiras;
 - ♦ o consumo de combustíveis gasosos, que costuma ser elevado nas áreas de cozinha, de copa e de lanchonetes e restaurantes, muitas vezes concentrados em áreas de alimentação;

No caso dos combustíveis gasosos, os sistemas de suprimento centralizados, com a distribuição realizada, por intermédio de tubulações, é mais seguro que os descentralizados, com distribuição a granel, por intermédio de botijões de gás.

No caso de distribuição centralizada, é importante que as tubulações transportadoras de gases combustíveis sejam:

- ♦ claramente sinalizadas, com códigos de cores;
- ♦ absolutamente estanques
- ♦ inacessíveis ao público e facilmente acessíveis às equipes de inspeção e de manutenção;
- ♦ monitorizadas em condições de detectar quedas de pressão ou de velocidade de fluxo, por problemas de vazamentos.

Caso os espaços, por onde correm as tubulações de combustíveis, sejam ventilados, a constante renovação do ar impede a acumulação de bolsões de combustíveis nestas áreas.

♦ Exame da Carga Comburente

No caso específico dos hospitais, há que recordar as tubulações de oxigênio e de ar comprimido, cujos vazamentos podem concorrer para incrementar os incêndios. Nestes casos são válidos para as tubulações de comburentes as mesmas cautelas apontadas para as tubulações de combustíveis. Além disto, há que distanciar os dois sistemas de tubulações.

Na arquitetura da circulação vertical das edificações, há que considerar o efeito Venturi ou Chaminé, segundo o qual, os gases aquecidos tendem a se elevar com grande velocidade. Este efeito, além de facilitar a propagação dos incêndios, para os pavimentos mais elevados, dificulta a circulação de pessoas, em sentido vertical, caso estas vias não tenham sido planejadas com grande antecipação.

É bom recordar que escadas com espaços vazados contínuos, em sua área central, funcionam como chaminés, provocando a ascensão de labaredas e de gases em combustão e impossibilitando a evacuação de pessoas dos andares mais elevados.

♦ Exame das Causas de Ignição, Centelhamento e Geração de Calor

No Brasil, a grande maioria dos incêndios não intencionais, que ocorrem em edificações, origina-se na rede elétrica e relaciona-se com:

- ♦ incorreções no planejamento e na instalação das redes e sub-redes elétricas;
- ♦ acréscimos indevidos e não planejados na carga de consumo;
- ♦ manutenção deficiente das redes de energia.

Em consequência, é necessário que se crie uma mentalidade de vigilância e que as fiscalizações das redes elétrica, com o objetivo de detectar problemas relacionados com riscos de geração de incêndios sejam freqüentes.

3. Ocorrência

Incêndios em edificações com grandes densidades de usuários ocorrem, com relativa freqüência, em praticamente todos os países do mundo e repercutem na imprensa mundial, em função dos elevados índices de morbidade e de mortalidade que apresentam.

Os incêndios que ocorrem em hospitais, asilos de idosos e hotéis costumam ser muito graves, em função de possíveis dificuldades de evacuação.

Os sinistros que ocorrem em grandes centros comerciais, teatros, cinemas, danceterias e outras áreas com grandes densidades de usuários costumam agravar-se, em função das explosões de pânico, que aumentam a ocorrência de traumatismos graves.

O planejamento das vias de fuga e evasão e a clara sinalização das mesmas, contribuem para reduzir a incêndios de danos humanos em circunstâncias de desastres.

Nestes casos específicos, os planos de contingência e os exercícios simulados devem priorizar a rápida e ordenada evacuação das instalações. A freqüente organização de exercícios simulados, nestas instalações, contribui para a redução do pânico.

Evidentemente, a prontidão das medidas de combate ao fogo, nos momentos iniciais do incêndio, concorre para a redução da intensidade dos sinistros.

4. Principais Efeitos Adversos

Os principais efeitos adversos dos incêndios ocorridos em edificações com grandes densidades de usuários relacionam-se com:

- ♦ a intensa produção de energia calórica provocada pelo processo combustivo;
- ♦ os efeitos mecânicos provocados pelos processos explosivos;
- ♦ o pânico, que costuma ser freqüente nestas condições;
- ♦ os efeitos asfixiantes da fumaça que podem provocar a perda da consciência das pessoas.

Nestas circunstâncias, o número de pessoas asfixiadas pela fumaça, queimadas e traumatizadas pelos efeitos mecânicos das explosões soma-se aos traumatizados, em consequência do pânico.

Os danos humanos são sensivelmente reduzidos quando as explosões são evitadas, o pânico é controlado e a evacuação das instalações ocorre de forma disciplinada e sem atropelos, por vias de fugas seguras.

5. Monitorização, Alerta e Alarme

Os chamados “edifícios inteligentes” devem ser encarados como uma necessidade relacionada com a segurança de seus usuários e não como um luxo supérfluo.

Os edifícios inteligentes, são assim chamados porque foram planejados e arquitetados para funcionarem como grandes organismos integrados. Esta condição só é possível quando se planeja um sistema de monitorização, que funciona como sistemas nervosos de seres vivos complexos dotados de sensores periféricos, vias de comunicações aferentes, centros integradores de informações, vias de comunicações eferentes e órgãos efetores de respostas articuladas.

É evidente que, quanto mais integrado for o sistema de monitorização, alerta e alarme instalado no edifício, mais elevado será o seu nível de segurança.

Nos centros de integração, os dados captados nos sensores periféricos são comparados com um repertório de informações, relativas aos parâmetros de normalidade, previamente armazenados, com a finalidade de:

- ♦ identificar desvios significantes dos parâmetros de normalidade;
- ♦ definir tendências evolutivas nos processos monitorizados;
- ♦ articular respostas sistêmicas adequadas, com o objetivo de restabelecer o equilíbrio dinâmico dos sistemas monitorizados.

O sistema de monitorização de incêndios, que já foi descrito nos desastres anteriormente estudados neste Título é constituído por:

- ♦ sensores periféricos de ar ionizado, chama, intensificação do calor e da fumaça;
- ♦ dispositivos periféricos de alarme acionado manualmente;
- ♦ dispositivos de alarme que são disparados automaticamente, todas as vezes que um equipamento de combate ao fogo for acionado;
- ♦ terminais telefónicos privilegiados que permitem a rápida transmissão dos avisos de alarme, para a central telefónica e da central telefónica para os órgãos responsáveis pelo combate ao sinistro;
- ♦ câmaras de televisão que permitem uma vigilância constante das áreas sensíveis, inclusive das áreas de circulação da edificação;
- ♦ órgão central do sistema de monitorização, alerta e alarme, que funciona acoplado ao centro de informações;
- ♦ painel central dotado de dispositivos de alarme visuais e sonoros, que a permitem a imediata localização da área que deu origem ao sinal de alerta.

6. Medidas Preventivas

O planeamento preventivo relacionado com sinistros em edificações com grandes densidades de usuários deve enfatizar a organização de:

- ♦ sistemas automatizados de monitorização, alerta e alarme;
 - ♦ sistemas de circulação de coisas e de pessoas, em sentido horizontal e vertical, com áreas de refúgio estanques e bem protegidas, que facilitem a fuga e a evasão de pessoas em risco, em circunstâncias de sinistros;
 - ♦ sistema de prevenção e de limitação de incêndios e de explosões;
 - ♦ sistemas de combate aos incêndios;
 - ♦ brigadas anti-sinistros
- ♦ Como os sistemas de monitorização, alerta e alarme já foram estudados no item anterior, é dispensável rerepresentar o assunto.

♦ Sistemas de Circulação Horizontal e Vertical

Quando da definição da planta física da edificação, as vias de fuga, com características de áreas de refúgio, devem ser estudadas com grande prioridade, para atender as hipóteses de incêndio.

Vias alternativas de fuga devem ser previstas, em função das diferentes hipóteses de localização dos focos de incêndio. Estas vias de fuga devem ser corretamente dimensionadas e sinalizadas, bem protegidas e estanques para permitir que a evasão ocorra sem tumultos e sem atropelos.

Em edificações constituídas com vários patamares, o planejamento da distribuição das unidades funcionais deve ser realizado de forma a concentrar as áreas mais densamente utilizadas por usuários, nos patamares mais baixos.

Da mesma forma, nos hospitais, as unidades responsáveis pelo tratamento dos pacientes com maiores dificuldades de deambulação, são localizadas nos patamares mais baixos.

Como no caso de incêndios, o uso de elevadores é vetado, é absolutamente necessário que sejam planejadas e arquitetadas escadas enclausuradas de incêndio, em condições de facilitar a evacuação das pessoas em sentido vertical.

As escadas enclausuradas são equipamentos construtivos obrigatórios nos edifícios altos e nas edificações com grandes densidades de usuários. Arquitetadas como áreas de refúgio, estas escadas são precedidas por antecâmaras dotadas de portas corta-fogo, com o objetivo de garantir o máximo de estanqueidade e impedir que a área da escada seja invadida por fumaças, labareda, gases aquecidos e outras emanações perigosas, como o dióxido de carbono.

Na construção das escadas enclausuradas deve ser vetado o uso de:

- ♦ materiais celulósicos e resinosos e de outros produtos facilmente combustíveis;
- ♦ metais e outros produtos, que sejam bom condutores de calor.

Ao se planejar a circulação horizontal e vertical, é absolutamente indispensável que todas as portas se abram no sentido do fluxo de fuga e, em nenhuma hipótese, ao contrário.

De acordo com as normas de segurança, ao se arquitetar e planejar uma escada enclausurada, deve-se prever:

- ♦ construção de uma caixa vertical, com estrutura e paredes reforçadas, a qual é planejada e calculada de forma totalmente independente do restante da estrutura de sustentação da edificação;
- ♦ estanqueidade total e absoluta entre a área de circulação vertical e os diversos pavimentos da edificação;

- ♦ ausência de vão central, para não permitir a ascensão concentrada de gases aquecidos e de labaredas, em caso de incêndio, como consequência do efeito Venturi ou Chaminé. Escadas com vão central são os lugares mais quentes dos edifícios, em caso de incêndios; e comunicam os incêndios entre os pavimentos;
- ♦ a elevação de paredes mais espessas de material incombustível e pouco condutor de calor;
- ♦ sistemas de exaustão de fumaças e de outras emanações gasosas e de ventilação para manter o ar respirável;
- ♦ sistemas de iluminação autônomos e dotados de luzes amarelas, para garantir a visibilidade, mesmo que o ambiente seja invadido por fumaça;
- ♦ circuitos de energia autônomos, independentes e bem protegidos, em condições de garantir o funcionamento dos exaustores, ventiladores, luminárias e outros equipamentos, em circunstâncias de desastres;
- ♦ degraus amplos, sem perigosos estreitamentos nas partes internas dos lances de escadas, os quais devem ser separados por amplos patamares. Evidentemente, os degraus devem ser antiderrapantes e, em nenhuma hipótese, devem ser construídos com materiais bom condutores de energia calórica.

Os corredores de circulação horizontal também devem ser estanques e muito bem sinalizados, para facilitar a evacuação.

♦ **Sistema de Prevenção e de Limitação de Incêndio**

Ao se planejar uma edificação com grande densidade de usuários há que se pensar em reduzir ao máximo a(s), o(s):

- ♦ carga combustível;
- ♦ carga comburente;
- ♦ fontes de centelhamento e de chamas;
- ♦ mecanismos de bloqueio das reações exotérmicas em cadeia.

Como as medidas de redução das cargas combustíveis e de comburentes e das fontes de centelhamento já foram suficientemente debatidas nos itens e títulos anteriores, neste item uma especial atenção será dada aos mecanismos de bloqueio do processo combustivo.

Todas as vezes que se pensa em bloquear o processo combustivo, há que se planejar a(s):

- ♦ nucleação dos focos de riscos de incêndios;
- ♦ estruturas de bloqueio dos sinistros;
- ♦ compartimentação dos possíveis focos de sinistros

Quanto mais bem compartimentados forem os pavimentos, menores serão os riscos de generalização dos sinistros.

♦ **Sistema de Combate aos Incêndios**

Os sistemas de combate aos incêndios são constituídos por um Subsistema de:

- ♦ monitorização, alerta e alarme;
- ♦ hidrantes;
- ♦ extintores portáteis.

O subsistema de monitorização, alerta e alarme contra incêndios já foi suficientemente desenvolvido e não há necessidade de apresentar novas idéias sobre o assunto.

♦ **Subsistema de Hidrantes**

De acordo com o Regulamento de Tarifas de Seguro Incêndio no Brasil, os hidrantes são distribuídos pela parte interna e externa da edificação e a quantidade e a distribuição dos mesmos deve ser cuidadosamente planejada, em função dos estudos de riscos destes sinistros.

A localização dos hidrantes é planejada para:

- ♦ facilitar o acesso e a operação dos mesmos;
- ♦ impedir que os operadores sejam bloqueados pelo fogo, ou atingidos por escombros

Como já foi esclarecido, as caixas de hidrantes são dotadas de mangueiras, esguichos, requintes, chaves de união e chave para abrir a válvula do hidrante, cujas principais características são estabelecidas pelo RTISB em função da classe de risco avaliada.

No caso das secções de mangueira, o comprimento, o diâmetro e a resistência à pressão são estabelecidos pelo RTISB e os requintes e esguichos devem ser indeformáveis e incorrosíveis, em condições normais de armazenamento e operação.

As tubulações que conduzem a água aos hidrantes devem ser de aço galvanizado, aço preto ou cobre e somente as tubulações subterrâneas podem ser constituídas de PVC reforçado. Caso as tubulações se intercomunique, deverá haver a possibilidade de isolá-las, por intermédio de registros. As pressões e os volumes medidos nos requintes dos hidrantes, que apresentarem condições de operações menos favoráveis, devem ser compatíveis com o estabelecido no RTISB.

Os reservatórios elevados e subterrâneos devem preencher os seguintes requisitos:

- ♦ serem estanques, com paredes lisas e protegidas contra infiltrações, deformações e deteriorações;
- ♦ disporem de indicadores de nível facilmente visíveis;
- ♦ serem dotados de dispositivos de descarga ou "ladrões"
- ♦ serem fechados com tampa e disporem de dispositivos que facilitem a inspeção.

Os reservatórios elevados devem:

- ♦ dispor de pára-raios, responsáveis pela proteção contra descargas elétricas atmosféricas;

- ♦ ter capacidade para garantir o suprimento de água, a plena carga, durante, no mínimo, 30 minutos;
- ♦ ter uma altura suficiente para garantir a pressão de funcionamento nos requintes dos hidrantes situados nos pavimentos mais elevados.

Os reservatórios subterrâneos devem ser de muito grande capacidade e terem condições de alimentar os reservatórios elevados e de garantir a pressão de funcionamento nos hidrantes, por intermédio de conjuntos moto-bombas que lhes são acoplados. Todas as vezes que o conjunto moto-bomba for acionado, o sistema de alarme é disparado. Nestes reservatórios são previstos um ou mais pontos de ligação, em locais de fácil acesso, para permitir o abastecimento de água, a partir de grandes viaturas cisternas do corpo de bombeiros.

Cada ponto de ligação deve ter um registro de recalque com, no mínimo, duas entradas, com 63 milímetros de diâmetro, providas de engate do corpo de bombeiros.

♦ **Subsistema de Extintores**

Os agentes extintores previstos para estas edificações são os de:

- ♦ gás carbônico
- ♦ pó químico
- ♦ espuma
- ♦ água-gás

A seleção dos agentes extintores, para uma determinada área, depende dos seguintes fatores:

- ♦ natureza do fogo a extinguir;
- ♦ produto mais recomendado para a extinção do fogo;
- ♦ quantidade de equipamento calculada para cada unidade extintora.

O número mínimo de extintores portáteis, por unidade extintora, varia em função da capacidade de extinção de fogo planejada para a mesma.

Em função da natureza do fogo a extinguir, é que são escolhidos os agentes extintores de cada unidade extintora.

A área máxima de proteção de uma unidade extintora depende de sua capacidade de extinção e do risco a proteger. Em nenhuma hipótese, deve ser programada uma unidade extintora para cobrir dois pavimentos.

Os locais onde são fixados os equipamentos extintores devem ser bem sinalizados e facilmente reconhecíveis.

- ♦ as paredes do local devem ser pintadas com círculos e setas vermelhas, com bordas amarelas;
- ♦ as colunas devem ser pintadas, da forma descrita, em todas as suas faces;
- ♦ os pisos sob os aparelhos também são pintados com as mesmas cores.

Os extintores não devem ser fixados em escadas e a parte mais elevada dos mesmos não deve ultrapassar de 1,70m a partir do solo.

♦ **Organização das Brigadas Anti-Sinistro**

As Brigadas anti-sinistro são constituídas por três grupamentos especializados:

- ♦ grupamentos de combate aos sinistros;
- ♦ grupamento de busca e salvamento responsável pela evacuação;
- ♦ grupamento de atendimento pré-hospitalar.

As brigadas são adestrados em conjunto e o Corpo de Bombeiros Militares tem condições de cooperar com o treinamento das mesmas.

Ao término do treinamento, todos os integrantes da Brigada devem estar aptos para:

- ♦ utilizar corretamente todos os tipos de equipamentos de combate aos sinistros existentes na edificação;
- ♦ administrar os primeiros socorros e encaminhar as vítimas para que continuem o tratamento emergencial;
- ♦ transportar feridos em macas ou utilizando recursos adaptados;
- ♦ conduzir o pessoal a ser evacuado, pelas vias de fuga estabelecidas;
- ♦ desencadear o plano de contingência da instalação, quando necessário.

♦ **Competências Específicas do Grupamento de Combate aos Sinistros**

- ♦ Desencadear o alarme e o plano de mobilização da Brigada, quando necessário.
- ♦ Acionar o Corpo de Bombeiros Militares e a Defesa Civil.
- ♦ Retirar materiais combustíveis das proximidades dos focos de desastres.

- ♦ Iniciar o combate ao sinistro, de acordo com o planejado, e utilizando todos os equipamentos disponíveis de combate ao fogo.
- ♦ Acionar sistemas de segurança e de alívio, inclusive válvulas de segurança bloqueadoras do fluxo de combustíveis e de comburentes.
- ♦ Relatar aos bombeiros as circunstâncias do sinistro e as providências em curso, no momento da chegada do Destacamento.
- ♦ Apoiar e reforçar os bombeiros militares, quando os mesmos assumirem as responsabilidades pelo combate ao sinistro.
- ♦ Cumprir outras missões que lhes forem atribuídas.

O combate aos sinistros se fundamenta no princípio do objetivo, segundo o qual **Todo o esforço de combate ao fogo deve ser concentrado no foco do sinistro, caracterizado como o objetivo principal a ser conquistado e mantido.**

♦ **Competências Específicas do Grupamento de Busca e Salvamento Responsável pela evacuação**

- ♦ Conduzir e orientar a evacuação de todo o pessoal que não estiver empenhado em missões de combate ao sinistro, por eixos de evacuação estabelecidos e sinalizados previamente.
- ♦ Buscar e salvar todas as pessoas em risco que não conseguiram ser evacuadas nos primeiros instantes.
- ♦ Transportar em macas todas as pessoas impossibilitadas de se locomoverem por seus próprios meios.
- ♦ Impedir que pessoas desavisadas tentem escapar utilizando-se de elevadores.
- ♦ Bloquear as áreas de riscos intensificados, impedindo o retorno de pessoas evacuadas, sob qualquer pretexto.
- ♦ Manter abertas as vias de acesso ao local do sinistro, para os trens de combate ao sinistro do Corpo de Bombeiros.
- ♦ Evacuar os veículos dos estacionamentos localizados próximos das edificações sinistradas.
- ♦ Auxiliar na prestação dos primeiros socorros.
- ♦ Apoiar e reforçar os demais grupamentos e desempenhar outras missões que lhes forem atribuídas.

♦ **Competências do Grupamento de Atendimento Pré-Hospitalar – APH**

- ♦ Ministrar o APH aos pacientes vitimados pelo desastre.
- ♦ Fixar os pacientes que não deambulam em macas e transportá-los para os postos de socorro.
- ♦ Instalar colar cervical em todos os pacientes dos quais se suspeite traumatismos acima da linha das clavículas.
- ♦ Proteger os ferimentos, estancar a hemorragia e reduzir os quadros dolorosos.
- ♦ Proceder à reanimação cardiorrespiratória e manter a ventilação pulmonar dos pacientes que tiveram parada cardiorrespiratória.
- ♦ Proceder à imobilização temporária de todos os pacientes suspeitos de fraturas.
- ♦ Colocar sob ducha de água, pelo prazo de 115 minutos, todos os pacientes suspeitos de contato com produtos tóxicos, através da pele e das mucosas.
- ♦ Proceder à lavagem ocular, pelo prazo de 15 minutos, todas as vezes que os olhos forem atingidos por produtos perigosos.
- ♦ Providenciar sobre a continuidade do tratamento dos pacientes nos hospitais de apoio, encaminhando às unidades especializadas aqueles que necessitarem.
- ♦ Desempenhar outras missões que lhes forem atribuídas.

DESASTRES HUMANOS DE NATUREZA TECNOLÓGICA RELACIONADOS COM PRODUTOS PERIGOSOS

CODAR HT.P/21.5

1. Introdução

Sob este título são estudados os desastres relacionados com produtos perigosos, envolvendo riscos de intoxicações exógenas, explosões, incêndios e riscos de contaminação com produtos químicos, biológicos e radioativos.

Estes desastres são classificados em:

- ♦ **desastres com meios de transporte**, com menção de riscos de extravasamento de produtos perigosos – CODAR HT.PMT/21.501;

- ♦ **desastres em plantas e distritos industriais**, parques e depósitos com menção de riscos de extravasamento de produtos perigosos – CODAR HT.PIQ/21.502;
- ♦ **desastres em meios de transporte**, plantas e distritos industriais e em parques ou depósitos, com menção de riscos de explosões – HT.PEX/21.503;
- ♦ **desastres** relacionados com o uso abusivo e descontrolado de agrotóxicos – HT.PAG/21.504;
- ♦ **desastres** relacionados com intoxicações exógenas em ambientes domésticos – HT.PAD/21.505;
- ♦ **desastres** relacionados com a contaminação de sistemas de água potável – HT.PCA/21.505;
- ♦ **desastres** relacionados com substâncias e equipamentos radioativos de uso em pesquisas, indústrias e usinas átomo elétricas – HT.PAE/21.508;

2. Conceitos Relacionados com Produtos Perigosos

Substância Perigosa

Denomina-se produto ou substância perigosa aquela que, por sua natureza ou pelo uso que o homem faz da mesma, pode representar riscos de danos humanos, ambientais ou materiais. Estas substâncias podem apresentar efeitos adversos de natureza inflamável, explosiva, corrosiva, cáustica, radioativa, tóxica ou biológica.

Substância Tóxica

É o produto ou substância que pode causar efeito nocivo aos organismos vivos, como resultado de interações químicas, quando entram em contato ou são absorvidas pelos mesmos.

Pesticidas

Termo genérico utilizado para designar produtos e substâncias usadas para controlar organismos vivos, vegetais ou animais, que sejam consideradas como daninhas para o homem e para as plantas e animais que lhes são úteis.

As formas de vida consideradas como prejudiciais ao homem e à agricultura compreendem as:

- ♦ pragas vegetais, como os fungos e as ervas daninhas;
- ♦ pragas, hospedeiros e vetores animais, como ratos, morcegos hematófagos, ofídios e outros animais peçonhentos, vermes, insetos, carrapatos, ácaros e outros.

Os pesticidas utilizados mediante receita e orientação agronômica, na agropecuária são denominadas praguicidas ou agrotóxicos.

Os praguicidas mais utilizados em campanhas de saúde pública e na agricultura são os seguintes: inseticidas, larvicidas, acaricidas, carrapaticidas, rodenticidas ou raticidas, fungicidas e herbicidas.

Toxicidade Geral

Como os pesticidas são produtos padronizados com a finalidade de extenuar organismos vivos (animais ou vegetais) nocivos ao homem, é inevitável que atuem como venenos e que apresentem um elevado potencial de toxicidade geral para o homem e para os animais e plantas úteis.

Na formulação dos pesticidas, também os solventes devem ser considerados como potencialmente tóxicos e perigosos.

Os produtos tóxicos podem ser absorvidos pelo organismo humano, por intermédio de:

- ♦ ingestão;
- ♦ inalação;
- ♦ contato direto com a pele, conjuntivas, mucosas e semimucosas;
- ♦ inoculação.

Os pesticidas e outros produtos e insumos tóxicos podem desencadear quadros de intoxicações exógenas:

- ♦ agudas, algumas das quais rapidamente fatais;
- ♦ crônicas e de evolução progressiva.

Alteração Ambiental

É conceituada como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas do meio ambiente, causada por quaisquer formas de matéria ou de energia, resultante de fenômenos naturais e principalmente de atividades humanas.

Estas alterações podem ocorrer de forma súbita, como a provocada pela brusca liberação de dioxina em Seveso – Itália, mas na grande maioria das vezes, ocorre de forma gradual, como na Baixada Santista e em numerosas áreas industriais do Hemisfério Norte.

Agente Nocivo

É conceituado como todo o agente que altera o meio ambiente e que pode:

- ♦ representar um risco significativo para a saúde individual ou coletiva de pessoas e dos demais seres;
- ♦ repercutir negativamente, mesmo que de forma indireta sobre a incolumidade das pessoas e do patrimônio ambiental, econômico e sócio-cultural.

Agente QBR ou NBQ

É o agente de natureza nuclear ou radiológica, química ou biológica, considerado como perigoso, e que pode ser liberado para o meio ambiente, em consequência de desastre tecnológico. Estes agentes podem ser utilizados intencionalmente por terroristas e no curso de operações militares, por estados pouco éticos. Existem exemplos recentes de uso de agentes QBR, contra minorias nacionais indefesas.

Agente Tópico

É considerado como qualquer substância ou produto perigoso que tenha efeito tóxico potencial sobre organismos vivos animais ou vegetais.

O efeito nocivo pode variar entre:

- ♦ danos funcionais;
- ♦ lesões anatômicas;
- ♦ morte, por inviabilização das condições vitais dos organismos afetados.

Despejos Perigosos

São considerados como perigosos, os despejos químicos, biológicos ou radiológicos que, por suas características físico-químicas, produzem efeitos nocivos de natureza tóxica, inflamável, explosiva, cáustica, corrosiva, biológica e radioativa sobre o meio ambiente e que, por esses motivos, representam riscos significativos para a saúde dos seres vivos e para a incolumidade das pessoas, do patrimônio e do meio ambiente.

Poluente

Corresponde a qualquer fator físico, químico ou biológico que altera, polui ou contamina o meio ambiente. Também caracteriza qualquer agente ou produto presente no meio ambiente, em concentrações que podem causar danos aos componentes do mesmo.

Os poluentes podem ser sólidos, líquidos ou gasosos e são considerados como:

- ♦ poluentes ou contaminante primário, quando é emitido a partir de uma fonte identificável;
- ♦ poluente ou contaminante secundário, quando resulta da reação química entre um dejetos e um agente preexistente no meio ambiente;
- ♦ poluente ou contaminante antropogênico, quando sua presença no meio ambiente, em concentrações perigosas, resulta de dejetos e de outras emissões humanas.

Produto Químico Persistente

É a substância ou produto químico que resiste aos processos naturais de depuração, como as reações oxidativas e outras atividades relacionadas com a biodegradação e que, por esses motivos tendem a se acumular no meio ambiente provocando, a longo prazo, graves prejuízos para a biosfera. Exemplos típicos de produtos químicos persistentes são os pesticidas organoclorados, como o DDT.

Resíduos

Material resultante de processos físicos, químicos ou biológicos, como combustão, destilação, filtração, evaporação, fermentação, destilação, espremedura e outros e que, no atual estágio de desenvolvimento tecnológico, ainda permanece sem aplicação no ciclo de produção e consumo.

Resíduos de Praguicidas

Correspondem a quaisquer substâncias específicas, presentes em alimentos, rações, produtos agrícolas e mananciais, como consequência do uso inadequado de praguicidas em agricultura. O termo inclui os praguicidas primários e os produtos derivados de sua metabolização, desde que tenham importância toxicológica, mesmo que potencial.

3. Conceitos Relacionados com a Vigilância Ambiental

Vigilância

Atividade ou sistema responsável pela medida, aferição e controle de parâmetros definidos como indicadores de riscos específicos.

Vigilância dos Fatores de Risco

Conjunto de ações relacionados com a identificação das características e dos aspectos situacionais, relacionados com fatores de riscos e com a monitorização das variáveis identificadas, com a finalidade de caracterizar situações de riscos que podem ser iminentes ou de curto prazo.

Vigilância Ambiental

Observação sistematizada, caracterizada pela identificação, medição, registro, comparação e interpretação das variáveis ambientais, realizada com objetivos específicos.

A vigilância ambiental compreende as seguintes ações gerais:

- ♦ observação, registro e medição sistemática dos agentes nocivos ao meio ambiente, nos seguintes compartimentos ambientais: ar, água, solo, habitação, ambiente de trabalho e também nos alimentos e outros produtos específicos;
- ♦ observação, registro e medição sistemática dos condicionantes macroambientais, com reflexos sobre os ecossistemas;
- ♦ análise, comparação, avaliação, interpretação e descrição das relações interativas entre as variações macroambientais dos ecossistemas e as medições dos agentes nocivos ao meio ambiente.

Vigilância e Segurança do Trabalho

Corresponde à aplicação da metodologia de vigilância das condições de trabalho, com a finalidade específica de garantir a saúde e a incolumidade dos recursos humanos.

No caso específico dos desastres tecnológicos, a vigilância das condições de segurança do trabalho tem por objetivo reduzir:

- ♦ os andantes de trabalho;
- ♦ as intoxicações exógenas agudas ou crônicas provocadas por produtos perigosos;
- ♦ as lesões pulmonares crônicas, como as pneumoconioses, provocadas pela constante inalação de poeiras em suspensão.

Limite de Controle

Indica um nível aceitável de exposição ambiental que, se excedido, implica em medidas necessárias ao restabelecimento da situação de normalidade.

Limite de Exposição

Indica o nível máximo de exposição aceitável para seres humanos, o qual não deve ser ultrapassado em nenhuma hipótese.

Nível Umbral

Concentração mínima de um determinado produto ou substância que, sob condições estritamente definidas altera a situação:

- ♦ de exposição máxima que não produz efeito adverso;
- ♦ para exposição mínima que produz efeitos adversos mensuráveis.

Norma de Emissão

Limite quantitativo imposto, por autoridade competente, a uma fonte de emissão ou descarga de produto perigoso.

Norma de Qualidade Ambiental

Conjunto de requisitos estabelecidos para garantir uma ótima qualidade dos componentes ambientais, como o ar, a água e o solo e que definem as concentrações máximas de produtos potencialmente perigosos que não podem ser excedidas, salvo em circunstâncias especiais.

Define também as concentrações máximas de produtos ou substâncias potencialmente tóxicas que se podem permitir em cada um dos componentes ambientais, durante um período de tempo definido.

Normas de Descarga

Especificações técnicas estabelecidas por autoridade normativa competente, que definem as emissões ou efluentes máximos permitidos, para uma determinada fonte de emissão.

4. Conceitos Relacionados com Explosivos

Substância Explosiva

Substância ou mistura de substâncias, em estado sólido, líquido ou pastoso, que libera um grande volume de gás sob pressão, por intermédio de uma reação química de grande velocidade, ao entrar em combustão, provocando intensa liberação de energia mecânica e calórica, além de forte efeito sonoro.

O efeito mecânico causado pela expansão, quase que instantânea, da onda de hipertensão, provoca a distribuição de corpos receptivos a esse efeito adverso, na área de explosão.

Substância Pirotécnica

Substância ou mistura de substâncias preparada para produzir efeitos luminosos coloridos, calor, efeitos sonoros, gases e fumaças, como consequência de reações químicas oxidativas, exotérmicas, auto-sustentáveis e não detonantes.

Mesmo com efeitos mecânicos moderados, as substâncias pirotécnicas são consideradas explosivas.

Ponta de Chama

Língua de fogo que se forma na área de contato dos vapores combustíveis, com o oxigênio, durante o processo de combustão. As pontas de fogo conduzem o incêndio de um compartimento para outro e, em função de sua velocidade de progressão, podem causar detonações ou deflagrações.

Detonação

Fenômeno que ocorre quando a velocidade com que a ponta de chama penetra no produto não reagido (frente de reação) se aproxima da velocidade do som, sem ultrapassá-la. Nesta condição os efeitos mecânicos e sonoros são menos intensos, predominando o efeito térmico.

Explosão de Nuvem de Vapor Confinado

A explosão de uma nuvem de vapor, em ambiente confinado, além do efeito térmico, produz uma intensa onda de choque. Quando a onda de hipertensão atinge

valores incompatíveis com a integridade do invólucro ou continente, provoca a ruptura e destruição do mesmo e a brusca liberação de uma massa de produtos combustíveis.

Explosão de Nuvem de Vapor não Confinado

A explosão de uma nuvem de vapor ao ar livre costuma produzir uma onda de choque moderada, que se expande de forma esférica, com predominância do efeito térmico.

Bola de Fogo

Fenômeno que ocorre durante um incêndio, quando um volume de gás inflamável, inicialmente comprimido, escapa para a área de combustão.

Nestas condições, devido à despressurização, forma-se um volume esférico de gás em expansão, cuja superfície queima, enquanto a massa se eleva, em função da redução da densidade provocada pelo superaquecimento.

Nesta condição, não ocorre onda de pressão e a nuvem em combustão emite uma imensa quantidade de energia térmica irradiante, sobre uma área considerável, enquanto se eleva na atmosfera.

Blave

O termo é formado pela sigla da expressão inglesa “boilling liquid expanding vapour explosion”, e corresponde a uma de vapores em expansão, a partir de um combustível líquido em ebulição.

O fenômeno ocorre quando acontece uma ruptura de um recipiente de estocagem de combustível, em consequência de fogo externo.

Nestas condições, acontece uma liberação instantânea do produto, para a área de combustão, provocando uma bola de fogo.

5. Ocorrência

Desastres de natureza tecnológica relacionados com produtos perigosos, ocorrem com meios de transporte e em terminais de transporte, em plantas e distritos industriais, em instalações de mineração e campos de petróleo, em parques e depósitos de produtos perigosos e em função do uso irresponsável e descontrolado de pesticidas.

Embora estes desastres ocorram com maior frequência nos países mais desenvolvidos, costumam provocar maior volume de danos nos países em desenvolvimento, em consequência da maior vulnerabilidade tecnológica, econômica e sócio-cultural dos mesmos.

Na medida em que as sociedades melhoram seu senso de percepção de risco e, em consequência, desenvolvem um elevado padrão de exigência, com relação ao nível

de risco aceitável, o governo é incluído a priorizar seus diversos, com relação a segurança global da população.

A prática demonstra que a história natural deste processo de conscientização, desenvolve-se de acordo com a seguinte cronologia:

- ♦ as sociedades, na medida em que evoluem, aumentam o nível de conscientização sobre a grande importância do direito à segurança global e passam a exigí-lo com veemência crescente;
- ♦ a mobilização da sociedade desenvolve na classe política a percepção de que a segurança global passa a ser de importância prioritária para o eleitorado;
- ♦ em consequência, o governo é induzido a priorizar seus deveres relacionados com a segurança global da população;
- ♦ nestas condições, as classes produtoras são compulsadas a reduzir suas margens de lucro e a elevar os padrões de segurança de suas atividades e instalações.

É importante registrar que alguns desses desastres, como os ocorridos em Chernobil (Ucrânia), Bhopal (Índia) e Severo (Itália), adquiriram as características de grandes catástrofes, provocando danos humanos, ambientais e materiais muito intensos e, em consequência, comoveram a opinião pública.

No Brasil o desastre focal mais intenso e violento foi o incêndio de Vila Socó, na baixada Santista. Esta Vila, construída, clandestinamente, no interior de uma área de proteção de um oleoduto, foi totalmente destruída em uma única noite, durante a qual aproximadamente duas centenas de pessoas foram carbonizadas. O maior desastre ambiental de natureza tecnológica foi provocado propositalmente pelo exército iraquiano ao se retirar do Kuwait, ao término da Guerra do Golfo, quando incendiou os campos de petróleo daquele país.

6. Generalidades sobre a Redução dos Desastres tecnológicos

Enquanto que a redução dos desastres naturais depende predominantemente da redução das vulnerabilidades dos cenários aos fenômenos naturais adversos, a redução dos desastres humanos de natureza tecnológica depende prioritariamente da redução das ameaças e, numa segunda instância, da redução das vulnerabilidades dos cenários.

Por tais motivos, todos os projetos de implantação de atividades ou instalações, que possam representar acréscimo de riscos de desastres tecnológicos devem ser precedidos de criteriosos estudos de riscos, cujos relatórios finais devem ser amplamente divulgados e debatidos.

Compete à Sociedade, em função de critérios de aceitabilidade estabelecidos, decidir se aceitar ou não o crescimento do nível de ameaças de desastres tecnológicos, por intermédio de seus representantes idôneos.

Critérios de Aceitabilidade

Critérios de aceitabilidade são valores sociais que definem o grau de aceitabilidade de um projeto determinado, em função de uma escala de danos e de prejuízos prováveis, caso se perca o controle sobre os riscos. Estes critérios quando ultrapassados invalidam os projetos.

Os critérios de aceitabilidade são estabelecidos pela sociedade, por intermédio de seus órgãos representativos, e variam proporcionalmente em função da qualidade de vida e do nível de exigência dos estratos sociais, com relação à segurança global.

Em função dos critérios de aceitabilidade, os representantes da sociedade e as autoridades responsáveis:

- ♦ verificam o nível de segurança global do projeto
- ♦ decidem se o mesmo deve ou não ter continuidade

Incremento dos Padrões de Segurança

Caso se decida pela continuidade do projeto, os estudos analíticos devem ser orientados para aumentar o nível de segurança:

- ♦ das plantas industriais e de cada uma de suas unidades de processamento;
- ♦ dos processos e atividades industriais;
- ♦ dos sistemas de segurança industrial e dos sistemas de controle e de limitação de sinistros nas fases iniciais;
- ♦ relacionados com as normas gerais de ação (NGA), normas padrões de ação (NPA) e procedimentos padronizados de segurança (PAS).
- ♦ dos planos de contingência ou de resposta aos desastres.

A mesma metodologia de planejamento se aplica aos parques e depósitos de produtos perigosos, aos meios de transporte, vias de transporte e terminais de transporte de produtos perigosos e as instalações com produtos ou equipamentos radioativos.

Promoção da Segurança contra Desastres Tecnológicos

Como não existe risco zero e o desastre pode ocorrer a qualquer momento, as instituições que prospectam, mineram, industrializam, importam, comercializam e transportam produtos perigosos devem ser compulsadas a:

- ♦ providenciar seguros, inclusive contra danos e prejuízos causados a terceiros e ao meio ambiente;
- ♦ contratar os serviços de empresas idôneas especializadas em segurança industrial;
- ♦ organizar e adestrar suas brigadas anti-sinistro, com o objetivo de combater os sinistros em suas fases iniciais e limitar os danos e prejuízos;
- ♦ acatar as atividades de auditoria de segurança realizadas pelos órgãos competentes do governo e das companhias de seguro, por intermédio de suas próprias equipes técnicas ou de firmas especializadas contratadas.

Auditoria de Segurança

Tanto os órgãos governamentais, como as companhias de seguro, podem e devem contratar firmas especializadas em auditoria de segurança, com o objetivo de supervisionar os estudos de riscos e os planos e normas de segurança das instituições privadas que atuam com produtos perigosos.

Para tanto, as instituições privadas, que atuam com produtos perigosos, encaminham aos órgãos responsáveis pela auditoria de segurança, um memorial muito detalhado, caracterizando a Intenção do Projeto.

O Memorial de Intenções do Projeto detalha o que se espera do funcionamento de uma determinada empresa ou indústria, na ausência de desvios nos chamados “comandos de estudos”. O relatório que detalha as intenções do projeto é apresentado de forma descritiva e é acompanhado de numerosos anexos com diagramas, fluxogramas, detalhamento dos equipamentos e dos painéis e instrumentos de controle e da transcrição das Normas Gerais de Ação, Normas Padrões de Ação e Procedimentos Padronizados de Segurança.

Comandos de Estudos são os pontos sensíveis e focais de uma unidade de processamento ou planta industrial, nos quais os parâmetros do processo devem ser mais cuidadosamente examinadas, para verificar a existência de possíveis desvios. Os comandos de estudos mais importantes nas unidades de processamento são:

- ♦ as tubulações, conexões e válvulas de segurança;
- ♦ os diagramas e painéis de instrumentos;
- ♦ os sistemas de monitorização, alerta e alarme;
- ♦ os sistemas de alívio e demais sistemas de segurança;
- ♦ as NGA, NPA e os procedimentos padronizados de segurança (PPS).

A revisão da segurança do processo é uma inspeção realizada por uma equipe de especialistas externa à instituição, que analisa a planta industrial, as unidades de

processamento, os projetos de instalações industriais e de parques e depósitos de produtos perigosos, verificando os sistemas de segurança e de controle, as normas e os procedimentos padronizados e os planos de prevenção, de segurança e de contingência, com o objetivo de detectar e solucionar problemas reais e aperfeiçoar o planejamento de segurança.

As companhias especializadas em segurança industrial devem ter capacidade comprovada para:

- ♦ realiza rigorosas análises e avaliações de riscos tecnológicos;
- ♦ desenvolver um planejamento preventivo, objetivando reduzir a ocorrência de acidentes e desastres;
- ♦ desenvolver um planejamento de segurança industrial, objetivando bloquear as seqüências de eventos adversos, limitar os sinistros e reduzir danos e prejuízos provocados pelos mesmos;
- ♦ desenvolver o planejamento de contingência, ou de resposta dos desastres, objetivando reduzir as repercussões dos desastres sobre as comunidades adjacentes e sobre o meio ambiente.

Dos Recursos Financeiros Necessários ao Desenvolvimento do Sistema de Segurança

É evidente que os impostos devidos aos Municípios, ao Distrito Federal, aos Estados e à União, pelas instituições que concorrem para aumentar o nível de riscos tecnológicos, por atuarem com produtos potencialmente perigosos, podem e devem ser sobretaxados de impostos, num valor proporcional ao nível de riscos acrescidos. Também é evidente que as instituições que descumprirem as posturas baixadas pelo Sistema Responsável pela Vigilância das Condições de Segurança Global devem ser multadas.

Tanto as sobretaxas como as multas devem ser suficientemente onerosas, para convencerem as instituições a melhorarem seus padrões de segurança global.

Evidentemente, as companhias de seguros beneficiam-se do melhor funcionamento dos Sistemas de Segurança contra Desastres Tecnológicos, ao:

- ♦ aumentarem o volume dos negócios, em função da redução das taxas e tarifas;
- ♦ diminuir as margens de riscos de seus contratos, com a elevação dos padrões de segurança;
- ♦ aumentarem as margens de lucro, em função da redução da incidência de desastres e das tarifas pagas às grandes companhias de resseguros nacionais e estrangeiros.

Por tais motivos é lógico que os impostos de vidas ao Governo, pelas companhias de seguros, devem ser diretamente proporcionais ao grau de segurança global imposto pelo Sistema.

DESASTRES COM MEIOS DE TRANSPORTE COM MENÇÃO DE RISCOS DE EXTRAVASAMENTO DE PRODUTOS PERIGOSOS

CODAR – HT.PMT/21.501

1. Caracterização

Os extravasamentos de produtos perigosos, especialmente de derivados de petróleo, durante o transporte e nos terminais de carga e descarga, são cada vez mais freqüentes, provocando grandes desastres, com danos ecológicos e prejuízos econômicos e sociais.

Embora mais freqüentes em casos de transportes rodoviários, estes desastres também podem ocorrer durante o transporte ferroviário, marítimo, fluvial e aéreo. Também se enquadram nesta categoria os extravasamentos de oleodutos.

Este padrão de desastres é cada vez mais freqüente nas vias de transportes que demandam para as grandes cidades e, de forma especial, nas vias de abastecimento e de escoamento de pólos petroquímicos e de outras grandes instalações que manipulam com produtos perigosos.

2. Classificação Internacional de Produtos Perigosos

Os produtos perigosos, cujo manuseio e trânsito podem representar riscos potenciais para a vida, para o meio ambiente e para o patrimônio individual e coletivo, são classificados em nove classes distintas:

- ♦ Explosivos.
- ♦ Gases Comprimidos, Liquefeitos, dissolvidos sob pressão ou altamente refrigerados.
- ♦ Líquidos Inflamáveis.
- ♦ Sólidos Inflamáveis, Substâncias sujeitas à Combustão Espontânea, Substâncias que, em contato com a água, emitem gases inflamáveis.
- ♦ Substâncias Oxidantes e Peróxidos Orgânicos.
- ♦ Substâncias Tóxicas e Substâncias Infectantes.
- ♦ Substâncias Radioativas.
- ♦ Corrosivos.
- ♦ Substâncias Perigosas Diversas.

Classe 1 - Explosivos

Esta classe compreende as substâncias explosivas, exceto aquelas que são demasiadamente perigosas para transportadas e aquelas cujo risco preponderante indique ser apropriado considera-las de outra classe. Substâncias que, não sendo elas próprias explosivas, mas que podem gerar uma atmosfera de gases, vapores ou poeira explosiva, não estão incluídas nesta classe.

Em função dos riscos inerentes, os explosivos são subdivididos em cinco subclasses:

SC 1.1 – Substâncias e Artefatos com Riscos de Explosão em Massa

SC 1.2 – Substâncias e Artefatos com Riscos de Projeção

SC 1.3 – Substâncias e Artefatos com Riscos Predominantes de Fogo

SC 1.4 – Substâncias e Artefatos com Riscos Pouco Significativos

SC 1.5 – Substâncias Pouco Sensíveis

Neste último caso, uma ignição iniciada durante o transporte não produz qualquer manifestação externa ao dispositivo, como projeção, estampido, fogo, calor ou fumaça.

O transporte de substâncias explosivas extremamente sensíveis e tão reativas que estão sujeitas a reações espontâneas é absolutamente proibido, exceto sob licença especial de autoridade competente, após o exame minucioso do dispositivo de segurança de segurança do comboio responsável pelo transporte.

Classe 2 – Gases Comprimidos, Liquefeitos, Dissolvidos sob Pressão ou Altamente Refrigerados

Esta classe é subdividida nas seguintes subclasses:

SC 2.1 – Gases Permanentes ou que não podem ser liquefeitos à temperatura ambiente.

SC 2.2 – Gases Liquefeitos ou os que podem se tornar líquidos na temperatura ambiente, quando submetidos a pressões elevadas.

SC 2.3 – Gases dissolvidos, quando dissolvidos sob pressão em solventes, que podem ser absorvidos por materiais porosos.

SC 2.4 – Gases Permanentes Altamente Refrigerados, como oxigênio líquido.

Os gases venenosos ou tóxicos, embora possam ser incluídos na subclasse 6.1, uma vez que seu caráter venenoso constitui o risco principal, são incluídos nesta classe, porque são transportados nos mesmos tipos de recipientes dos demais gases e por atenderem às mesmas exigências de segurança.

Classe 3 – Líquidos Inflamáveis

Esta classe compreende os líquidos inflamáveis, misturas de líquidos ou misturas de líquidos, com sólidos em suspensão ou diluídos, quando produzem vapores inflamáveis a temperaturas de até 60,5° C, em testes de vasos fechados, ou de até 65,6° C, em testes de vasos abertos.

Classe 4 – Sólidos Inflamáveis, Substâncias Sujeitas à Combustão Espontânea, Substâncias que, em contato com a água, emitem inflamáveis

SC 4.1 – Sólidos Inflamáveis

Compreendem os produtos sólidos, exceto os classificados como explosivos, que podem entrar em combustão, nas condições presentes nos meios de transporte, ou produziram fogo, como consequência do atrito.

Nesta subclasse estão incluídos os produtos auto-reagentes, que podem sofrer decomposições exotérmicas durante o transporte, como consequência da elevação de temperatura, mesmo na ausência do ar.

Alguns produtos químicos, como os azocompostos alifáticos, as sulfidrazidas, os sais de diazônio e os compostos nitrosos, podem desprender gases tóxicos, quando em combustão.

SC 4.2 – Substâncias Sujeitas à Combustão Espontânea

Compreendem as substâncias que podem se inflamar, quando entram em contato com o ar, mesmo que não ocorra elevação intensa de temperatura.

SC 4.3 – Substâncias que emitem Gases Inflamáveis, em contato com a Água

Compreendem produtos químicos, como o carbureto, que emitem gases inflamáveis, quando entram em contato com a água.

Classe 5 – Substâncias Oxidantes e Peróxidos Orgânicos

SC 5.1 – Substâncias Oxidantes

Compreendem as substâncias que, não sendo elas próprias combustíveis, podem liberar grandes concentrações de oxigênio comburente, que contribuem para a combustão de outros produtos combustíveis.

SC 5.2 – Peróxidos Orgânicos

Produtos orgânicos que contêm dois átomos de oxigênio diretamente interligados. Podem ser considerados como derivados do peróxido de hidrogênio quando um ou ambos os átomos de hidrogênio foi ou foram substituído(s) por radicais orgânicos.

Estes peróxidos são substâncias termicamente instáveis que podem sofrer uma reação exotérmica em cadeia e apresentar uma ou mais das seguintes propriedades adversas:

- ♦ queima rapidamente;
- ♦ decompor-se de forma explosiva;
- ♦ reagir perigosamente com outras substâncias;
- ♦ sensibilidade ao atrito;
- ♦ causar danos oculares.

Classe 6 – Substâncias Tóxicas e Substâncias Infectantes

SC 6.1 – Substâncias Tóxicas

Compreende as substâncias capazes de provocar a morte, graves e sérias ou danos à saúde humana, quando ingeridas, inaladas ou quando entram em contato com a pele.

SC 6.2 – Substâncias Infectantes

Esta subclasse compreende as seguintes categorias de produtos ou substâncias:

- ♦ Organismos microscópicos viáveis e/ou suas toxinas, que provoquem ou possam provocar doenças em seres humanos e animais;
- ♦ Produtos biológicos acabados, para uso humano e animal, produzidos de acordo com as exigências estabelecidas pelo Ministério da Saúde e transportadas com licença especial das autoridades sanitárias.
- ♦ Produtos biológicos acabados, expedidos para fins de desenvolvimento de pesquisas ou investigações, antes mesmo de serem licenciados para uso humano ou animal, compreendendo vacinas e outros produtos biológicos.
- ♦ Material para diagnóstico, incluindo dejetos, secreções, sangue e derivados, tecidos orgânicos e outros fluidos, expedidos para fins de diagnóstico, desde que potencialmente infectantes.

Classe 7 – Substâncias Radioativas

Compreendendo substâncias ou produtos, cujas atividades radioativas ultrapassem de 70 kbk/kg.

Classe 8 – Corrosivos

Compreendendo substâncias que, por suas ações químicas, causam severos danos, quando em contato com tecidos orgânicos em casos de vazamentos.

Estes produtos podem também danificar os veículos e outras cargas transportadas. Os corrosivos são classificados como:

- ♦ Muito perigosos, quando provocam visível necrose da pele, após um contato de até 3 minutos.
- ♦ Risco Médio, quando provocam visível necrose da pele, após um contato de 2 a 60 minutos.
- ♦ Risco Menor, quando provocam lesões de pele após um contato variável entre 1 a 4 horas.

Classe 9 – Substâncias Perigosas Diversas

Para substâncias perigosas que apresentem riscos durante o transporte e que não se enquadrem nas anteriores.

3. Causas

Os desastres com meios de transportes de produtos perigosos são cada vez mais freqüentes e costumam ser causados por falhas humanas, falhas dos equipamentos e pelo descumprimento de normas e procedimentos de segurança estabelecidos.

Os riscos destes desastres tendem a aumentar quando as condições atmosféricas e de visibilidade são desfavoráveis e quando as vias de transporte são mal planejadas e construídas ou quando estão deterioradas pelo tráfego intenso e pela deficiente manutenção das mesmas.

De um modo geral, a ocorrência destes desastres é diretamente proporcional à densidade de veículos com cargas perigosas, que circulam nas vias de transporte, durante o período de tempo considerado.

A freqüência e a intensidade destes desastres é inversamente proporcional ao grau de adestramento, profissionalismo e prudência dos responsáveis pela condução e pela manutenção dos meios de transporte especializados atividades.

Os estudos epidemiológicos demonstram também que os acidentes de trânsito, com motoristas profissionais, tende a aumentar no período final da jornada de trabalho, este fato demonstra que a estafa e o estresse tendem a reduzir as reações neuromusculares positivas dos motoristas e o nível de atenção dos mesmos.

No caso específico de desastres com embarcações transportadoras de produtos perigosos, há que investigar a idoneidade dos amadores e prever severas penas e multas, quando for comprovada a responsabilidade dos mesmos.

Armadores inidôneos fazem navegar embarcações muito deterioradas e contratam tripulações pouco experientes e pouco adestradas e se precavem contra prejuízos contratando prêmios de seguros altamente compensadores. Na grande maioria das vezes são estas embarcações obsoletas e mal tripuladas que provocam os desastres.

5. Ocorrência

Desastres com meios de transporte de produtos perigosos costumam ocorrer em todos os mares e países do mundo, onde estas cargas estão circulando em quantidade crescente.

A ocorrência destes desastres costuma ser proporcional ao volume do tráfego de veículos transportadores destes produtos, que tende a crescer em função do desenvolvimento econômico e industrial da região considerada.

Proporcionalmente a seu número, os veículos transportadores de cargas perigosas causam menos acidentes que os transportadores de carga geral, o que demonstra que os motoristas destas viaturas são mais responsáveis e melhores adestradas do que a média dos motoristas profissionais.

No caso de acidentes com veículos transportadores de produtos perigosos, com vítimas, pouco mais de 55 foram vitimados pela carga perigosa, enquanto que aproximadamente 95% foram traumatizados por causas mecânicas, relacionados com os riscos comuns do tráfego.

Os desastres com cargas perigosas tendem a diminuir, em função do grau de exigência das comunidades, no que diz respeito ao nível de risco aceitável pela sociedade. O nível de exigência cresce em função do desenvolvimento sócio-cultural e da percepção da importância do pleno exercício da cidadania, por parte da população.

Evidentemente, o nível de profissionalização e de especialização das empresas transportadoras de cargas perigosas, o desenvolvimento de normas e procedimentos de segurança e o planejamento minucioso das operações de transporte de cargas perigosas, contribuem para reduzir a ocorrência destes desastres.

A redução da ocorrência de desastres provocados por terceiros depende da maior facilidade na identificação das viaturas especializadas nestes transportes e do nível de educação sobre normas gerais de segurança de trânsito da população em geral.

No Brasil o mais grave de todos os acidentes provocados pelo transporte de produtos perigosos ocorreu em Pojuca – BA, em função do descarrilamento de um trem transportador de combustível (álcool e gasolina), com extravasamento dos produtos perigosos. Como o combustível foi recolhido e armazenado nas casas, pela população desavisada, resultou num incêndio de proporções calamitosas, com quase uma centena de vítimas.

A intensidade e frequência de acidentes com produtos perigosos tende a crescer quando os mesmos são transportados em viaturas não especializadas. Existem registros de acidentes com muitas vítimas provocados pelo transporte de fogos de artifício (explosivos), em veículos de passageiros.

5. Principais Efeitos Adversos

Os produtos perigosos de natureza química, biológica e radiológica, por suas características físico-químicas e biológicas, podem produzir efeitos nocivos de natureza inflamável, cáustica, corrosiva, explosiva, biológica e radioativa, quando extravasam para o meio ambiente, como consequência de desastres que ocorrem durante seu transporte.

Por tais motivos, a liberação destes produtos representa riscos significativos para a saúde do homem e dos demais seres vivos e para a incolumidade das pessoas, do patrimônio e do meio ambiente.

Os inflamáveis, quando extravasados em consequência de desastres envolvendo seus meios de transporte, podem provocar graves incêndios que se propagam para o meio ambiente, causando severos danos humanos, materiais e ambientais. Há registro de acidentes envolvendo veículo transportador de passageiros, e viaturas cisternas transportadoras de combustíveis, como o ocorrido em Brasília em 1996, com mais de três dezenas de queimadas graves.

Os produtos tóxicos, quando liberados, em circunstâncias de desastres, podem apresentar efeitos nocivos sobre os organismos vivos. Em função do nível de intensidade da agressão os efeitos nocivos dos produtos tóxicos podem variar entre: danos funcionais; lesões anatômicas causadoras de seqüelas e morte, em função da inviabilização das condições vitais dos organismos afetados.

Os produtos cáusticos, como a soda e a potassa cáustica, queimam, carbonizam e cauterizam os tecidos orgânicos, em função de suas propriedades físico-químicas responsáveis pela violenta desidratação, que desorganiza e desestrutura os tecidos do organismo, provocando graves escaras de tecido mortificado.

Os produtos corrosivos, como os ácidos fortes, o flúor, o cloro e o iodo, corroem os tecidos orgânicos, provocando a desestruturação e a destruição dos mesmos. Os corrosivos reagem quimicamente também com os produtos inorgânicos, danificando os veículos e outras cargas transportadas.

Os explosivos podem entrar em combustão, provocando reações químicas, que evoluem com grandes velocidade, liberando um grande volume de gás sob pressão, que se expande quase que instantaneamente, produzindo grande quantidade de energia mecânica, calórica, além do efeito sonoro (estampido). O efeito mecânico produzido pela rápida expansão da onda de hipertensão pode provocar a destruição de estruturas vulneráveis existentes na área da explosão.

Os produtos biológicos e radioativos, quando liberados em circunstâncias de desastres, podem causar severos danos à saúde dos seres vivos.

6. Monitorização, Alerta e Alarme

No caso específico de desastres com meios de transporte de cargas perigosas, a monitorização contribui poderosamente para a redução dos mesmos e relaciona-se interativamente com a vigilância dos fatores de risco.

A vigilância dos fatores de risco compreende o conjunto de ações relacionadas com a identificação das características e dos aspectos situacionais relativas dos fatores de riscos e com a monitorização das variáveis que os caracterizam, com a finalidade de prognosticar a alertar sobre situações de risco iminente.

As medidas de monitorização podem e devem ser centradas nos:

- ♦ corredores de transporte
- ♦ meios de transporte

Quanto mais intenso for o volume de tráfego de veículos nos corredores de transporte, maior será a prioridade para que estes corredores sejam monitorizados. Os grandes corredores de transporte devem ser muito bem sinalizados e a velocidade dos veículos nas diversas faixas de rolamento deve ser muito bem controlada, sempre que possível com meios eletrônicos.

O policiamento das estradas deve receber um adestramento especial, para melhorar o nível de controle relacionado com o trânsito de veículos transportadores de cargas perigosas.

Nos postos de pedágio, todos os motoristas devem receber informações sobre os riscos relacionados com o transporte de cargas perigosas, sobre a identificação destes veículos e de suas cargas e sobre os procedimentos de segurança relativos aos mesmos. É muito importante que os veículos transportadores destas cargas perigosas sejam facilmente identificados nas vias de circulação.

Os procedimentos específicos, em casos de desastres com riscos de extravasamento de produtos perigosos devem ser amplamente divulgados, entre os responsáveis pela segurança das vias de transporte.

Os manifestos de carga desses veículos e todos os seus anexos devem ser minuciosamente verificados em todos os postos de controle situados ao longo das estradas. Todos os motoristas alcoolizados ou que mostrem sinais de estafa devem ser impedidos de prosseguir na viagem.

No que diz respeito à monitorização dos próprios meios de transporte, está cada vez mais fácil instalar sistemas de vigilância dos fatores de risco, que alertem sobre as condições de funcionamento dos mesmos. Como o custo destes veículos especializados é muito elevado, justifica-se investir na monitorização dos mesmos.

As seguintes variáveis podem e devem ser permanente monitorizadas e registradas:

- ♦ velocidade dos veículos;
- ♦ condições de temperatura, unidade e pressão da carga transportada;
- ♦ nível de estanqueidade dos compartimentos e subcompartimentos das viaturas cisternas;
- ♦ condições de temperatura externa;
- ♦ calibragem dos pneus;
- ♦ condições de funcionamento dos sistemas de frenagem e de suspensão;
- ♦ nível de atrito;
- ♦ variações instantâneas do centro de gravidade dos veículos, nas curvas mais acentuadas, para reduzir os riscos de tombamento.

A comunicação instantânea, por intermédio de satélites de comunicações, facilita a localização dos veículos e a difusão de informações sobre as condições do tráfego e de auxílio à navegação.

Da mesma forma, as facilidades de comunicações permitem a rápida disseminação de informações, o acesso a banco de dados e a rápida mobilização de recursos, em circunstâncias de desastres.

7. Definição de Responsabilidades

As seguintes empresas e organizações são responsáveis pela segurança dos transportes de produtos perigosos e pela normatização e fiscalização do sistema de segurança:

- ♦ fabricante do produto perigoso
- ♦ expedidor da carga
- ♦ empresa transportadora
- ♦ destinatário
- ♦ empresa seguradora
- ♦ órgãos técnicos responsáveis pelas ações de resposta aos desastres
- ♦ autoridades normatizadoras e fiscalizadoras

Responsabilidades do Fabricante

O fabricante é o responsável pelas características do produto, que devem estar de acordo com as especificações do órgão responsável pela liderança da produção e do comércio do mesmo, em todo o território nacional. Também é responsável pelo estabelecimento dos procedimentos relativos ao manuseio do produto em condições estritas de segurança e pela orientação e pelo treinamento das equipes técnicas responsáveis pelo atendimento das emergências. Também compete ao fabricante a escolha do recipiente mais adequado para o armazenamento e transporte de seus produtos e ainda especificar:

- ♦ o nível de unidade e as temperaturas máximo e mínimo, em que o produto deve ser conservado;
- ♦ se o produto deve ser conservado e transportado em meio líquido ou em atmosfera de gás inerte e especificar os líquidos e os gases mais adequados, para o produto específico;
- ♦ os materiais e substâncias incompatíveis, em função de suas ações sinérgicas e/ou potencializadoras, e que devem ser mantidos longe do produto perigoso, para evitar o desencadeamento de reações químicas que aumentem o grau de risco inerente dos mesmos;
- ♦ os procedimentos e normas de segurança que devem ser desencadeados em caso de extravasamento, além dos equipamentos de proteção individual que devem ser usados obrigatoriamente nestas condições, inclusive luvas, máscaras, óculos protetores e uniformes impermeabilizados;
- ♦ os procedimentos e recursos que devem ser empregados nas operações de combate aos sinistros, inclusive incêndios, provocados pelo produto;
- ♦ os procedimentos de primeiros socorros e de atendimento médico emergencial, inclusive os antídotos mais adequados para reduzir os efeitos tóxicos provocados pelos mesmos.
- ♦ os produtos mais adequados para a limpeza do solo e dos mananciais de água e para garantir a descontaminação dos cenários afetados pelo extravasamento do produto.

Responsabilidades do Expedidor da Carga

O expedidor da carga é o principal responsável pela segurança do transporte, até que o produto perigoso seja formalmente recebido pelo destinatário.

Juntamente com o fabricante, o expedidor é responsável pelas informações e especificações, que devem constar no manifesto de carga e pela orientação das equipes especializadas, responsáveis pelo transbordo e manuseio da carga e pelas ações emergenciais de resposta aos desastres, em circunstâncias de desastres.

Compete ao expedidor contratar a:

- ♦ empresa especializada no transporte de cargas perigosas
- ♦ empresa Seguradora

Responsabilidade da Empresa Seguradora

A empresa seguradora é a responsável pelas indenizações decorrentes dos sinistros, incluindo possíveis prejuízos causados a terceiros.

Em consequência, a empresa seguradora tem todo o direito de verificar a idoneidade, capacidade técnica e experiência das companhias transportadoras, vetando a contratação de empresas que não satisfaçam aos padrões estabelecidos. Também têm o direito de fiscalizar e auditar as condições de segurança das operações de transporte.

Responsabilidade da Empresa Transportadora

A empresa transportadora é responsável pela execução do transporte da carga perigosa, com o máximo de segurança.

Responsabiliza-se também pelo minucioso preenchimento do manifesto de carga e de seus anexos e pela seleção, adestramento e escalação dos motoristas e da tripulação.

É de sua total responsabilidade a manutenção dos veículos e a designação das viaturas especializadas, de modelo compatível com a carga transportada.

O Instituto Nacional de Metrologia – INMETRO especifica seis desenhos distintos de caminhões-tanques e vagões de carga:

RT₁ – Para o transporte de cloro líquido;

RT₂ – Para o transporte de combustíveis, como óleo diesel, gasolina, álcool e querosene;

RT₃ – Para o transporte de produtos criogênicos, como o oxigênio e o hidrogênio líquidos;

RT₄ – Para o transporte de ácidos fortes, como o ácido sulfúrico;

RT₅ – Para o transporte de amônia, gás liquefeito de petróleo – GLP e outros produtos gasosos;

RT₆ – Para o transporte de acetona, benzeno, tolueno e outros produtos similares.

O adestramento dos motoristas e o desenvolvimento do senso de responsabilidade é de capital importância. É desejável que todos estes motoristas profissionais tenham curso de direção defensiva.

Responsabilidade do Destinatário

O destinatário assume a responsabilidade pela carga perigosa, após a mesma ser entre em suas instalações. É de sua inteira responsabilidade a segurança dos terminais de transportes e das instalações de armazenamento e processamento da carga perigosa.

Em princípio, os terminais de transporte devem ser circundados por áreas de proteção que devem ser considerados como *non aedificandi*, para garantir o distanciamento dos focos de risco, das populações vulneráveis.

Responsabilidade dos Órgãos Técnicos Responsáveis pelo Atendimento das Emergências

Os órgãos técnicos responsáveis pelo atendimento das emergências com produtos perigosos devem ser adestrados, equipados e capacitados para desencadear as ações de resposta aos desastres relacionados com o transporte de produtos perigosos. Dentre as ações de resposta aos desastres com produtos perigosos há que destacar a/o:

- ♦ correta identificação de produto perigoso;
- ♦ avaliação dos riscos relacionados com seus principais efeitos adversos;
- ♦ estudo do cenário afetado pelo desastre;
- ♦ isolamento da área de risco;
- ♦ limitação e combate ao sinistro;
- ♦ correta vedação dos tanques e tubulações
- ♦ transferência da carga perigosa, dos recipientes danificados, para recipientes íntegros;
- ♦ medidas de descontaminação de curto, médio e longo prazo do cenário do desastre.

O detalhamento das ações de resposta aos desastres com produtos perigosos consta de manuais específicos que devem ser estudados pelas equipes técnicas. O pessoal de saúde responsabiliza-se pelo atendimento médico de emergência das pessoas afetadas pelos desastres.

Normalmente os órgãos técnicos responsáveis pelo atendimento emergencial são os Corpos de Bombeiros Militares, as equipes técnicas dos órgãos responsáveis pela proteção ambiental e empresas especializadas contratadas pelo fabricante ou pelas seguradoras.

Órgãos Responsáveis pela Normatização e pela Fiscalização do Sistema

Dentre os órgãos responsáveis pela normatização e pela fiscalização do Sistema, há que destacar a/o:

- ♦ Ministério dos Transportes
- ♦ Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT
- ♦ Instituto Nacional de Metrologia – INMETRO
- ♦ Polícias Rodoviárias Federal e Estaduais
- ♦ Polícia Ferroviária
- ♦ Comando do Exército (Explosivos)
- ♦ Comissão Nacional de Energia Nuclear (Produtos Radioativos)
- ♦ Ministério da Saúde
- ♦ Ministério do Meio Ambiente
- ♦ Ministério da Agricultura
- ♦ Órgãos locais do Sistema Nacional de Defesa Civil
- ♦ Polícias Militares
- ♦ Corpos de Bombeiros Militares

8. Medidas Preventivas

Do estudo epidemiológico dos acidentes com veículos transportadores de cargas perigosas foram definidas as seguintes causas principais de desastres, apresentadas de acordo com a ordem de importância:

- ♦ Falhas Humanas
- ♦ Problemas de Sono e Fadiga
- ♦ Teor Alcoólico Elevado no Sangue e no Ar Expirado
- ♦ Falhas Mecânicas
- ♦ Problemas Intrínsecos Relativos à Carga
- ♦ Problemas Atmosféricos e Climatológicos
- ♦ Problemas Relacionados com as Estradas
- ♦ Falhas de Documentação e na Sinalização dos Veículos

1) Falhas Humanas

Em mais de 70% dos acidentes foram constatadas falhas humanas dos condutores dos veículos envolvidos no desastre. Verificou-se também que aproximadamente dois terços das falhas humanas ocorreram com o motorista do outro veículo envolvido no desastre.

Dentre as falhas humanas cadastradas, avultam as seguintes: velocidade excessiva, ultrapassagens irregulares, manobras e freadas bruscas; não guardar a distância mínima de segurança; distrações provocadas pelo uso indevido de rádios e telefones; saídas ou entradas nas pistas de circulação, sem guardar distância segura para os veículos em trânsito.

2) Problemas de Sono e de Fadiga

Em aproximadamente 25% dos casos, problemas relacionados com o sono e a fadiga contribuíram para causar ou agravar o acidente. Verificou-se que nestes casos os motoristas estavam dirigindo há mais de 5 (cinco) horas, sem pequenas paradas para descanso e recuperação, ou pior, sem dormir, pelo menos 8 (oito) horas por dia.

3) Teor Alcoólico Elevado no Sangue e no Ar Expirado

O teor alcoólico elevado no sangue ou no ar expirado pelo motorista contribui para causar ou agravar os acidentes. Como o nível de profissionalismo dos motoristas de veículos transportadores de cargas perigosas é elevado, na grande maioria das vezes o excesso de libações alcoólicas relaciona-se com os outros motoristas envolvidos nos acidentes.

4) Inobservância do Código de Trânsito

Em mais de 40% destes desastres verifica-se que houve infração do código de trânsito, por parte dos motoristas envolvidos nos acidentes, e que estas infrações contribuíram para causar ou agravar o desastre.

Dentre as principais infrações cadastradas, há que ressaltar a direção imprudente e perigosa, como ultrapassagens irregulares, não respeitar os sinais de parada obrigatória e não observação da altura máxima dos veículos, estabelecida nos gabaritos.

5) Falhas Mecânicas

Em aproximadamente 15% dos casos cadastrados, as falhas mecânicas contribuíram para causar ou agravar os acidentes. São particularmente importantes as falhas nos sistemas de frenagem e de suspensão e os problemas com pneumáticos e com o sistema de sinalização.

6) Problemas Intrínsecos Relativos às Cargas

Em pouco mais de 5% dos casos verificou-se que os riscos intrínsecos relacionados com as cargas dos produtos perigosos, com os recipientes de transporte ou com as cisternas, foram os responsáveis diretos pela ocorrência dos desastres.

7) Problemas Atmosféricos e Climatológicos

Em aproximadamente 5% dos casos, os problemas neurológicos ou climáticos, como chuva intensa, nevoeiros e nevascas, contribuíram para causar ou agravar os desastres.

8) Problemas Relacionados com as Estradas

Embora estes problemas sejam pouco relevantes nos países mais desenvolvidos, no Brasil os problemas relacionados com o planejamento, construção e conservação das estradas contribuem para intensificar ou agravar os desastres.

Nas épocas das secas ou de estiagens prolongadas, os focos de incêndio próximos dos acostamentos contribuem para a redução da visibilidade e para o incremento dos desastres.

9) Falhas na Documentação e na Sinalização dos Veículos

Em muitos acidentes verificou-se que erros no preenchimento dos manifestos de carga e nas fichas que descrevem o produto perigoso e os procedimentos, em casos de acidentes, contribuíram para o agravamento dos mesmos. Também são constatadas falhas na sinalização dos veículos e na numeração das cargas.

Em alguns casos os motoristas envolvidos nos acidentes não possuíam documentos de habilitação.

A partir dos estudos epidemiológicos é bastante fácil propor as medidas mais eficientes para reduzir a freqüência e a intensidade destes acidentes.

Sem nenhuma dúvida, as medidas relacionadas com o adestramento e a elevação do senso de responsabilidade e de profissionalismo dos motoristas são as mais importantes. É desejável que todos os motoristas de veículos transportadores de cargas perigosas sejam obrigados a participar dos cursos de direção defensiva e de reuniões de trabalho, que debatam sobre as principais causas de acidentes e opinem sobre a prevenção dos mesmos.

As empresas transportadoras de produtos perigosos devem elaborar manuais de procedimentos relacionados com a redução de desastres envolvendo seus meios de transporte.

A legislação brasileira que regulamenta o assunto é a seguinte:

- ♦ Código de Trânsito do Brasil
- ♦ Decreto nº 96.044, de 18 de maio de 1988, que aprova o “Regulamento para Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos e dá outras providências”.

- ♦ Decreto nº 98.973, de 21 de fevereiro de 1990, que aprova o “Regulamento do Transporte Ferroviário de Produtos Perigosos e dá outras providências”.
- ♦ Norma NE-5.01 da Comissão Nacional de Energia Nuclear, relacionada com o “Transporte de Matérias Radioativas”.
- ♦ Artigos 206 a 211 do R-105 – “Regulamento para a Fiscalização de Produtos Controlados” do Ministério do Exército que regulamenta o transporte de explosivos.
- ♦ Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT – Relativas ao Assunto:
 - NBR 7500 – Símbolos de Risco e Manuseio Relativos ao Transporte de Cargas Perigosas.
 - NBR 7503 – Ficha de Emergência Relativa ao “Transporte de Cargas Perigosas” – Características e Dimensões.
 - NBR 7504 – Envelope para a Guarda de Documentação relativa ao Transporte de Cargas Perigosas – Dimensões e Utilização.
 - NBR 8285 – Preenchimento de Fichas de Emergência, relativas ao Transporte de Cargas Perigosas.
 - NBR 8286 – Emprego da Simbologia relacionada com o Transporte Rodoviário de Cargas Perigosas.
- ♦ Manual de Emergência do DOT dos Estados Unidos da América, traduzido, atualizado e editado pela ABIQUIM.

Campanhas de verificação da documentação específica e dos documentos de habilitação dos motoristas, além da verificação das condições mecânicas dos veículos e do nível de capacitação dos motoristas, devem ser desencadeados nas estradas onde o trânsito de veículos transportadores de cargas perigosas é mais intenso.

NÚMERO II

DESASTRES EM PLANTAS E DISTRITOS INDUSTRIAIS, PARQUES E DEPÓSITOS COM MENSÃO DE RISCOS DE EXTRAVASAMENTO DE PRODUTOS PERIGOSOS

CODAR – HT.PIQ/21.502

1. Caracterização

Desastres em plantas e distritos industriais, terminais de transporte, parques, depósitos e entrepostos de produtos perigosos estão acontecendo, com frequência e intensidade crescentes, em todo os quadrantes da Terra.

Embora estes desastres tecnológicos de natureza focal ocorram maior volume de danos nos países em processo de desenvolvimento, em consequência das maiores vulnerabilidades sócio-culturais, tecnológicas, econômicas e políticas destes países.

Também está comprovado que naqueles países onde prevalece a ideologia neoliberalista e a ação disciplinadora do estado é deficiente, estes desastres tendem a crescer de intensidade.

Os extravasamentos de produtos perigosos, seguidos ou não de incêndios e de explosões, são cada vez mais frequentes em plantas e distritos industriais, em terminais de transporte e em parques, depósitos e entrepostos de produtos perigosos.

Quanto ao padrão evolutivo, estes desastres tecnológicos de natureza focal podem ser classificados como:

- ♦ Súbitos ou de evolução aguda, nos casos de extravasamento bruscos de produtos perigosos, inclusive derrames de óleo, os quais podem ou não ser seguidos de incêndios de explosões.
- ♦ Graduais ou de evolução crônica, nos casos de contaminação e poluição ambiental, por rejeitos sólidos, efluentes líquidos ou emanações gasosos de produtos perigosos, resultantes do processamento industrial.
- ♦ Por somação de efeitos parciais, nos casos de intoxicações agudas ou crônicas, resultantes de efeitos acumulativos, que podem ocorrer nos trabalhadores que manipulam estes produtos ou entre pessoas das comunidades circunvizinhas, que entram em contato com os rejeitos sólidos, líquidos e gasosos resultantes da manipulação destes produtos.

São vulneráveis às intoxicações agudas ou crônicas causadas por extravasamento de produtos perigosos:

- ♦ os operários e demais trabalhadores das empresas que produzem ou manipulam estes produtos;
- ♦ os estratos populacionais vulneráveis, que habitam e trabalham em áreas circunvizinhas e que podem entrar em contato acidental com produtos tóxicos extravasados ou com rejeitos sólidos, efluentes líquidos e emissões gasosas resultantes da industrialização destes produtos;
- ♦ os ecossistemas circundantes que podem ser poluídos por estes produtos com graves repercussões para os biótopos e para as biocenoses.

2. Ocorrência

Desastres tecnológicos de natureza focal, com liberação de produtos perigosos para o meio ambiente, ocorrem com bastante frequência nos países industrializados. Ainda mais frequentes são os quase desastres, que são abortados antes de se manifestarem plenamente, pelos sistemas de segurança industrial.

No entanto, há que destacar os desastres que repercutiram intensamente na opinião pública, em função de sua grande intensidade. Enquadram-se nesta situação os seguintes desastres de muito grande intensidade:

1. Extravasamento ocorrido em Bhopal-Índia – numa indústria da União Carbide, provocado pela brusca liberação de metilisocianato de sódio, que resultou na morte imediata de 4.000 pessoas, na intoxicação grave de 10.000 vítimas e afetou secundariamente 300.000 pessoas.
2. Extravasamento de dioxina ocorrido em Seveso – Itália – que provocou a intoxicação aguda de 193 pessoas e afetou secundariamente 730 vítimas.
3. Extravasamento de gás combustível para o sistema de esgoto de águas pluviais, seguido de explosão, ocorrido em Ixhuatepec – México – que provocou 452 mortes, 4.248 feridos graves e afetou 300.000 pessoas.
4. No Brasil, o mais importante acidente provocado por contato com produto perigoso ocorreu num armazém localizado na cidade do Rio de Janeiro, em consequência da liberação de pentaclorato de sódio – pó da china – que provocou a morte de dois carregadores e a intoxicação aguda de 25 vítimas.

Desastres graduais ou de evolução crônica e desastres por soma de efeitos parciais, com graves repercussões sobre o meio ambiente, estão ocorrendo em numerosas áreas industriais do hemisfério norte, especialmente nos países do Leste Europeu.

Como estes desastres evoluem de forma insidiosa, repercutem menos nos meios de comunicação e não são valorizados com a veemência necessária, para despertar a opinião pública.

3. Causas

Os estudos analíticos relativos aos riscos destes desastres permitem caracterizar, para cada sistema estudado:

- ♦ os eventos adversos potenciais de ameaças, que podem ser intensos ou externos ao Sistema considerado e que podem desencadear os desastres;
- ♦ os corpos ou sistemas receptores existentes nos cenários dos desastres e que são vulneráveis aos efeitos dos desastres;
- ♦ os danos humanos, materiais e ambientais e os prejuízos econômicos e sociais, que poderão ocorrer caso se perca o controle sobre os fatores de risco;
- ♦ análise das ameaças ou dos eventos adversos potenciais, que podem provocar estes desastres, ocorre em três etapas.

1. Primeira Etapa – Identificação e Caracterização das Ameaças

Nesta fase se busca antecipar os fenômenos ou eventos adversos potenciais que podem causar desastres, caracterizando que os mesmos podem ser antropogênicos ou naturais e internos ou externos aos sistemas considerados.

As características intrínsecas destes eventos também são estudadas, da mesma forma que as probabilidades de ocorrência, as prováveis magnitudes de suas manifestações e os epicentros dos mesmos, caracterizando o ponto onde o fenômeno ocorre com o máximo de intensidade.

Ao concluir esta fase, procura-se identificar os cenários que podem ser afetados pelos efeitos desfavoráveis destes eventos.

2. Segunda Etapa – Caracterização dos Efeitos Desfavoráveis

Nesta fase, procura-se estudar os diferentes efeitos desfavoráveis destes eventos adversos sobre as populações vulneráveis, sobre o patrimônio e sobre os corpos receptores existentes no cenário dos desastres e a repercussão destes efeitos sobre:

- ♦ a saúde e a incolumidade das populações em risco;
- ♦ o patrimônio público e privado;
- ♦ as instituições localizadas nas áreas de risco;
- ♦ o meio ambiente.

De uma forma muito genérica, pode-se afirmar que os efeitos desfavoráveis podem ser de natureza física (mecânica ou irradiante) química, biológica ou psicológica.

3. Terceira Etapa – Avaliação das Magnitudes dos Eventos Adversos e dos Níveis de Exposição

Nesta fase são estudados os ciclos evolutivos dos eventos adversos, considerando as variáveis tempo, magnitude e nível de exposição procura-se definir os parâmetros que permitem acompanhar e monitorizar a evolução cronológica destes eventos.

No caso de desastres tecnológicos, a monitorização permite acompanhar o desenvolvimento do processamento industrial, de acordo com parâmetros de normalidade pré-estabelecidos, facilitando o acionamento dos sistemas de alívio e o desencadeamento das atitudes de alerta e de alarme.

4. Conceituação dos Eventos Causadores de Desastres

Evento

Em análise de risco, evento é a ocorrência ou fenómeno, que pode ser interno ou externo ao sistema, e que causa distúrbio ao sistema considerado.

Evento Adverso

É o fenómeno, ocorrência ou acontecimento que causa um distúrbio tão intenso ao sistema, que pode desencadear um desastre e ser causa de danos e de prejuízos.

Evento Catastrófico

É aquele evento muito pouco freqüente mas que, quando ocorre, gera gravíssimas conseqüências em termos de desastres. O superaquecimento do reator que provocou o desastre nuclear de Chernobil é um trágico exemplo de evento catastrófico.

Evento Externo

É o acontecimento, fenômeno ou ocorrência que se origina no âmbito externo do sistema, podendo ser um fenômeno da natureza, uma interrupção no fornecimento de água ou de energia ou mesmo um desastre tecnológico que afeta uma instalação vizinha e que pode propagar-se para o sistema estudado.

Evento Interno

É um acontecimento que se origina no âmbito interno do sistema estudado e que pode resultar de erros humanos ou de falhas de equipamentos. A experiência demonstra que na maioria das vezes o evento causador do desastre origina-se em um erro humano.

Evento Básico

É uma falha ou defeito primário do equipamento, que repercute sobre o funcionamento da unidade de processamento, causando danos que:

- ♦ não podem ser atribuídos a qualquer outra causa ou condição externa ao sistema;
- ♦ independem de outras falhas ou defeitos ocasionais.

Evento Crítico ou Inicial

É o evento ou acontecimento que dá início a uma cadeia de acidentes que resultará num desastre, a menos que o sistema de alívio e, numa segunda fase, o de segurança interfiram em tempo, com a finalidade de bloquear e controlar esta seqüência e abortar o desastre.

Evento Intermediário

É o evento que ocorre dentro de uma cadeia seqüenciada de acidentes, mantendo estreitas relações de causa e efeito como os eventos que os precedem e os seguem e que podem atuar:

- ♦ propagando e intensificando a seqüência;
- ♦ interferindo sobre a seqüência e reduzindo a intensidade do desastre conseqüente.

Evento Topo ou Principal

É o evento final da cadeia de acidentes e que se caracteriza como o acontecimento desencadeador do desastre. O evento topo ou principal resulta de uma combinação de falhas e de defeitos sistêmicos que ocorrem de forma sequenciada e que podem ser diagramados por intermédio de uma árvore de eventos ou de falhas.

Conclusão, é importante caracterizar-se que, no caso dos desastres tecnológicos de natureza focal, os desastres costumam ser causados por cadeias sequenciadas de eventos, que se iniciam com um evento crítico, que pode ser interno ou externo ao sistema, desenvolve-se por intermédio de eventos intermediários, que guardam estreitas relações de causa e efeito com os eventos que os antecedem e que os seguem e culminam no evento topo, causador do desastre.

Estas características dos desastres tecnológicos fazem crescer a importância das atividades de monitorização, com o objetivo de detectar as fases iniciais destas sequências de eventos, e de definir as alternativas de gestão para abortar os desastres.

4. Principais Efeitos Adversos

a) Introdução

No caso específico dos desastres tecnológicos, o estudo dos efeitos adversos é realizado na seguinte sequência:

- ♦ caracterização das consequências gerais dos desastres
- ♦ caracterização dos efeitos adversos relacionados com as mesmas

1) Estudo das Consequências Gerais

Genericamente, as consequências gerais de um desastre tecnológico de natureza focal podem ser as seguintes:

- ♦ Incêndios envolvendo combustíveis sólidos, líquidos e gasosos, inclusive equipamentos eletrificados ou energizados.
- ♦ Formação de bolsas de fogo pela liberação de gases combustíveis para a área de incêndio e a queima destes gases a partir da periferia.
- ♦ Explosões que podem ocorrer em ambientes confinados e não confinados.
- ♦ Explosão de nuvens de vapores em expansão, a partir de combustíveis líquidos em processo de ebulição.
- ♦ Evaporação incrementada de produtos não combustíveis líquidos ou liquefeitos, em consequência do superaquecimento, e a dispersão dos

mesmos nos cenários dos desastres e, numa segunda instância, para a atmosfera.

- ♦ Extravasamento de produtos perigosos, que podem ocorrer sob a forma de escapamento de gases e de vapores, de derrames líquidos ou de fugas multifásicas.
- ♦ Contaminação e poluição do ar, da água de superfície e de sub-superfície e do solo por gases, elementos particulados, efluentes líquidos e resíduos ou despejos sólidos resultantes do processamento industrial.

2) Estudo e Caracterização dos Efeitos Adversos

Dentre os efeitos adversos, relacionados com as conseqüências gerais dos desastres tecnológicos, há que considerar e estudar os seguintes:

- ♦ Produção de de Choque causadoras de fragmentações, desabamentos, desmoronamentos, soterramentos, projeção e impacto de projetis primários e secundários e efeitos biológicos de origem mecânica, como ruptura de tímpano e, em casos extremos, de alvéolos pulmonares.
- ♦ Produção de radiações térmicas, ionizantes, nucleares, de ondas sonoras e de outros efeitos irradiantes.
- ♦ Desencadeamento de Reações Químicas de oxidação, como a combustão, com intensa produção de calor e de chama e que resultam da combinação do material combustível com o oxigênio comburente.
- ♦ Liberação de Produtos Químicos, intensamente reagentes, como o flúor, o cloro, o bromo e o iodo e os metais alcalinos e alcalinos terrosos, como o sódio, o potássio, o magnésio e o cálcio, além dos cáusticos e dos corrosivos.
- ♦ Desencadeamento de Reações Tóxicas, causadas por interações químicas danosas entre os produtos tóxicos e os organismos vivos, que são atingidos através de contato com a pele e as mucosas, de inalação, de ingestão ou de inoculação.
- ♦ Contaminações e poluições ambientais com reflexos danosos sobre os biótopos e sobre a biocenose.
- ♦ Alterações da saúde mental das vítimas destes desastres e dos agentes que combatem os mesmos, em função do impacto psicológico, que pode ser causa de reações de pânico ou de alterações graduais do estado psíquico.

b) Importância do Estudo das Conseqüências do Pior Caso

Ao se avaliar o potencial de riscos de um determinado projeto industrial é importante que se tenha em mente os desastres de Chernobil, de Bhopal, de Seveso e de Ixhuatepec e se conduza um estudo de situação que considere os parâmetros relacionados com os riscos máximos, os quais são definidos como Consequências do Pior Caso.

Esta metodologia aplica-se ao estudo dos chamados eventos catastróficos, caracterizados por serem pouco freqüentes e por causarem gravíssimas consequências, quando ocorrem.

O método permite estimar as prováveis consequências de um desastre de muito grandes proporções, que ocorra em sua intensidade máxima.

Um bom exemplo de estudo das consequências do pior caso, e o exame de uma hipótese de desastre tecnológico caracterizado:

- ♦ pela liberação de todo o material tóxico armazenado;
- ♦ para uma área densamente povoada e de grande vulnerabilidade;
- ♦ durante o período noturno e sob condições atmosféricas que facilitam a concentração do tóxico na área vulnerável;
- ♦ causando o máximo de efeitos nocivos;
- ♦ a uma comunidade totalmente exposta e que não foi alertada a tempo.

A partir da visualização da hipótese do pior caso, há que arquitetar alternativas de gestão e tomar medidas objetivas para reduzir a probabilidade de ocorrência de cada uma das caracterizações parciais acima apresentadas.

5. Monitorização, Alerta e Alarme

De um modo geral, os sistemas de monitorização são constituídos por:

- ♦ sensores periféricos;
- ♦ vias de comunicações aferentes, centrípetas ou ascendentes que interligam os sensores periféricos com os monitores ou centros de integrações;
- ♦ monitores ou centros de integração, que podem ser localizados em diferentes níveis do sistema;
- ♦ vias de comunicações responsáveis pela interligação, integração ou enlace dos diversos monitores com o centro de integração e comando do sistema;
- ♦ vias de comunicações eferentes, centrífugas ou descendentes, responsáveis pela interligação dos centros de integração ou monitores com os órgãos efetores.

- ♦ Órgãos efetores responsáveis pelo desencadeamento de respostas pré-estabelecidas.

Nos centros de integração ou monitores os dados, captados pelos sensores periféricos, são comparados e cotejados com um repertório de informações, relacionados com os parâmetros de normalidade funcional, que são armazenados nestes centros, com a finalidade de:

- ♦ identificar desvios significativos dos parâmetros de normalidade;
- ♦ definir as tendências evolutivas dos processos monitorizados;
- ♦ articular respostas sistêmicas adequadas, quando as mesmas tornarem-se necessárias.

a) Conceituação e Embasamento Teórico

♦ Monitor

Aparelho eletrônico que acompanha, mede e controla parâmetros relacionados com o funcionamento de outros aparelhos, equipamentos ou sistema, com a finalidade de comandar o desempenho dos mesmos e manter a homeostase do processo.

♦ Monitorizar

O verbo monitorizar deriva do substantivo monitor, ao qual se acrescenta o sufixo “izar”, que é um sufixo de ação, e todas as suas flexões verbais são compatíveis com os verbos da primeira conjugação. Da mesma forma que os substantivos dicionário, máximo, minimizar, o substantivo monitor deu origem ao verbo monitorizar, que é mais compatível com a língua portuguesa.

♦ Homeostase

O termo homeostase foi divulgado pelo eminente fisiologista francês Claude Bernard com o significado de:

- ♦ estado de equilíbrio dinâmico de um organismo vivo, em relação as suas várias funções e à composição química de seus fluidos e tecidos. Em última análise, a homeostase é uma situação indispensável para a manifestação das condições de viabilidade, quando alterada de forma irreversível os seres vivos morrem.

Com o passar do tempo, a assimetria – ciência que estuda os processos de comunicação e os sistemas de controle dos organismos vivos e das máquinas complexas – apropriou-se da terminologia.

Com o desenvolvimento do estudo dos sistemas autorreguláveis, ficou patente a importância da monitorização e da retroalimentação dos sistemas, para que a

homeostase e o arranjo funcional e estrutural destes sistemas permanecessem em equilíbrio dinâmico estável.

b) Padrões de Monitorização

No caso específico dos estudos de riscos relacionados com desastres tecnológicos de natureza focal, provocados por extravasamentos de produtos perigosos, há que se considerar os seguintes padrões de monitorização:

- ♦ Monitorização do Processo Industrial
- ♦ Monitorização dos Fatores de Risco
- ♦ Monitorização Ambiental
- ♦ Monitorização Ambiental
- ♦ Monitorização e Vigilância das Condições de Trabalho

1. Monitorização do Processo Industrial

A monitorização do processo industrial pode ser conceituada como:

- ♦ A observação, registro, medição, comparação, avaliação repetitiva e continuada de dados técnicos relacionados com os parâmetros de funcionamento normal dos equipamentos e das unidades de processamento, de acordo com esquemas pré-estabelecidos, no tempo e no espaço, utilizando métodos comparativos, com a finalidade de:
 - registrar todas as possíveis variáveis dos processos em observação;
 - identificar os parâmetros de normalidade dos processos;
 - a partir da definição destes parâmetros, caracterizar todos os desvios significativos dos processos;
 - facilitar a tomada de decisão e permitir a articulação de respostas oportunas, por parte dos órgãos efetores.

Normalmente os sistemas de monitorização industrial são planejados e arquitetados a partir do estudo das árvores de eventos e árvores de falhas e trabalham acoplados, numa primeira instância, com os sistemas de alívio e, numa segunda fase, com os sistemas de segurança.

Como em última análise, os desastres são considerados como manifestações do caos e como os sistemas autorreguláveis se opõem auto-sistemas caóticos, a monitorização, a retroalimentação e a manutenção da homeostase dos processos industriais, são de capital importância para a redução dos desastres tecnológicos.

Por outro lado, nas atuais condições de desenvolvimento tecnológico, pode-se afirmar que todas as variáveis de todos os processos industriais podem ser monitorizados.

2. Monitorização dos Fatores de Riscos

A monitorização dos fatores de risco, ou a monitorização dos desastres podem ser conceituada como:

- ♦ A aplicação da metodologia de monitorização, com a finalidade de acompanhar o quadro evolutivo das possíveis ameaças de eventos adversos, definidos por parâmetros e variáveis relacionadas com a monitorização dos fatores de risco permite que se antecipe as situações de desastre iminente e irreversível, com razoável grau de precisão.

Os sistemas de monitorização, alerta e alarme, ao anteciparem a predição de situações de desastre iminente e irreversível, contribuem para ampliar a fase de pré-impacto e facilitam:

- ♦ a mobilização dos recursos para combater o sinistro;
- ♦ o isolamento da área de riscos intensificados;
- ♦ a evacuação da população ameaçada;
- ♦ a redução dos danos humanos, materiais e ambientais e dos prejuízos econômicos e sociais.

Para que a população que reside e trabalha na área de exposição a riscos intensificados seja alertada em tempo oportuno, é necessário que dispositivos de alarmes sonoros e visuais sejam instalados com grande antecipação.

É necessário também que sejam estabelecidos códigos de sinais que identifiquem situações reais de alerta e alarme e situações de exercícios de simulação e que estes códigos sejam amplamente difundidos entre a população.

As rádios locais e sistemas de alto-falantes podem complementar e reforçar os sistemas de alerta e alarme recordando à população os procedimentos pré-estabelecidos.

c) Monitorização Ambiental

A vigilância e a monitorização ambiental pode ser conceituada como:

- ♦ A observação sistematizada do meio ambiente, caracterizada pelas ações de medição, registro, comparação e interpretação das variáveis ambientais, com a finalidade de incrementar a vigilância dos fatores ambientais, por intermédio das seguintes ações gerais:

- medição, registro e comparação sistemática das concentrações de agentes poluentes existentes nos diversos compartimentos ambientais naturais como o solo, a água de superfície e de subsuperfície e o ar, nos ambientes de trabalho, de habitação de lazer e nos alimentos e demais produtos, que podem ser contaminados;
- observação, registro e medição sistemática dos condicionantes macroambientais dos sistemas estudados;
- análise, comparação, avaliação e interpretação sistematizadas das medições dos poluentes ambientais e de produtos nocivos e das interrelações entre as concentrações dos mesmos com os condicionantes macroambientais dos sistemas estudados e com as atividades humanas responsáveis pela acumulação destes produtos.

Evidentemente, a monitorização ambiental é de capital importância, para garantir a preservação do ambiente situado nas medições das unidades industriais.

c) Vigilância das Condições de Trabalho

A vigilância das condições de trabalho pode ser conceituada como:

- ♦ A aplicação de metodologia de monitorização, vigilância e de retroalimentação sistêmica, com a finalidade de proteger os recursos humanos e de garantir a saúde e a incolumidade da força-de-trabalho.

No caso específico dos desastres tecnológicos, com características focais, a vigilância das condições de trabalho ocupa-se prioritariamente com a:

- ♦ salubridade do ambiente de trabalho;
- ♦ proteção dos trabalhadores e a redução dos acidentes de trabalho;
- ♦ redução dos riscos de intoxicações agudas ou crônicas, provocadas pelo extravasamento de produtos perigosos.

Nestas condições, a vigilância depende da monitorização e supervisão sistemática do/das:

- ♦ ambiente de trabalho;
- ♦ uso de equipamentos protetores, como capacetes, óculos, máscaras, luvas, botas, capuzes e outros itens;
- ♦ normas e procedimentos padronizados de segurança;
- ♦ condições de saúde dos trabalhadores.

6. Medidas Preventivas

A prevenção dos desastres compreende dois grandes conjuntos de atividades:

- ♦ Avaliação dos Riscos de Desastres
- ♦ Redução dos Riscos de Desastres

6.1. Avaliação dos Riscos de Desastres

a. Estudos Relacionados com a Avaliação dos Riscos de Desastres

Normalmente os estudos relacionados com a avaliação de riscos de desastres são referenciados a um documento que é desenvolvido pela empresa responsável pelo planejamento e construção da planta industrial, que é denominado de “Memorial de Intenções do Projeto”.

Este documento descreve, de forma muito detalhada, a localização da planta industrial e das diversas unidades de processamento, que a constituem e o que se espera da operação da referida planta, na ausência de desvios operacionais nos chamados “comandos de estudos”.

O Memorial de Intenções do Projeto é apresentado de forma descritiva e é acompanhado de documentos anexos, como:

- ♦ planta situacional do empreendimento e plantas baixas detalhadas de todas as unidades de processamento e instalações de apoio;
- ♦ diagramas e fluxogramas diversos;
- ♦ detalhamento dos processos industriais utilizados e dos diversos equipamentos instalados em cada uma das unidades de processamento;
- ♦ detalhamento dos sistemas de monitorização responsáveis pelo acompanhamento dos processos industriais;
- ♦ detalhamento dos sistemas de alívio responsáveis pelo abortamento das seqüências de eventos adversos e pela limitação dos acidentes nos estágios iniciais;
- ♦ detalhamento dos sistemas de segurança industrial, com especial atenção para o de combate aos incêndios;
- ♦ apresentação das Normas Gerais de Ação – NGA, Normas Padrões de Ação – NPA e Relações de Procedimentos Padronizados – RAP que, em conjunto, regulamentam o funcionamento da unidade industrial.

♦ Apresentação dos Comandos de Estudos

Os Comandos de Estudos são os pontos sensíveis de uma planta industrial ou de uma unidade de processamento , onde é mais provável que ocorram distúrbios ou desvios no processo industrial.

São nestes comandos que os parâmetros de funcionamento dos processos industriais devem ser examinados mais cuidadosamente, com o objetivo de identificar possíveis desvios, que conflitem com as intenções do projeto.

Os comandos de estudo mais importantes e que devem ser examinados mais cuidadosamente, pelas equipes técnicas, são os seguintes:

- ♦ reatores ou cadinhos, onde ocorrem as reações químicas;
- ♦ tubulações, conexões e válvulas de segurança;
- ♦ tanques de combustíveis;
- ♦ painéis de controle;
- ♦ diagramas de instrumentação;
- ♦ sistemas de monitorização;
- ♦ sistemas de alívio;
- ♦ sistemas de segurança
- ♦ Relações de procedimentos padronizados, Normas Gerais de Ação e Normas Padrões de Ação.

b) Principais Métodos de Estudos de Riscos Industriais

Os principais métodos qualitativos e quantitativos relacionados com estudos de riscos industriais são os seguintes:

- ♦ Análise Preliminar de Riscos
- ♦ Auditoria Segurança dos Processos
- ♦ Análise de Falhas e de Efeitos
- ♦ Estudo das Árvores de Eventos
- ♦ Estudo das Árvores de Falhas
- ♦ Estudo de Riscos Operacionais
- ♦ Estudo do Método DOWN
- ♦ Estudo do Método Mond
- ♦ Ranqueamento de Riscos

1) Análise Preliminar de Riscos

Esta análise é, na acepção do termo, um método preliminar de estudo de riscos, desenvolvido durante a fase de concepção e aprofundamento do projeto de instalação de uma planta industrial, que manipule produtos perigosos, com a finalidade de prever e contribuir para minimizar riscos de desastres, que poderão ocorrer na fase operacional.

O principal enfoque da Análise Preliminar de Riscos é verificar se o Memorial de Intenções do Projeto:

- ♦ está sendo corretamente redigido e desenvolvido;
- ♦ preenche todos os requisitos estabelecidos e permite uma completa inteligência do projeto;
- ♦ se coaduna com a legislação e com as normas técnicas nacionais e internacionais que regulamentam o assunto.

2) Análise Preliminar de Riscos

A Auditoria de Segurança dos Processos é desencadeada por uma equipe técnica externa à empresa e corresponde a uma inspeção minuciosa de uma planta industrial e de todas as suas unidades de processamento, com o objetivo de aperfeiçoar e planejamento de segurança da planta estudada.

O enfoque principal desta auditoria é desenvolvido sobre os processos de industrialização e sobre os comandos de estudos, com especial atenção para:

- ♦ as Normas Gerais de Ação, Normas Padrões de Ação e Procedimentos Padronizados relacionados com a segurança industrial;
- ♦ o Planejamento Preventivo;
- ♦ o Planejamento de Contingência, relativo às ações de resposta aos desastres, para os desastres previstos.

A Auditoria de Segurança dos Processos investiga e verifica se a planta industrial foi arquitetada, construída e equipada e se tem condições de operar, de forma coerente com o que foi estabelecido no Memorial de Intenções do Projeto e tem por finalidade:

- ♦ verificar se há necessidade de aperfeiçoar as atividades relacionadas com o processamento industrial, a partir de um enfoque de segurança;
- ♦ otimizar o planejamento relativo à segurança da empresa;

- ♦ confirmar e referendar o Memorial de Intenções do Projeto, objeto da auditoria;
- ♦ verificar se a operacionalização da empresa está coerente com o previsto no Memorial.

3. Análise de Falhas e de Efeitos

♦ Generalidades

Este método foi concebido e desenvolvido para ser utilizado no estudo de equipamentos mecânicos, com o objetivo de identificar falhas potenciais dos equipamentos ou de seus operadores, que podem provocar acidentes adversos e os efeitos desfavoráveis dos mesmos sobre as unidades industriais, sobre a força-de-trabalho e sobre o meio ambiente natural ou modificado pelo homem.

O método é desenvolvido nas seguintes etapas:

- ♦ tabulação de todos os sistemas e subsistema, unidades de processamento e equipamentos existentes na planta industrial;
- ♦ verificação dos equipamentos instalados para definir se os mesmos correspondem aos definidos na especificação;
- ♦ identificação de todas as modalidades de falhas e de avarias, que podem ocorrer em cada um dos equipamentos instalados;
- ♦ estudo dos efeitos desfavoráveis e das prováveis repercussões de avarias dos equipamentos sobre as unidades de processamento e sobre o conjunto das atividades industriais.

♦ Análise de Falhas de Equipamentos

Esta metodologia destina-se ao estudo das prováveis falhas que podem ocorrer nos equipamentos instalados nas unidades de processamento e na identificação:

- ♦ das causas destas falhas;
- ♦ das prováveis recorrências destas falhas;
- ♦ dos efeitos adversos das mesmas sobre o processo industrial e sobre os sistemas de processamento.

No prosseguimento, é importante estudar as condições de operações destes equipamentos e definir os padrões de normalidade de cada um dos processos industriais e os possíveis desvios operacionais, que podem provocar defeitos e acidentes funcionais.

Estes estudos facilitam a monitorização dos parâmetros de funcionamento, com a finalidade de otimizar o desempenho de sistemas automatizados de detecção de condições anormais de funcionamento, que podem ser causa de falhas mecânicas e de acidentes.

Esta análise relaciona-se com dois conceitos de extrema importância e que são os de confiabilidade e de recorrência.

- ♦ Confiabilidade é conceituada como:
 - A probabilidade de que um determinado equipamento ou sistema desempenhe correta e satisfatoriamente suas funções específicas, por um período de tempo determinado e sob um conjunto estabelecido de condições de operação.
 - A capacidade de bom desempenho de componentes, peças, equipamentos, subsistemas e sistemas, em função de procedimentos operacionais estabelecidos e durante um tempo determinado.
- ♦ O Critério de Recorrência relaciona-se com o número de horas de operação ou de ciclos operativos, a partir dos quais, uma determinada falha de equipamentos pode acontecer, mesmo em condições otimizadas de funcionamento, caso não se estabeleça uma adequada programação de manutenção preventiva.

Como se pode deduzir, a partir do exame desses enunciados, existe uma forte correlação interativa entre:

- ♦ a especificação adequada dos equipamentos;
 - ♦ os padrões estabelecidos para garantir o funcionamento otimizado dos mesmos;
 - ♦ o tempo de operação;
 - ♦ as rotinas de manutenção preventiva estabelecidas;
 - ♦ os sistemas automatizados responsáveis pela monitorização dos parâmetros de normalidade das atividades de processamento;
 - ♦ os procedimentos padronizados relativos à operação destes equipamentos;
 - ♦ as atividades de adestramento da mão-de-obra especializada;
 - ♦ o nível de confiabilidade dos equipamentos instalados nas diferentes unidades de processamento.
-
- ♦ **Análise de Falhas Humanas**

Esta metodologia foi concebida e desenvolvida com a finalidade de identificar as causas e as consequências dos erros humanos, que podem desencadear acidentes e desastres, com o objetivo de reduzi-los.

Genericamente, as condições que contribuem para aumentar a incidência de erros humanos e que se relacionam com as características das máquinas, dos seres humanos e do meio ambiente, dependem dos seguintes fatores preponderantes:

- ♦ condicionantes biopsicológicos, técnicos e culturais dos operadores;
- ♦ nível de adestramento da força-de-trabalho;
- ♦ implementação de rotinas de segurança individual e coletiva;
- ♦ motivação da força-de-trabalho, com relação à importância da redução dos riscos de acidentes;
- ♦ desenvolvimento de atividades de auditoria, de reciclagens periódicas e de treinamento em serviço relacionados com as rotinas operacionais de segurança;
- ♦ caracterização e especificação adequada dos equipamentos;
- ♦ padronização da operacionalização dos equipamentos, por intermédio de procedimentos padronizados;
- ♦ otimização das condições do ambiente de trabalho, em termos de conforto, salubridade e segurança.

Nesta área de investigação cresce a importância dos estudos relacionados com a Ergonomia e com as Psicologia do Trabalho e dos Desastres.

A Ergonomia se ocupa do estudo da organização metódica do trabalho, em função dos objetivos estabelecidos e das relações interativas e interdependentes que existem entre o homem e a máquina que ele opera.

Os estudos ergonômicos, ao enfocarem estas relações de estreita interdependência que existem entre o homem e a máquina, contribuem para reduzir a incidência de erros humanos e para otimizar:

- ♦ a concepção, o projeto e o “desenho” das máquinas e dos equipamentos, que devem ser adequados e adaptados à anatomia, à fisiologia e, em especial, à neurofisiologia humana;
- ♦ a seleção física e psicotécnica dos operadores;
- ♦ o nível de adestramento dos mesmos, com o objetivo de operarem as máquinas em condições otimizadas de funcionamento;

- ♦ o planejamento e a especificação das condições ambientais, que favorecem o melhor desempenho dos operadores e reduzem a incidência dos erros humanos.

Estes estudos contribuem para otimizar as especificações, a arquitetura e o desenho das máquinas e equipamentos envolvidos no processamento industrial e de segurança das condições ambientais, tudo com o objetivo de:

- ♦ aumentar os níveis de salubridade e de conforto ambiental;
- ♦ reduzir o desconforto e as condições geradoras de estresse;
- ♦ reduzir os riscos de acidentes traumatismos e de intoxicações exógenas;
- ♦ reduzir a incidência de doenças profissionais e outros agravos à saúde;
- ♦ reduzir a probabilidade de ocorrência de falhas humanas.

As Psicologias do Trabalho e dos Desastres percebem o homem como uma unidade biopsicológica integrada e indissolúvel, que desenvolvem intensas relações interativas com:

- ♦ seu ambiente sócio cultural e familiar;
- ♦ a comunidade em que vive;
- ♦ seu ambiente de trabalho.

A saúde mental depende da harmonização do ser humano com seu meio e compete à psicologia, a partir da percepção da importância da individualidade humana:

- ♦ incentivar e motivar os seres humanos que compõem a força-de-trabalho;
- ♦ minimizar todas as causas de conflito ou de geração de estresse.

O objetivo buscado é otimizar o desempenho da força-de-trabalho e reduzir a incidência de erros humanos e de acidentes.

3) Estudo das Árvores de Evento

Este método de estudo dedutivo busca descrever, de forma seqüenciada, o encadeamento lógico de eventos adversos, que se desenvolvem ao longo de uma cadeia de acidentes, que:

- ♦ se inicia com um evento crítico ou inicial;
- ♦ se desenvolve através de eventos intermediários;
- ♦ culmina no evento topo ou principal que é o desencadeador do desastre.

Como já foi especificado neste trabalho:

- ♦ Os eventos críticos ou iniciais podem ser:
 - fenômenos naturais adversos;
 - desastres em instalações vizinhos que se propagam para a planta estudada;
 - interrupções bruscas do suprimento de água ou de energia;
 - falhas nos equipamentos;
 - erros humanos.
- ♦ Os eventos intermediários mantêm estreitas relações de causas e efeitos com os eventos que os precedem e com os que lhes seguem, caracterizando as cadeias de acidentes, que culminam no evento topo causador do desastre.

Para desenvolver corretamente o método é necessário identificar:

- ♦ todos os eventos críticos ou iniciais que podem causar desastres;
- ♦ as seqüências de eventos intermediários que são desencadeados a partir de cada um dos eventos iniciais;
- ♦ os eventos topos que ocorrem ao término destas cadeias e que desencadeiam os desastres.

A principal finalidade desta metodologia é facilitar o planejamento dos sistemas de alívio, que são desenvolvidos com a finalidade de interferir nestas cadeias de acidentes e de abortar estas seqüências.

Evidentemente, o funcionamento oportuno dos Sistemas de Alívio depende da detecção precoce das cadeias de acidentes, por intermédio dos sistemas de monitorização dos processos industriais e das condições ambientais.

4. Estudo das Árvores de Falhas

Este método percorre um caminho oposto ao desenhado no estudo das árvores de eventos e, a partir de uma hipótese firme de desastre, focaliza-se o evento topo causador do desastre e, a partir destes eventos, busca-se desenhar um diagrama lógico, que especifique as várias combinações de eventos intermediários e iniciais, que podem culminar no evento focalizado.

É compensador designar equipes técnicas diferentes, para diagramar separadamente as árvores de falhas e de eventos e de falhas e, no prosseguimento, realizar uma reunião das duas equipes, com o objetivo de:

- ♦ comparar os resultados obtidos;

- ♦ confirmar e harmonizar as seqüências diagramadas;
- ♦ aperfeiçoar os resultados obtidos pelas duas metodologias.

6) Estudo de Riscos Operacionais

É um método de estudo crítico, formal, minucioso e metodizado de uma planta industrial, a partir de suas unidades de processamento, dos planos de engenharia e de arquitetura e dos sistemas de operacionalização, com a finalidade de avaliar:

- ♦ o potencial de riscos de mau funcionamento ou de operação inadequada dos equipamentos;
- ♦ as conseqüências destas operações inadequadas, sobre as instalações.

Para estudar os riscos operacionais, uma equipe técnica multidisciplinar, constituída por especialistas eficientes e experientes na área de segurança industrial e conhecedores dos processos industriais e dos equipamentos especializados objetos do estudo, examina o projeto formulando e respondendo perguntas específicas sobre o funcionamento dos subsistemas examinados, utilizando-se de palavras guias.

Para identificar os riscos operacionais, a equipe técnica utiliza como suporte o Memorial de Intenções do Projeto, que detalha o processamento industrial, a disposição arquitetônica das unidades de processamento, os equipamentos, os diagramas e os procedimentos padronizados de operacionalização.

Evidentemente, a atenção da equipe é direcionada para os comandos de estudo, que já foram descritos neste trabalho.

As palavras-guias são definidas anteriormente pelos membros da equipe técnica e variam em função do processo examinado e podem ser:

- ♦ Não – a operação prevista não acontece.
- ♦ Menor – a operação acontece numa intensidade menor que a prevista.
- ♦ Maior - a operação acontece numa intensidade maior que a prevista.
- ♦ Em vez de – foi utilizado um insumo diferente do previsto.
- ♦ Parte de – a concentração do insumo previsto foi reduzida.

Para cada palavra chave são estudadas, na seqüência as:

- ♦ conseqüências;
- ♦ causas prováveis;
- ♦ ações sugeridas para corrigir o problema.

♦ Método “Que aconteceria se... (What-if)

Nesta metodologia mais flexível de Estudo de Riscos Operacionais as palavras chaves são substituídas pelas seguintes locuções:

- ♦ Que aconteceria se...?
- ♦ O que pode ser feito para corrigir o problema?

O desenvolvimento da metodologia, mediante a formulação sistemática e repetitiva das duas perguntas, por parte de uma equipe experiente, permite aprofundar a análise das diferentes fases do processamento industrial e facilita a identificação de possíveis desvios do processo, que desencadeariam acidentes adversos na fase operacional.

Para que este método atinja plenamente seus objetivos, é necessário que o mesmo seja desenvolvido por uma equipe experiente e que seja versada nas duas metodologias, que podem ser utilizadas complementarmente.

7) Estudo do Método Dow

Este método qualitativo e quantitativo foi desenvolvido por técnicos da Companhia Dow Chemical, com o objetivo de caracterizar índices numéricos, que permitem classificar as diversas unidades de processamento industrial, em função do nível de risco de ocorrência de incêndios e explosões. Caracterizando osÍndices de Incêndio e Explosão – IIE.

Esta metodologia foi desenvolvida com a finalidade de induzir respostas para as seguintes questões:

- ♦ Qual o nível de risco da unidade de processamento estudada?
- ♦ Qual a provável área, que será danificada, em caso de sinistro?
- ♦ Qual o valor do dano máximo provável à propriedade – DMPP?
- ♦ Qual a provável duração da indisponibilidade da instalação, caso ocorra sinistro? Ou seja, a estimativa dos dias máximos prováveis de interrupção – DMPI.

♦ Estudo Sumário da Metodologia

Este método fundamenta-se no estudo circunstanciado das seguintes variáveis, por parte de equipes técnicas experientes:

- ♦ Fator material – Fator M
- ♦ Riscos Gerais do Processo – Fator RGP
- ♦ Riscos Específicos do Processo – Fator REP
- ♦ Fator de Bonificação Relacionado com o Controle do Processo – Fator BCP
- ♦ Fator de Bonificação Relacionado com a Proteção contra Incêndios – Fator BPI

a. Estudo do Fator Material

O estudo desta variável relaciona-se com as características do material processado, relacionadas com o:

- ♦ Nível (índice) de inflamabilidade – NI
- ♦ Nível (índice) de reatividade – NR

O Índice de Inflamabilidade – NI indica a facilidade com que um determinado produto inicia o processo de ignição, ao entrar em contato com fontes externas de calor, chamas ou centelhas de diversas origens e é medido em função do ponto de fulgor.

Em função do Nível de Inflamabilidade – NI os materiais combustíveis são classificados da seguinte forma:

- ♦ Classe 1 - combustíveis cujo ponto de fulgor é mais baixo que 4°C, como a gasolina, a nafta, a benzina, o éter e a acetona.
- ♦ Classe 2 – combustíveis cujo ponto de fulgor é mais elevado que 4°C e mais baixo que 21°C, como o álcool etílico, o toluol e o acetatometílico.
- ♦ Classe 3 – combustíveis cujo ponto de fulgor é maior que 21° e menor que 93°C, como o querosene, a terebentina e o alcoolmetílico.

Cabe recordar que ponto de fulgor é a temperatura mínima, a partir da qual um determinado corpo ou produto combustível começa a desprender gases inflamáveis que, em contato com chama, fagulha ou outra fonte externa de calor, dão início ao processo de ignição.

O Índice ou Nível de Reatividade – NR indica a facilidade com que uma determinada substância ou composto químico reage espontaneamente com outros produtos, liberando energia para o meio ambiente, por intermédio de reações exotérmicas de caráter explosivo.

Os cálculos termodinâmicos relacionados com o Fator Material dependem da determinação do ponto de fulgor, que caracteriza o índice ou Nível de Inflamabilidade – NI e dos índices ou Níveis de Reatividade – NR dos materiais estudados e da temperatura de reação dos materiais explosivos.

Também é importante calcular o incremento da pressão provocada pela combustão instantânea dos produtos explosivos e estimar os efeitos das ondas de pressão em ambientes fechados e abertos.

O fator M pode ser definido a partir do estudo de tabelas ou de programas de computador, que integram num mesmo plano as variáveis relacionadas com o NI e o NR.

b) Estudo dos Riscos Gerais do Processo – Fator RGP (GPH)

Os riscos gerais do processo caracterizam fatores inerentes ao processo industrial, que podem contribuir para aumentar a magnitude do evento adverso ou acidente.

O Fator RGP relaciona-se com:

- ♦ o tipo de reação química que se processa nas Unidades de Processamento estudadas e com o nível de energia produzida por estas reações. Genericamente são considerados os seguintes índices: hidrogenação – 0,30; oxidação – 0,50 e halogenação – 1,00;
- ♦ os processos de manuseio e de transferência de produtos perigosos, como materiais inflamáveis, detonantes, altamente reativos, cáusticos e corrosivos na unidade de processamento, considerando atividades de carga, mistura de reagentes, descarga e armazenamento, a partir dos reatores ou cadinhos;
- ♦ o grau de isolamento, distanciamento, compartimentação e estanqueidade das unidades de processamento, que podem ser consideradas como focos potenciais de sinistros de elevado grau de periculosidade;
- ♦ as vias de acesso e de evacuação das unidades de processamento, considerando as necessidades de evacuação de pessoas em risco e de carregamento dos meios de combate aos sinistros.
- ♦ as necessidades de drenagem, exaustão e ventilação, relacionadas com os riscos de extravasamento de produtos perigosos, para o ambiente.

c) Estudo dos Riscos Específicos do Processo – Fator REP (SPH)

Os riscos específicos do processo são fatores inerentes ao processo industrial que podem contribuir para aumentar a probabilidade de ocorrência e a intensidade dos sinistros.

O Fator REP relaciona-se com as condições intrínsecas relativas ao processamento e com o nível de vulnerabilidade das unidades de processamento estudadas a vazamentos e a falhas de equipamentos, como:

- ♦ a temperatura em que se desenvolve o processo;
- ♦ as operações que ocorrem em níveis de temperatura próximos dos limites de inflamabilidade dos produtos reagentes;
- ♦ as necessidades de aquecimento e do uso de fogo em aquecedores e em outros equipamentos existentes nas unidades de processamento;
- ♦ a presença de produtos inflamáveis, explosivos, corrosivos, cáusticos e altamente reativos nas unidades de processamento estudadas;
- ♦ a quantidade de energia produzida pelas reações exotérmicas;
- ♦ o nível de potência dos equipamentos rotativos e das bombas compressoras e os riscos de superaquecimento ou de centelhamento;
- ♦ as condições de pressão no interior das tubulações e dos reatores;
- ♦ as vulnerabilidades das tubulações, conexões e válvulas de segurança à corrosão, à erosão e ao trabalho físico;
- ♦ as possibilidades de ocorrerem danos estruturais em função do trabalho físico ou de bruscas oscilações de temperatura e de pressão no interior dos equipamentos ou tubulações;
- ♦ os níveis de pressão a que estão submetidas as válvulas de segurança;
- ♦ as vulnerabilidades das tubulações,, conexões e válvulas de pressão aos vazamentos.

Todos estes fatores devem ser devidamente ponderados, por uma equipe multidisciplinar experiente e com amplos conhecimentos relacionados com o processo industrial examinado.

d) Estudo do Fator de Bonificação Relacionado com o Controle dos Processos – Fator BCP

O estudo do fator BCP deve considerar as seguintes variáveis:

- ♦ a existência de sistemas de monitorização do processo industrial;
- ♦ a existência de sistemas de alívio;
- ♦ a existência de fontes alternativas de suprimento de água e de energia, como reservatórios de grande capacidade e grupos geradores de elevadas potências;
- ♦ a existência de gases inertes e de outros produtos que possam atuar como inibidores de reações exotérmicas de padrão oxidativo;
- ♦ o grau de isolamento, compartimentação, estanqueidade e distanciamento da unidade de processamento estudada, com relação a prováveis focos de sinistros;
- ♦ a capacidade de refrigeração automática dos sistemas sujeitos a riscos de superaquecimento.

e) Estudo do Fator de Bonificação Relacionado com a Proteção contra Incêndios – Fator BPI

O estudo do Fator BPI deve considerar as seguintes variáveis:

- ♦ existência de sistemas de monitorização, alerta e alarme contra incêndios;
- ♦ existência de sistemas de combate a incêndios adequadamente dimensionados, para as necessidades estimadas;
- ♦ existência de Brigadas ou Grupamentos de Combate a Incêndios, devidamente organizados, equipados e adestrados.

♦ Estimativa do Índice de Incêndio e de Explosão – IIE

O índice de incêndio e de explosão é ponderado em função de três conjuntos de variáveis, de acordo com a seguinte equação matemática:

$$\text{IIE: Fator } \mathbf{M} \times \text{Fator } \mathbf{RGP} \times \text{Fator } \mathbf{REP}$$

Estes fatores podem ser estimados numericamente, com um nível de precisão aceitável, consultando-se tabelas e programas de computadores, que vêm sendo constantemente aperfeiçoados.

Em função do IIE, as unidades de processamento podem ser hierarquizadas, de acordo com os seguintes níveis de risco:

IEC	NÍVEL DE RISCO
1 a 60	Ligeiro
61 a 96	Moderado
97 a 127	Intermédio
128 a 158	Intenso
Acima de 158	Muito Intenso

Estes índices associados aos cálculos termodinâmicos facilitando a estimativa do:

- ♦ Raio Máximo de Exposição aos Riscos de Danos e Prejuízos – RME
- ♦ Dano Máximo Provável à Propriedade – DMPM
- ♦ Número Máximo de Dias de Provável Interrupção – DMPI

Evidentemente, na estimativa destes valores, além de considerar o Índice de Incêndio e de Explosão – IIE, há que considerar os Fatores de Bonificação Relacionados com o controle do Processo – Fator BCP com a Proteção Contra Incêndios – Fator BPI.

Nestas condições a fórmula matemática seria a seguinte:

$$Y = \frac{\text{IIE}}{\text{Fator BCP} \times \text{Fator BPI}} \text{ ou } \frac{\text{Fator M} \times \text{Fator RGP} \times \text{Fator REP}}{\text{Fator BCP} \times \text{Fator BPI}}$$

Ao se aplicar a metodologia, estima-se:

- ♦ Numa primeira fase – o Raio Máximo de Exposição a Danos e Prejuízos – RME;
- ♦ Numa segunda fase – o valor dos equipamentos existentes na provável área afetada;
- ♦ Numa terceira fase – as disponibilidades do mercado para suprir os equipamentos afetados e os prazos de entrega, reinstalação e de testes.

8. Estudo do Método Monel

Este método foi desenvolvido a partir do método DOW e é específico para analisar a reatividade química, a inflamabilidade, o potencial explosivo e o nível de toxicidade dos insumos, produtos intermediários, produtos acabados e os resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões gasosas resultantes do processamento industrial desenvolvido em uma determinada planta.

Este método é extremamente útil para definir alternativas de gestão e para facilitar:

- ♦ o planejamento, a arquitetura e a especificação dos sistemas de monitorização, de alívio e de segurança;
- ♦ o planejamento e a especificação de equipamentos destinados ao processamento industrial, ao fluxo de produtos perigosos em condições seguras e à proteção ambiental.

Dentre os sistemas arquitetados com a finalidade proteger o ambiente e cenários vulneráveis, há que destacar os:

- ♦ sistemas de drenagem e de tratamento de efluentes líquidos potencialmente perigosos para o meio ambiente e de produtos químicos que podem extravasar acidentalmente;
- ♦ sistemas de deposição de resíduos sólidos, definidos como “corpos-de-bota-fora”;
- ♦ sistemas de exaustão de ar contaminado ou poluído por emissões gasosas e por elementos particulados ou poeiras;
- ♦ sistemas de ventilação e de renovação do ar;
- ♦ bacias de contenção e sistemas de filtração de partículas sólidas e de emissões poluidoras do ar atmosférico.

9. Ranqueamento de Riscos (Check List)

O ranqueamento de Risco ou Lista de Conferência pode ser considerado como:

- ♦ um método sumário e específico de levantamento de riscos;
- ♦ uma fase obrigatória que acontece em todos os demais métodos de análise de riscos examinados neste trabalho.

Em essência, a metodologia consiste na preparação de uma série de itens, que permitam direcionar a atenção da equipe técnica para o estudo do processo industrial, dos produtos químicos industrializados, dos equipamentos, dos manuais de operação e de outros itens considerados importantes.

A relação, preparada com a devida antecedência pela equipe técnica, direciona a atenção dos técnicos para cada um dos itens da relação, dentro de uma sucessão lógica e encadeada de questionamentos.

Como método específico de análise de riscos, o ranqueamento de riscos permite a verificação dos riscos mais freqüentes que podem ocorrer em cada uma das unidades de processamento da planta industrial.

Evidentemente, esta verificação pode ser aprofundada e aperfeiçoada, em função da experiência da equipe e da necessidade de intensificar a investigação.

As listas de conferência relacionadas com o ranqueamento de riscos são correntemente utilizadas durante a(s):

- ♦ fases iniciais do planejamento
- ♦ construção da planta e na montagem dos equipamentos
- ♦ elaboração dos manuais de operação
- ♦ fase operacional

Redução dos Riscos de Desastres

a) Estudo dos Sistemas de Alívio

Os sistemas de alívio são conceituados como um conjunto de equipamentos e de normas operacionais previstos no projeto de uma determinada planta industrial, com a finalidade específica de bloquear seqüências de acidentes ou eventos intermediários, evitando a propagação do desastre e minimizando os danos e prejuízos conseqüentes.

Os sistemas de alívio devem ser programados para atuarem de forma automatizada e em íntima conexão com os sistemas de monitorização, funcionando como órgãos efetores dos sistemas de segurança.

Os sistemas de alívio são arquitetados para atuarem como órgãos efetores desencadeando respostas pré-estabelecidas aos desvios significativos dos parâmetros estabelecidos, relativos ao funcionamento homeostático das unidades de processamento, que são detectados pelos sistemas de monitorização.

As respostas dos órgãos efetores podem ser automatizadas ou telecomandos como as atividades de pesqueiras na área de desenvolvimento dos sistemas de alívio são muito intensas, qualquer tentativa de sistematização de todos os sistemas existentes, será ultrapassada pela concepção de novos sistemas.

De um modo geral, os sistemas de alívio são planejados e arquitetados com as seguintes finalidades gerais:

- ♦ Reduzir a velocidade do fluxo de produtos reagentes, em casos de hipertensão ou hipotensão, superaquecimento e outros desvios significativos dos parâmetros de normalidade.
- ♦ Desviar o fluxo de produtos perigosos, por intermédio de sistemas alternativos de tubulação, comandados por válvulas de segurança, em casos de extravasamento de produtos perigosos ou de riscos significativos de incêndios e explosões.
- ♦ Esvaziar tanques e depósitos de combustíveis localizados nas proximidades de focos de incêndio, por intermédio de sistemas telecomandados de tubulações subterrâneas planejados para transferir combustíveis para depósitos localizados em áreas seguras.
- ♦ Resfriar automaticamente o ambiente, por intermédio de chuveiros de teto (*sprinklers*), que são acionados quando os sistemas de monitorização detectam ionização do ar, aquecimento, fumaça ou chama.
- ♦ Resfriar tubulações superaquecidas, por intermédio de sistemas trocadores de energia térmica, constituídos por serpentinas hiper-refrigeradas.
- ♦ Resfriar tanques e depósitos de combustíveis localizados nas proximidades dos focos de incêndio, por intermédio de sistemas telecomandados que despejem cortinas de água hiper-refrigerada pelas paredes externas dos tanques, ou por sistemas tele-direcionados que lancem jatos de água.
- ♦ Substituir o oxigênio comburente por gases inertes, como o gás carbônico, em casos de incêndios em compartimentos estanques, após o bloqueio de todas as aberturas de comunicação.
- ♦ Injetar produtos inertes, neutralizadores e bloqueadores de reações químicas nos reatores, quando os sistemas de monitorização detectarem sinais de hiperativação da reatividade química.

b) Sistemas de Combate aos Incêndios

De uma forma bastante resumida, os sistemas de combate aos incêndios são constituídos por um(a):

- ♦ subsistema de monitorização, alerta e alarme
- ♦ rede de hidrantes
- ♦ rede de unidades de extintores portáteis

O Subsistema de Monitorização, Alerta e Alarme é acoplado ao posto de comando e à rede de comunicações e informações e funciona:

- ♦ automaticamente, todas as vezes que ocorrerem sinais de incêndio ou que um equipamento de combate a incêndios for acionado;
- ♦ manualmente, todas as vezes que um operador presenciar um princípio de incêndio;

A rede de hidrantes internos e externos é acoplada a reservatórios elevados e subterrâneos, os quais são dotados de conjuntos de motobombas e de conexões, para uso do Corpo de Bombeiros, em operações de reforço da carga hídrica.

As Unidades de Extintores Portáteis são instaladas de acordo com o estabelecido nas Normas de Seguros Contra Incêndios e cabe recordar que os principais agentes extintores utilizados são os de:

- ♦ gás carbônico
- ♦ pó químico
- ♦ espuma
- ♦ água gás
- ♦ compostos halogenados

A seleção destes produtos depende dos seguintes fatores:

- ♦ natureza do fogo a extinguir;
- ♦ produto recomendado para a extinção do fogo;
- ♦ quantidade dos equipamentos extintores calculada para unidade extintora.

O Regulamento de Tarifas de Seguro Incêndio – RTISB, adotado no Brasil regulamenta a estruturação dos sistemas de combate a incêndios, definindo inclusive o posicionamento e a sinalização dos equipamentos.

No Título desta obra relacionado com incêndios tecnológicos este sistema é apresentado de forma mais detalhada.

c) Sistemas de Proteção Ambiental e Individual

Dentre os equipamentos de proteção ambiental desenvolvidos para as plantas industriais, há que destacar:

- ♦ os subsistemas de drenagem e de tratamento de produtos perigosos sob a forma líquida, que podem extravasar acidentalmente das tubulações e de efluentes líquidos resultantes do processamento industrial;

- ♦ os subsistemas de depósito e de tratamento de resíduos sólidos resultantes do processamento industrial, inclusive corpos-de-bota-fora devidamente protegidos e isolados;
- ♦ os subsistemas de exaustão do ar contaminado ou poluído por emissões gasosas ou partículas sólidas.
- ♦ os subsistemas de renovação e de purificação do ar ambiental;
- ♦ os diferentes subsistemas de tratamento das fumaças industriais, inclusive filtros eletrostáticos de partículas sólidas e de emissões tóxicas.
- ♦ incineradores de grande potência, utilizados para destruir produtos químicos persistentes que apresentam riscos de se acumularem nos ecossistemas;

7. Definição de Alternativas de Gestão para a Redução de Desastres

A definição de alternativas de gestão tem por objetivo promover o Plano Diretor de Prevenção de Desastres Industriais o qual é composto pelo:

- ♦ Planejamento Preventivo
- ♦ Planejamento de Segurança Industrial
- ♦ Planejamento de Contingência

O Planejamento preventivo é desenvolvido através de medidas estruturais e não-estruturais e tem por objetivos fundamentais reduzir a:

- ♦ probabilidade de ocorrência e a magnitude dos eventos adversos;
- ♦ vulnerabilidade dos cenários naturais ou modificados pelo homem aos efeitos nocivos destes eventos.

O Planejamento da Segurança Industrial tem por finalidade reduzir os níveis de insegurança intrínseca, inerentes ao processamento industrial.

O Planejamento de Contingência tem por objetivo estabelecer as medidas de resposta aos desastres, relacionados com o combate aos sinistros e com a redução dos danos humanos, materiais e ambientais e dos consequentes prejuízos econômicos e sociais. Nos grandes distritos industriais, os planos de Contingência podem ser concatenados e gerarem os Planos de Auxílio (Apoio) Mútuo.

7.1. Planejamento Preventivo

No Planejamento Preventivo, que é conduzido com ênfase na redução das vulnerabilidades dos cenários aos desastres potenciais, há que destacar o desenvolvimento de medidas:

- ♦ Não-estruturais, como o uso adequado do espaço geográfico, a implementação de programas de preparação para emergências e desastres e a implementação de normas de segurança, relacionados com a proteção dos cenários.
- ♦ Estruturais, relativas à segurança estrutural, ao planejamento das áreas de refúgio e dos corredores de circulação horizontal e vertical e ao planejamento da infra-estrutura do sistema de combate a incêndios.

♦ **Enfoque Urbanístico**

Na localização e urbanização das Plantas e Distritos Industriais e das demais instalações que manipulam produtos perigosos, há que considerar as seguintes áreas:

- ♦ Áreas de Riscos Intensificados em Áreas Críticas
- ♦ Áreas de Exposição
- ♦ Áreas de Proteção
- ♦ Áreas de Refúgio
- ♦ Áreas *Non-Aedificandi*
- ♦ Áreas de Segurança

Áreas de Riscos Intensificados em Áreas Críticas

São aquelas onde existe uma grande probabilidade de ocorrência de desastres. Após a ocorrência do desastre, estas mesmas áreas passam a ser denominadas como áreas críticas.

Áreas de Exposição e Proteção

De contorno aproximadamente circular, a área de exposição é demarcada ao redor de um foco de provável desastre tecnológico, onde se calcula que podem ocorrer riscos significativos, em circunstâncias de desastres.

Ao redor das áreas de exposição são demarcados perímetros de segurança com a finalidade de delimitar as áreas de proteção dos cenários vulneráveis.

Estas áreas, de responsabilidade e propriedade das empresas, são demarcadas, cercadas e densamente arborizadas, com o objetivo de:

- ♦ circunscrever os focos de riscos;
- ♦ distanciar os focos de riscos das áreas vulneráveis;

- ♦ proteger os recursos naturais e os componentes essenciais dos sistemas ecológicos, como mananciais e nascentes.

Os locais de depósitos dos rejeitos sólidos e as bacias de decantação dos efluentes líquidos resultantes do processamento industrial também devem ser circunscritas por áreas de proteção de dimensões adequadas.

Áreas de Refúgio

São localizadas e construídas no interior das plantas industriais, naqueles locais onde os efeitos físicos, químicos e biológicos dos desastres poderão ser tão intensos, que possam apresentar riscos para a sobrevivência e a incolumidade das pessoas afetadas.

As áreas de refúgio e os corredores protegidos são arquitetados e construídos no interior das instalações de alto risco, com a finalidade de aumentar a probabilidade de sobrevivência e a incolumidade, durante as operações de evacuação das pessoas em risco, de combate aos sinistros e de carreamento dos meios.

Áreas *Non-Aedificandi*

As áreas de riscos intensificados e as áreas de exposição e de proteção devem ser consideradas como áreas *non-aedificandi* e as posturas municipais devem proibir a construção de habitações e de outras edificações no interior destas áreas.

Áreas de Segurança

São demarcadas em locais onde há certeza de que não ocorrerão danos em circunstâncias de desastres. Estas áreas, para onde serão evacuadas as pessoas, em circunstâncias de desastres, devem ser:

- ♦ de fácil acesso;
- ♦ bem dimensionadas;
- ♦ suficientemente distanciadas das áreas críticas, para não interferirem nas operações de resposta aos desastres.

Uso Adequado do Espaço Geográfico

Na escolha da área onde se planeja construir uma planta industrial de produtos perigosos, há que considerar os seguintes fatores:

- 1) Distanciamento das Áreas Vulneráveis e das áreas de risco de ocorrência de outros desastres. O maior ou menor distanciamento depende:
 - da possível intensidade dos desastres previstos;

- do relevo topográfico da área;
- das condições climáticas dominantes;
- das categorias de conseqüências gerais, como incêndios, explosões e vazamentos de produtos perigosos, mais prováveis de ocorrerem.

2) O dimensionamento da área destinada à construção das plantas e distritos industriais deve ser suficientemente espaçoso para permitir:

- futuras expansões
- uma adequada nucleação e espaçamento dos focos de desastres potenciais

A nucleação e o espaçamento dos focos de riscos, constituem-se nas medidas não-estruturais mais eficientes que devem ser desenvolvidas para evitar a generalização dos desastres.

Por estes motivos, é imperativo que na urbanização de um (a):

- ♦ distrito industrial, as plantas industriais sejam adequadamente distanciadas das demais;
- ♦ planta industrial, as unidades de processamento de elevado nível de riscos também sejam suficientemente distanciadas das demais.

É desejável que se considere as conseqüências do pior caso, para se definir o distanciamento dos prováveis focos de risco.

3) Condições Geográficas da Área

- ♦ Barreiras topográficas naturais, complementadas por barreiras artificiais, são extremamente eficazes para limitar a propagação de ondas de choque e de irradiações térmicas.
- ♦ Áreas com lençóis freáticos superficializados ou sujeitas a inundações são contra-indicadas para a instalação de industriais de produtos perigosos.
- ♦ Grandes obras de engenharia não devem ser localizadas em áreas com falhas geológicas e nas proximidades de terrenos inconsolidados e de áreas de encostas íngremes sujeitas a:
 - movimentos gravitacionais de massa, como escorregamentos de solo, corridas de massa, rastejos e quedas, tombamentos e rolamentos de rochas;
 - processos de transporte de massas, como ravinamentos, formação de boçorocas e desbarrancamentos.

- ♦ As condições atmosféricas das áreas também devem ser consideradas:
 - o regime dos ventos dominantes, os riscos de chuvas concentradas e de desastres eólicos intensos devem ser verificados;
 - indústrias pesadas, com elevados riscos de poluição atmosférica não devem ser localizadas em áreas sujeitas a freqüentes fenômenos de inversão térmica, com grandes reduções da circulação vertical do ar;

c) Implantação de Normas e Procedimentos de Segurança

A Engenharia de Segurança é a principal responsável pelo planejamento global das medidas de segurança e pelo estabelecimento de procedimentos padronizados, que tenham por objetivo:

- ♦ aumentar os níveis de segurança no ambiente de trabalho;
- ♦ reduzir a incidência dos acidentes de trabalho.

Os Regulamentos e Normas de Segurança devem ser minuciosamente discutido, em todos os escalões da instituição, com o apoio das equipes técnicas e, após aprovados, devem rigorosamente cumpridos por toda a força-de-trabalho.

As equipes de auditoria interna são responsáveis pelo fiel cumprimento da regulamentação e, para tanto, devem percorrer toda a instalação, observando o cumprimento dos procedimentos estabelecidos, por parte dos operadores. O descumprimento da regulamentação implica num período de reciclagem e de treinamento em serviço.

d) Programa de Preparação para Emergências e Desastres

Nesta área cabe ressaltar a importância da organização, equipamento e adestramento das Brigadas Anti-Sinistros, que normalmente são constituídas pelos seguintes grupamentos especializados:

- ♦ Grupamento de Combate aos Sinistros;
- ♦ Grupamento Químico;
- ♦ Grupamento de Busca e Salvamento;
- ♦ Grupamento de Atendimento Médico-Emergencial.

Os Corpos de Bombeiros Militares podem cooperar no adestramento destas Brigadas e, ao término do período de adestramento, todos os elementos da Brigada devem estar capacitados para:

- ♦ desencadear o plano de contingência, quando necessário;
- ♦ utilizar corretamente todos os equipamentos de combate aos sinistros existentes na planta industrial;
- ♦ transportar feridos em macas ou em meios de transporte improvisados;
- ♦ ministrar os primeiros socorros, mobilizações provisórias e encaminhar os feridos para tratamento médico emergencial;
- ♦ conduzir o pessoal a ser evacuado pelas vias de fugas estabelecidas.

Todos os componentes da Brigada devem ser reciclados periodicamente e dispor de:

- ♦ uniformes, com coletes e distintivos que facilitem sua identificação;
- ♦ equipamentos de proteção individual, como capuzes ou capacetes, luvas, botas, cordas de cintura com mosquetão, capas impermeabilizadas, máscaras e outros.

Evidentemente, cada um dos grupamentos que compõem a Brigada deve ser treinado exaustivamente para desempenhar adequadamente suas atribuições específicas.

e) Segurança Estrutural

Plantas industriais devem ser planejadas, arquitetadas e calculadas para serem seguras, salubres, funcionais e impecavelmente limpas.

As preocupações com as fundações e com a segurança estrutural das edificações devem ser dominantes.

As estruturas devem ser construídas com uma muito boa margem de segurança contra os riscos previsíveis e com um nível de complexidade compatível com as dimensões da obra e com as cargas previstas.

f) Estudo dos Corredores de Circulação e da Áreas de Refúgio

Além dos estudos de fluxos, relacionados com as atividades rotineiras, nas indústrias de produtos perigosos há que planejar as áreas de refúgio, e as vias de acesso e de fuga e evasão, que serão utilizadas em circunstâncias de desastres.

As áreas de refúgio são planejadas, arquitetadas e construídas, com a finalidade de aumentar as probabilidades de sobrevivência e de incolumidade das pessoas, em circunstâncias de sinistros de grande intensidade. Quando são previstas condições ambientais extremamente adversas, para seres humanos, nas proximidades

dos focos de sinistros, as ações de combate aos sinistros podem ser telecomandadas, a partir das áreas de refúgio, por sistemas efetores altamente robotizados.

As áreas de refúgio são arquitetadas e planejadas como estruturas autônomas e reforçadas e são construídas de forma dependente do restante da edificação, da qual são separadas por antecâmaras estanques e protegidas por portas corta-fogo que bloqueiam a penetração do fogo, de fumaças, ou ondas de choque e de emanções perigosas.

As áreas de refúgio devem ser dotadas de parede espessas, construídas com material não combustível e de baixo nível de condução de calor e suficientemente reforçadas para resistirem ao impacto de ondas de pressão. O uso de materiais celulósicos, resinas de metais e de outros produtos facilmente combustíveis, bons condutores de calor, deve ser absolutamente vetado nas áreas de refúgio.

Estas áreas e os corredores de circulação vertical e horizontal devem dispor de circuitos e fontes de energia independentes, em condições de alimentar luminárias e exaustores de fumaça, em circunstâncias de desastre, mantendo o ar respirável e, sempre que possível, num nível de pressão mais elevada do que no ambiente circundante.

A circulação vertical e horizontal, a partir das áreas de concentração de evacuados e de refúgio, deve ser planejada e arquitetada com especificações semelhantes as das áreas de refúgio e o uso de materiais celulósicos, resinosos, metálicos e de outros facilmente combustíveis e bons condutores de calor é absolutamente vetado nestas instalações.

As escadas enclausuradas utilizadas como vias de fuga, em circunstâncias de incêndio, além das características apontadas acima devem ser:

- ♦ construídas em caixas verticais, com estrutura reforçada e independente das estruturas de sustentação do restante da edificação.
- ♦ ligadas, nos diferentes pisos, por antecâmaras estanques, dotadas de portas corta-fogo, que se abrem no sentido do fluxo e de equipamentos autônomos de iluminação e de exaustão.
- ♦ construídas de forma absolutamente estanque, com relação ao ambiente externo, de forma a bloquear a penetração de chamas, fumaças e gases aquecidos, nos casos de incêndios, que envolvam as edificações.
- ♦ construídas sem vão central e sem comunicação entre os lemas de escada, para evitar a ascensão de gases aquecidos e de chamas pelo espaço da escada, em função do efeito Venturi.
- ♦ dotadas de degraus amplos, sem perigosos estreitamentos na parte central e com amplos patamares interpostos.

g) Medidas de Redução dos Riscos de Incêndio, Explosões e Vazamentos de Produtos Perigosos

As medidas de redução dos Riscos de Incêndio dependem do controle e da redução:

- ♦ da carga combustível;
- ♦ da carga comburente;
- ♦ do efeito calor;
- ♦ das causas de ignição.

O controle da carga combustível depende da redução do uso de resinas e de produtos celulósicos e do tratamento de produtos potencialmente combustíveis com agentes retardantes da combustão. Os ductos de combustíveis devem ser facilmente acessíveis, absolutamente estanques e bem sinalizados. A monitorização dos ductos e a interligação com rede de alívio facilita o controle da rede de ductos.

O controle da carga comburente cresce de importância nas áreas onde existem tubulações de ar comprimido ou de oxigênio e nos espaços muito ventilados.

O controle do efeito calor é de suma importância nas instalações onde circulam combustíveis com baixos pontos de fulgor e, nestes casos, devem ser planejados sistemas de alívio constituídos com baixos pontos de fulgor e, nestes casos, devem ser planejados sistemas de alívio constituídos por serpentinas refrigeradas e chuveiros de teto.

O controle das causas de ignição começa com o controle da rede de energia elétrica e cresce de importância nas áreas de caldeira e nos locais onde é necessário utilizar o fogo no processamento industrial.

♦ **A Redução dos Efeitos das Explosões** é conseguida:

- ♦ pela nucleação, compartimentação, distanciamento e estanqueidade dos focos de risco de explosão;
- ♦ pelo direcionamento das ondas de choque;
- ♦ pela construção de refúgios adequados.

A compartimentação dos focos de risco pode tomar partido do relevo e ser complementada por barreiros de aterros artificiais muito bem consolidados.

As unidades de processamento devem ser arquitetadas de forma a dirigir a onda de choque para cima, a fim de facilitar sua dissipação no espaço. Nestas condições, os telhados são construídos para serem levantados pela onda de choque.

Em casos de riscos intensos, os operadores podem telecomandar o processamento industrial a partir de câmaras de refúgio protegidas contra o efeito explosivo.

♦ **A Redução dos Riscos de Vazamentos de Produtos Perigosos** depende da (o):

- ♦ correta especificação e do controle de qualidade dos ductos ou tubulações, das juntas e conexões e das válvulas de segurança;
- ♦ correta instalação do sistema ductal, o qual deve ser suficientemente flexível para “trabalhar” e evitar riscos de fraturas;
- ♦ adequado revestimento do sistema tubular, em função das características do produto transportado e de sua reatividade química;
- ♦ existência de um sistema de monitorização bastante sensível às mudanças significativas dos parâmetros de funcionamento da rede tubular.
- ♦ existência de um sistema de alívio, que permita bloquear e desviar o fluxo dos produtos perigosos, em caso de vazamento dos mesmos;
- ♦ existência de um sistema de drenagem eficiente, no caso de produtos líquidos e de exaustão, no caso de produtos gasosos.

7.2. Planejamento da Segurança Industrial

Ao se planejar a segurança industrial há que se preocupar com a redução das ameaças ou dos eventos adversos potenciais causadores de desastre os quais podem ser de origem externa e de origem interna.

- ♦ Dentre os eventos adversos de origem interna, há que considerar:
 - falhas de equipamento
 - erros humanos

a) Eventos Adversos de Origem Externa

A redução dos riscos de desastres provocados por fenômenos naturais e pela propagação de sinistros de instalações vizinhas é obtida por intermédio do(a):

- ♦ distanciamento das áreas de riscos intensificados de desastres naturais e de desastres tecnológicos;
- ♦ proteção da planta industrial contra fenômenos naturais adversos e contra a propagação de sinistros originados em áreas vizinhas.

A redução dos riscos provocados pelo colapso do suprimento de água e de energia também deve ser planejada.

- ♦ Sempre que possível as plantas industriais, sensíveis a estes colapsos, devem ser supridas por, no mínimo, dos sistemas independentes de suprimento de água e energia.
- ♦ Um sistema de geradores que dispara automaticamente em caso de colapso das redes de distribuição de energia, deve manter energizadas as áreas críticas. Para proteger os sistemas de computadores um sistema de pilhas extremamente potentes deve ter condições de entrar em funcionamento de forma instantânea.
- ♦ No caso do suprimento de água, há que ter sempre presente as necessidades da rede de hidrantes e grandes sistemas subterrâneas e elevadas devem ser instaladas.

As ameaças de origem antropogênica também devem ser consideradas. Plantas industriais podem ser alvo de sabotagem, espionagem industrial, furtos e roubos e, por estes motivos, devem estruturar competentes serviços de vigilância, que impeçam a entrada de pessoas em locais não autorizados. Com o advento dos circuitos internos de televisão, os serviços de vigilância aperfeiçoaram sua capacidade de fiscalização permanente das áreas de circulação e dos pontos sensíveis.

O mau hábito de lançar balões, durante as festividades de São João aumentou a preocupação relacionada com o surgimento de incêndios em áreas industriais.

A melhor forma de abordagem relacionada com os riscos de propagação de desastres, a partir de instalações vizinhas é a estruturação de Planos de Auxílio (Apoio) Mútuo, envolvendo todas as empresas do Distrito Industrial, e que tem por objetivo bloquear o desastre no nascedouro, no mais curto prazo possível.

b) Redução das Falhas de Equipamentos

A redução das falhas dos equipamentos depende das seguintes alternativas de gestão:

- ♦ Minuciosa e adequada especificação dos equipamentos.
- ♦ Recepção, controle de qualidade e supervisão da montagem dos equipamentos.
- ♦ Manutenção preventiva adequada.
- ♦ Monitorização do funcionamento das unidades de processamento.
- ♦ Estruturação dos Sistemas de Alívio e de Segurança.

Uma minuciosa e adequada especificação dos equipamentos que serão adquiridos e instalados pela empresa montadora, é de capital importância para o futuro desempenho da planta industrial.

Sem nenhuma dúvida, a especificação dos equipamentos é a etapa mais importante do planejamento de uma planta industrial. Qualquer falha de especificação repercutirá muito desfavoravelmente sobre a operacionalidade da indústria e os problemas resultantes, quando detectados, serão de solução difícil e onerosa.

A especificação deve ser absolutamente precisa e deve ser minuciosamente debatida e acordada pelas equipes técnicas da empresa contratante e da responsável pelo detalhamento do planejamento.

Somente as equipes técnicas experientes e com profundo conhecimento do processo industrial, o objeto do planejamento, e dos equipamentos de elevada qualidade e confiáveis existentes no mercado nacional e estrangeiro têm condições de especificar corretamente.

Evidentemente deve ser priorizada a especificação dos equipamentos críticos, correspondentes aos chamados comando de estudos.

Como a margem de lucro das empresas montadoras tende a crescer, em função das falhas de especificação, todas as vezes que um equipamento for mal especificado, serão adquiridos equipamentos mais baratos, que podem não ser os mais confiáveis.

O controle de qualidade dos equipamentos no momento da recepção também é de extrema importância. Todos os equipamentos e insumos devem ser conferidos e testados, por pessoal especializado, no momento da recepção.

É de capital importância que se verifique se o equipamento coincide com o especificado.

Também a montagem dos equipamentos nas unidades de processamento deve ser cuidadosamente acompanhada e supervisionada e, na medida em que são instalados, os equipamentos são testados e os parâmetros de funcionamento são conferidos.

♦ **Manutenção Preventiva**

Os estudos de recorrência de falhas nos equipamentos permitem estabelecer o número provável de ciclos operativos, a partir do qual uma determinada falha pode ocorrer.

Estes estudos permitem estabelecer a cronologia das atividades de manutenção preventiva dos equipamentos que constituem uma determinada unidade de processamento.

Uma adequada sistematização das atividades de manutenção preventiva aumenta a durabilidade e a confiabilidade dos equipamentos e é uma das atividades mais importantes para reduzir a ocorrência de desastres industriais.

As atividades de manutenção desenvolvem-se em 5 (cinco) escalões:

1) O primeiro escalão de manutenção é da responsabilidade do próprio operador do equipamento, que deve operá-lo obedecendo estritamente aos parâmetros de funcionamento estabelecidos nos manuais e realizar a manutenção de primeiro escalão, nos estreitos limites de suas atribuições.

Neste escalão os procedimentos padronizados de manutenção são extremamente simples e repetitivos, competindo ao operador testar diariamente as condições de funcionamento dos equipamentos, de acordo com uma lista de verificação estabelecida e proceder a pequenos ajustes autorizados.

A conferência da lista de verificação, de acordo com uma ordem cronológica de procedimentos, conferindo a presença ou a ausência de de funcionamento nos painéis de instrumentação é uma metodologia simples, mas eficiente, de testar o funcionamento de equipamentos complexos.

2) O segundo escalão de manutenção é da responsabilidade de uma equipe de manutenção orgânica da unidade de processamento. Esta equipe deve estar plenamente familiarizada com o funcionamento e a manutenção de todos os equipamentos instalados na unidade de processamento e deve estar capacitada para assessorar, supervisionar e prover apoio imediato de manutenção dos operadores.

Esta equipe é um dos elos mais importantes da cadeia de manutenção preventiva e o seu calendário de manutenção é organizado de forma que, a intervalos regulares de tempo, a equipe complete o ciclo de manutenção preventiva de todos os equipamentos da unidade de processamento.

3) O terceiro escalão de manutenção, da mesma forma que o quarto escalão, são da responsabilidade da Divisão de Manutenção da Planta Industrial. Este escalão é

desenvolvido por equipes especializadas de apoio direto, que são destacadas para executar as atividades de manutenção nas unidades de processamento, a intervalos de tempo regulares, de acordo com o calendário de manutenção.

Normalmente os especialistas do terceiro escalão de manutenção são adestrados na manutenção de sistemas e itens específicos dos equipamentos.

4) O quarto escalão de manutenção é da responsabilidade de equipes técnicas de apoio ao conjunto que normalmente operam nas instalações da própria Divisão de Manutenção, onde dispõem de bancadas dotadas de maiores recursos técnicos.

5) O quinto escalão de manutenção é da responsabilidade exclusiva da empresa produtora do equipamento ou de seus representantes autorizados, sob a supervisão de técnicos da Divisão de Manutenção.

No caso de grandes indústrias, equipes de quinto escalão podem ser destacadas para apoiar a planta industrial, em caráter permanente.

De um modo geral, o primeiro escalão procede a pequenos ajustes e se responsabiliza por lubrificações periódicas, os segundo, terceiro e quarto escalões procedem a manutenções preventivas, de acordo com rígidos cronogramas de manutenção, trocando itens de equipamentos defeituosos ou com prazos de durabilidade ultrapassados por itens oriundos de fábrica.

Somente as equipes de quarto e quinto escalões podem consertar determinados itens de equipamento, quando autorizados. Estes itens só retornam a cadeia de suprimento, após serem submetidos a rigorosos testes de funcionamento e de controle de qualidade.

c) Redução das Falhas Humanas

Os estudos epidemiológicos dos desastres tecnológicos com características focais permitem caracterizar que, na maioria das vezes, os erros humanos são a origem dos eventos críticos ou iniciais que desencadeiam as seqüências de eventos intermediários, que culminam no evento topo causador do desastre.

Estes estudos permitiram que se concluísse que, na maioria das vezes, as falhas humanas foram induzidas por:

- ♦ deficiências neurológicas provocadas por embriaguez alcoólica ou uso de drogas;
- ♦ condições ambientais desfavoráveis, inadequadas e inseguras;
- ♦ desenho inadequado das máquinas e equipamentos;
- ♦ fadiga e estresse dos operadores, inclusive por alimentação deficiente;
- ♦ deficiências na seleção física e psicotécnica dos recursos humanos;

- ♦ normas e procedimentos padronizados inadequados e pouco adaptados à neurofisiologia humana;
- ♦ programas de capacitação e de valorização dos recursos humanos deficientes.

Os estudos ergonômicos enfocam as relações de interdependência entre o homem e a máquina e contribuem para reduzir os erros humanos e para otimizar a:

- ♦ concepção, o projeto e o desenho de máquinas e equipamentos cada vez mais adequados e adaptados à anatomia, à fisiologia e à neurofisiologia humanas;
- ♦ seleção física e psicotécnica dos operadores;
- ♦ adestramento de operadores mais capacitados para a operacionalização dos equipamentos;
- ♦ especificação das condições ambientais que favoreçam o bom desempenho dos operadores e reduzam a incidência de erros humanos.

Estes estudos são desenvolvidos com a finalidade de reduzir:

- ♦ a probabilidade de ocorrência de erros humanos;
- ♦ os riscos de ocorrência de acidentes traumáticos e de intoxicação exógenas;
- ♦ a incidência de doenças profissionais.

♦ **Alternativas de Gestão**

Dentre as medidas de ordem genérica relacionadas com a redução dos fatores de riscos gerais e específicos do processo, há que destacar as seguintes:

- ♦ Incremento do Conforto Ambiental
- ♦ Exames Físicos e Psicotécnicos
- ♦ Motivação dos Recursos Humanos
- ♦ Programas de Redução das Causas de Estresse
- ♦ Programas de Treinamento e Capacitação
- ♦ Programas de Otimização do Condicionamento Físico e Mental
- ♦ Incremento da Automação, Robotização e das Atividades Telecomandadas

1) Exames Físicos e Psicotécnicos

Os exames físicos e psicotécnicos, conduzidos por uma equipe médica e psicológica eficiente, por ocasião da admissão e a intervalos regulares, são de capital importância para a valorização da força-de-trabalho.

Estes exames têm por objetivo verificar as condições de higiene, o estado geral e, em especial, os condicionantes físicos, neurosensoriais, neuromotores e psicotécnicos dos trabalhadores.

É importante ressaltar que as condições psicotécnicas e neurofisiológicas, inclusive as relacionadas com a higiene dos órgãos dos sentidos, variam em função das tarefas a serem desempenhadas e dos parâmetros estabelecidos, para cada caso, considerando as relações interativas entre o homem e a máquina.

2) Incremento do Conforto Ambiental

É necessário que o ambiente de trabalho seja planejado e arquitetado para evitar a agressão dos órgãos dos sentidos por condições ambientais nocivas aos mesmos.

O incremento das condições de conforto ambiental contribuem para reduzir as vulnerabilidades decorrentes da relação desarmoniosa e conflitiva entre o homem, a máquina e o ambiente de trabalho, as quais contribuem para incrementar os erros humanos, os acidentes de trabalho e as doenças profissionais.

O conforto ambiental diz respeito à (s/ao):

- ♦ limpeza do ambiente de trabalho;
- ♦ condições de iluminação;
- ♦ nível de ruídos;
- ♦ condições de temperatura e de conforto térmico;
- ♦ ausência de odores nocivos e de partículas em suspensão no ar;
- ♦ uso de pisos antiderrapantes;
- ♦ outras condições que aumentam o nível de conforto e de segurança e reduzem os riscos de acidentes.

3) Motivação dos Recursos Humanos

Pessoas motivadas trabalham mais felizes e são mais eficientes. Por estes motivos há que reforçar a auto-estima das pessoas e fazer com que elas se percebam importantes e valorizadas.

A metodologia mais empregada depende do binômio estímulo/recompensa, segundo o qual as pessoas são desafiadas para atingirem um determinado nível de desempenho e, caso a resposta seja positiva, são recompensadas e elogiadas.

No que diz respeito à segurança, a motivação depende de campanhas educativas, desencadeadas com a cooperação da Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – CIPA sobre a/o:

- ♦ importância da redução dos acidentes de trabalho provocados por falhas humanas;
- ♦ obrigatoriedade do uso de equipamentos de proteção;
- ♦ fiel cumprimento dos procedimentos de segurança estabelecidos.

4) Programas de Treinamento e de Capacitação

Os programas de treinamento e de capacitação são desenvolvidos com a finalidade de maximizar o desempenho dos operadores, minimizar a incidência de erros humanos e acidentes de trabalho e valorizar a força de trabalho.

Estes programas devem ser complementados por atividades de inspeção e de auditoria técnica do desempenho e de verificação da correta execução dos procedimentos padronizados.

Quando os desvios detectados forem muito grandes, a equipe de auditoria determina a reciclagem e o treinamento supervisionado em serviço dos operadores com problemas no cumprimento das condutas padronizadas.

Otimização do Condicionamento Físico e Mental

Um programa de otimização do condicionamento físico e mental da força-de-trabalho é de grande importância para a otimização da capacidade produtiva, para a redução da incidência de acidentes e para a valorização dos recursos humanos.

Normalmente este programa desenvolve-se nos seguintes campos de atuação:

- ♦ complementação alimentar
- ♦ ginástica postural e de extensão
- ♦ repouso
- ♦ recreação

Estes programas contribuem para melhorar as condições de higiene e de desempenho neuro-sensório-muscular e o estado geral dos trabalhadores e para reduzir o estresse e a incidência de erros humanos.

Trabalhadores bem alimentados aumentam a reserva de energia e, em consequência, o bom desempenho neuro-motor.

Como o desenvolvimento da musculatura extensora só se inicia após o nascimento, já que nos fetos predomina o tônus flexor, os mecanismos de tensão e de regressão desenvolvem-se predominantemente sobre a musculatura extensora. Alguns poucos minutos de ginástica postural e extensora, durante o expediente de trabalho, operam verdadeiros milagres, que se refletem num aumento de capacidade produtiva da força de trabalho.

Também está comprovado que alguns poucos minutos de “sesta”, após o almoço contribuem para melhorar a capacidade produtiva, no segundo turno do expediente. Da mesma forma, a recreação, a boa música, as atividades lúdicas contribuem para melhorar a capacidade produtiva e para valorizar a força de trabalho.

6) Redução das Causas de Estresse

Está comprovado que a fadiga física e mental e que o estresse contribuem para reduzir a capacidade produtiva e para incrementar as falhas humanas e os acidentes de trabalho.

Evidentemente, todas as medidas gerais, acima apresentadas, contribuem para reduzir as causas de estresse.

No entanto, a redução do estresse depende de atividades de assistência social e psicológica individualizadas. Cada paciente deve ser estudado e ouvido, para que seja possível diagnosticar quais os problemas individuais que prejudicaram sua “adaptação” aos seus ambientes de atuação.

É indispensável que o paciente seja incentivado enfaticamente a “verbalizar” suas queixas, suas frustrações e suas “desadaptações” e que se sinta valorizado, na medida em que as pessoas prestam atenção ao seu discurso. As equipes experientes sabem que a verbalização corresponde a mais de 70% do processo curativo.

7) Incremento da Automação, da Robotização e das Atividades Telecomandadas

A máquina humana é vulnerável aos traumatismos e é limitada por condicionantes relacionados com a capacidade de seus órgãos sensoriais e pelo menor nível de precisão de seus órgãos efetores, dependentes de respostas neuro musculares.

A evolução tecnológica dos tempos atuais, somada ao desenvolvimento dos programas de qualidade total, intensificaram as exigências relacionadas com os níveis de precisão e com a velocidade do fluxo de operações, fazendo com que, em muitos casos, os estreitos limites da máquina humana fossem ultrapassados.

Como consequência desta evolução e do desenvolvimento da Cibernética, os processos de automação, robotização e de telecomando foram intensificados e os riscos industriais relacionados com o processamento de produtos perigosos foram minimizados.

A automação, a robotização e o telecomando estão contribuindo para:

- ♦ reduzir a incidência de erros humanos, acidentes de trabalho e de traumatismos;
- ♦ incrementar as condições de salubridade, conforto, segurança e incolumidade no ambiente de trabalho;
- ♦ reduzir a incidência de doenças profissionais e proteger os trabalhadores contra riscos de traumatismos e de intoxicações exógenas;
- ♦ incrementar a procura de recursos humanos com elevados níveis de escolaridade e de capacitação técnica e bem adaptados às condições impostas pela revolução tecnológica;
- ♦ valorizar os recursos humanos melhor qualificados;
- ♦ reduzir drasticamente a força-de-trabalho, de menor nível de qualificação, empenhada em atividades industriais;

As atividades telecomandadas, a partir de áreas de refúgio bem protegidas, confortáveis e salubres estão contribuindo para aumentar o nível de segurança e de incolumidade das operadores.

A automação e a robotização estão contribuindo poderosamente para reduzir os erros humanos, principais causas de desastres tecnológicos de natureza focal.

O crescente desenvolvimento dos sistemas de monitorização e de alívio estão permitindo incrementar a retroalimentação dos sistemas e a manutenção da homeostase.

7.3. Planejamento de Contingência

O planejamento das ações de resposta aos desastres tecnológicos de natureza focal compreende dois grandes conjuntos de ações e ma interface:

1. Plano de Contingência Interno

Corresponde ao planejamento das ações de resposta aos desastres a serem desencadeadas no interior das instalações, com o objetivo de combater e controlar os sinistros e de minimizar os efeitos adversos das desastres sobre as instalações da planta industrial e sobre os recursos humanos da empresa afetada.

2. Plano de Contingência Externa

Corresponde ao planeamento das ações de resposta aos desastres, a serem desencadeadas no exterior da empresa, com a finalidade de minimizar os efeitos adversos dos desastres sobre os cenários localizados em áreas de exposição das plantas industriais e de proteger os estratos populacionais vulneráveis.

3. Interface

Compreende um conjunto de ações e procedimentos, que são comuns aos dois segmentos do plano, como o(a):

- ♦ acionamento do sistema de monitorização, alerta e alarme;
- ♦ isolamento da área afetada e o estabelecimento de perímetros de segurança;
- ♦ rápida evacuação de pessoas em situação de risco iminente;

a) Informações sobre o Plano de Apoio (auxílio) Mútuo

No caso de desastres de grandes proporções que podem ocorrer no âmbito dos Distritos Industriais são desenvolvidos os Planos de Apoio (auxílio) Mútuo.

Os Planos de Apoio Mútuo – PAM – fundamentam-se no princípio estratégico do Objetivo, segundo o qual o esforço principal das ações de combate ao sinistro deve ser concentrado, no menor espaço de tempo possível, sobre o foco do desastre, com o objetivo de evitar a propagação do sinistro.

Para tanto, é necessário que os responsáveis pela área de segurança das diferentes empresas industriais sediadas no Distrito Industrial – DI desenvolvem um Plano de Apoio Mútuo, cujo órgão operacional seja constituído por uma Brigada Anti-Sinistro do DI, a qual é constituída por Destacamentos das Unidades de Segurança das Plantas Industriais do DI.

Normalmente esta Brigada do DI é reforçada pela Unidade do Corpo de Bombeiros Militares responsável pelo apoio direto do Distrito Industrial.

b) Estrutura Responsável pelo Planeamento

Participam das atividades de planeamento e de articulação, relacionadas com o Plano de Apoio Mútuo, os representantes das seguintes instituições e grupos de interesse:

- ♦ Sistema Nacional de Defesa Civil, por intermédio de seus órgãos locais e mesorregionais;
- ♦ Corpo de Bombeiros Militares, por intermédio do Comando da Unidade responsável pelo apoio direto do DI;
- ♦ Governo local;

- ♦ Órgão de Segurança das Plantas Industriais;
- ♦ Trabalhadores das industriais sediadas no DI;
- ♦ Comunidades locais;
- ♦ Administração das Empresas sediadas no DI

c) Aspectos a Ressaltar

Os seguintes aspectos dos Planos de Contingência contra desastres tecnológicos de natureza focal devem ser considerados com elevado nível de prioridade:

- ♦ Definição das ações a realizar, relacionadas com as atividades de combate direto aos sinistros, socorro e evacuação da população em risco, assistência à população afetada e reabilitação dos cenários dos desastres.
- ♦ Seleção dos órgãos melhor vocacionados para o desempenho de cada uma das ações previstas.
- ♦ Articulação com os representantes dos órgãos selecionados, com o objetivo de aprofundar o planejamento das ações previstas e estabelecidas.
- ♦ Definição dos recursos institucionais, humanos e materiais necessários para assegurar concentração das ações planejadas.
- ♦ Detalhamento do plano de mobilização dos recursos e das necessidades de apoio logístico.
- ♦ Estabelecimento da cadeia de comando que deverá atuar em circunstâncias de desastres e dos mecanismos de articulação, coordenação e de mobilização.
- ♦ Estruturação da cadeia de comunicações.
- ♦ Desenvolvimento do Sistema de Alerta e Alarme em íntima conexão com a Monitorização dos fatores de riscos de desastres.
- ♦ Reavaliação de possíveis necessidades de construção de áreas de refúgio e de corredores protegidos para a evacuação de pessoas em risco e para o carregamento de recursos destinados às operações de combate aos sinistros.
- ♦ Delimitação das áreas de riscos intensificados de desastres, das áreas de exposição e dos perímetros de segurança.
- ♦ Cadastramento dos grupos populacionais vulneráveis.
- ♦ Seleção de Áreas de Segurança.
- ♦ Reconhecimento dos eixos de evacuação e balizamento dos pontos de embarque e dos itinerários e definição dos meios de transporte necessários.
- ♦ Estruturação dos abrigos temporários.
- ♦ Difusão do Planejamento para todos os órgãos direta o indiretamente envolvidos no Plano de Contingência.

- ♦ Realização de Campanhas de esclarecimento da população-alvo.

É importante ressaltar que o processo de planejamento deve ser permanentemente aperfeiçoado e atualizado.

d) Particularidades do Planejamento

As seguintes particularidades do planejamento devem ser alvo de uma atenção especial:

- ♦ Delimitação das Áreas de Risco e de Exposição.
- ♦ Cadastramento da População em Risco.
- ♦ Seleção das Áreas de Segurança e de Abrigos Temporários.
- ♦ Seleção dos Eixos de Evacuação e Mobilização dos Meios de Transporte.
- ♦ Construção de Áreas de Refúgio e de Eixos de Comunicação Protegidos.
- ♦ Definição da Cadeia de Comando.

1) Delimitação das Áreas de Risco e de Exposição

A correta delimitação dos focos de desastre, das áreas de risco intensificado e das áreas de exposição permite o estabelecimento dos perímetros de segurança e das áreas de proteção que, em princípio, devem ser adquiridas, muradas e reflorestadas pelas empresas proprietárias das plantas industriais.

A preocupação com a proteção dos ecossistemas naturais e modificados pelo homem e com o distanciamento das populações vulneráveis das áreas de riscos potenciais de desastres deve ser predominante.

Para dimensionar corretamente as áreas de exposição e de proteção, há que considerar as:

- ♦ consequências do pior caso;
- ♦ condições atmosféricas dominantes e as categorias de estabilidade atmosférica (pasquil).

A categorização de Pasquil permite prever as prováveis condições atmosféricas no momento do acidente com vazamento de produtos perigosos, em função da influência das radiações solares, do relevo, da cobertura de níveis e da direção e velocidade dos ventos dominantes.

2) Cadastramento da População Vulnerável em Risco

Toda a população que reside ou trabalha em áreas de exposição deve ser recenseada e cadastrada. Como a população brasileira tem grande mobilidade, é necessário que estas ações sejam atualizadas constantemente.

O cadastramento é indispensável para a preparação dos planos de evacuação e para a relocação daqueles que vivem em áreas de riscos intensificados.

3) Seleção das Áreas de Segurança

As áreas de segurança devem ser localizadas numa distância adequada das áreas de exposição, com o objetivo de garantir a incolumidade das populações evacuadas e devem atender aos seguintes requisitos:

- ♦ dispor de um número suficiente de instalações, que passam de adaptadas para funcionar como abrigos provisórios;
- ♦ ser interligadas as áreas de risco por eixos de evacuação adequados;
- ♦ não interferir nas operações de combate aos sinistros.

4) Seleção dos Eixos de Comunicação e Mobilização dos Meios de Transporte

Os eixos de evacuação devem apresentar muito boas condições de trafegabilidade e permitem o escoamento dos comboios em tempo rápido.

Em casos de acidentes de trânsito ou de obstruções das vias de transporte há que planejar antecipadamente as medidas de desobstrução.

A mobilização dos meios de transporte necessários deve ser planejada com antecipação.

5) Construção de Áreas de Refúgio e de Corredores de Evacuação Protegidos

As áreas de refúgio e os corredores de comunicação protegidos no interior das plantas industriais devem ser planejados, arquitetados e construídos com grande antecipação nas plantas industriais que manipulam produtos perigosos.

Diferente dos países europeus e dos demais países localizados no Hemisfério Norte, que durante mais de 50 anos estiveram sob a ameaça de uma hecatombe atômica, no Brasil não existe uma tradição de construção de abrigos subterrâneos.

Em alguns países europeus, a construção de abrigos subterrâneos com estruturas reforçadas, sistemas de filtração do ar atmosférico seguros, com suprimento de água, de alimentos e de energia autônomos, ainda é obrigatória.

No Brasil estas construções se justificaram nos seguintes casos:

- ♦ grande proximidade das áreas de riscos máximos;
- ♦ desastres previstos são de grande intensidade excepcionalmente elevada;
- ♦ características dos desastres não permitem uma antecipação razoável da fase de pré-impacto pelo sistema de monitorização, alerta e alarme;
- ♦ existe uma previsão de que os grupos ameaçados não poderão ser evacuados em tempo;
- ♦ áreas de refúgio foram bem arquitetadas e têm boas condições para garantir a vida e a incolumidade das pessoas abrigadas;

Os locais de refúgio podem ser de uso:

- ♦ coletivo, como as estações de metrô e os abrigos construídos com esta finalidade específica;
- ♦ familiar, como os abrigos subterrâneos construídos nas unidades residenciais.

6) Definição da Cadeia de Comando

Planos de contingência muito bem elaborados podem fracassar, no momento da execução, caso não se defina, de uma forma muito clara:

- ♦ quem comanda a operação
- ♦ qual a cadeia de comando representada pelos comandos intermediários

O comandante da operação deve ser selecionado em função de:

- ♦ sua experiência, de sua iniciativa e de sua capacidade de decidir sob pressão;
- ♦ sua liderança e capacidade de inspirar segurança aos seus subordinados

Em última análise um comandante operacional é pago para decidir com responsabilidade; dividir com todos os seus subordinados os acertos e assumir solitária mente a responsabilidade pelos possíveis erros.