

Prevenção de Desastres

PARTE

2

CAPÍTULOS

- I Avaliação de Riscos de Desastres
- II Redução dos Riscos de Desastres

CAPÍTULO I

AVALIAÇÃO DOS RISCOS DE DESASTRES

TÍTULO I - INTRODUÇÃO AO ESTUDO DE RISCOS

- 1 - Conceituação
- 2 - Sistemática de Estudo
- 3 - Introdução ao Estudo da Variável Ameaça
- 4 - Introdução ao Estudo da Variável Vulnerabilidade
- 5 - Introdução ao Estudo da Estimativa de Riscos

TÍTULO II - ESTUDO DA VARIÁVEL AMEAÇA

- 1 - Metodologia de Estudo
- 2 - Sistematização do Estudo Analítico

TÍTULO III - ESTUDO DA VARIÁVEL VULNERABILIDADE

- 1 - Generalidades
- 2 - Estudo do Biótopo Natural
- 3 - Estudo do Biótopo Modificado pelo Homem
- 4 - Estudo do Comportamento Humano da Biocenose
- 5 - Estudo dos Componentes Animais e Vegetais da Biocenose
- 6 - Conclusões Parciais

TÍTULO IV - ESTUDO DA ESTIMATIVA DE RISCOS

- 1 - Generalidades
- 2 - Objetivos da Estimativa de Riscos
- 3 - Estimativa de Danos e de Prejuízos Potenciais
- 4 - Desenvolvimento de Bancos de Dados e de Mapas Temáticos
- 5 - Definição das Hipóteses de Planejamento

TÍTULO I

INTRODUÇÃO AO ESTUDO DE RISCOS

1 - Conceituação

■ **Análise de Riscos**

Metodologia de estudo que permite a identificação e a avaliação das ameaças de eventos ou acontecimentos adversos, de maior prevalência, e dos corpos receptores e das comunidades vulneráveis a essas ameaças, dentro de um determinado sistema receptor, cenário de desastres ou região geográfica:

A metodologia permite identificar os riscos mais importantes na região ou cenário estudado.

■ **Análise Preliminar de Riscos**

Método de estudo preliminar e sumário de riscos, normalmente conduzido em conjunto com a comunidade ameaçada, com o objetivo de identificar os desastres potenciais de maior prevalência na região e as características intrínsecas dos mesmos.

Método de estudo de riscos realizado durante a fase de planejamento e desenvolvimento de um determinado processo ou planta industrial, com a finalidade de prever e prevenir riscos de desastres que podem acontecer durante a fase operacional.

■ **Análise de Falha Humana**

Método que identifica as causas e os efeitos dos erros humanos observados em potencial. O método também identifica as condições dos equipamentos e dos processos que podem contribuir para provocar esses erros.

■ **Método de Análise de Falhas e de Efeitos**

Método específico de análise de riscos, concebido para ser utilizado em equipamentos mecânicos, com o objetivo de identificar as falhas potenciais que podem provocar acontecimentos ou eventos adversos e também os efeitos desfavoráveis desses eventos.

Método de análise de riscos tecnológicos que consiste:

- na tabulação de todos os sistemas e equipamentos existentes numa instituição ou planta industrial;
- na identificação das modalidades de falhas possíveis em cada um deles;
- na especificação dos efeitos desfavoráveis destas falhas sobre o sistema e sobre o conjunto das instalações.

■ **Análise de Segurança de Sistemas**

Disciplina técnica que tem por finalidade avaliar e aumentar o grau de confiabilidade e o nível de segurança intrínseca de um sistema determinado, para os riscos previsíveis.

Como a segurança intrínseca é o inverso da insegurança ou nível de vulnerabilidade, todos os projetos de redução de riscos e de preparação para desastres concorrem para incrementar o nível de segurança.

■ **Árvore de Eventos**

Técnica dedutiva de análise de riscos utilizada para avaliar as possíveis consequências de um desastre potencial, resultante de um evento inicial tomado como referência, o qual pode ser um fenômeno natural ou ocorrência externa ao sistema, um erro humano ou uma falha do equipamento.

Método que tem por objetivo antecipar e descrever, de forma sequenciada, a partir de um evento inicial, as consequências lógicas de um possível desastre.

Os resultados da análise da árvore de eventos caracterizam sequências de eventos intermediários, ou melhor, um conjunto cronológico de falhas e de erros que, a partir do evento inicial, culminam no acidente ou evento topo ou principal.

■ **Árvore de Falhas**

Técnica dedutiva de análise de riscos na qual, a partir da focalização de um determinado acontecimento definido como **evento topo ou principal**, se constrói um diagrama lógico que especifica as várias combinações de falhas de equipamentos, erros humanos ou de fenômenos ou ocorrências externas ao sistema, que podem provocar o acontecimento.

■ Avaliação de Riscos de Desastres

Metodologia de estudo de situação que permite identificar os riscos, estimar a importância dos mesmos e hierarquizá-los, com a finalidade de definir alternativas de gestão do processo de redução de desastres.

A avaliação de riscos de desastres desenvolve-se nas seguintes etapas:

1 - *Identificação e Caracterização das Ameaças*

Compreende o estudo dos eventos ou fenômenos adversos (naturais ou provocados pelo homem) causadores de desastres, de suas características intrínsecas, de suas prevalências e dos prováveis epicentros e magnitudes dos mesmos. Compreende, também, a identificação do cenário que pode ser afetado por seus efeitos desfavoráveis.

2 - *Caracterização dos Efeitos Desfavoráveis*

Compreende o estudo dos diferentes efeitos desfavoráveis, físicos, químicos, biológicos e psicológicos, desses eventos adversos, sobre os grupos populacionais afetados e sobre os corpos receptores e a repercussão desses efeitos sobre a saúde e a incolumidade das populações em risco, sobre o patrimônio e sobre as instituições, serviços essenciais e meio ambiente.

3 - *Avaliação da Magnitude dos Fenômenos Adversos e dos Níveis de Exposição*

Compreende o estudo da evolução dos fenômenos adversos, considerando as variáveis tempo, magnitude e nível de exposição e a definição de parâmetros que permitam a monitorização e o acompanhamento dos fenômenos ou acontecimentos.

A monitorização permite comparar as variações de magnitude e de nível de exposição, com médias mensais de longo período e com níveis de alerta e alarme, referenciados para a evolução dos fenômenos adversos no cenário considerado.

Em alguns casos, torna-se necessário monitorizar a quantidade e o nível diário de exposição do meio ambiente, dos corpos receptores e dos grupos populacionais em risco.

4 - *Caracterização do Grau de Vulnerabilidade*

Compreende o estudo dos cenários e das populações em risco, com a finalidade de avaliar, por intermédio de estudos epidemiológicos e de modelos matemáticos, a proporção existente entre a magnitude dos eventos adversos e a intensidade dos danos esperados, ou seja, a relação existente entre causa e efeito.

5 - *Caracterização dos Riscos*

Compreende a conclusão sobre a importância dos riscos a que uma área definida e um grupo populacional específico estão sujeitos, após o término do estudo de situação.

A caracterização dos riscos e estimativa da intensidade dos danos prováveis é realizada em função:

- das características intrínsecas e das prováveis magnitudes das ameaças;
- dos efeitos desfavoráveis dessas ameaças sobre os sistemas receptores;
- do grau de vulnerabilidade ou de insegurança intrínseca dos cenários dos desastres e das populações em risco;
- da avaliação da magnitude e prevalência das ameaças e dos níveis diários de exposição.

6 - *Caracterização das Hipóteses de Planejamento*

Caracterizada uma hipótese firme de desastre específico, desenvolve-se o planejamento com a finalidade de definir alternativas de gestão, objetivando a redução dos riscos de desastres e o incremento da segurança intrínseca dos sistemas vulneráveis.

■ **Caracterização dos Riscos**

Etapa final do processo de avaliação de riscos de desastres, que permite caracterizar a importância dos riscos estudados e hierarquizá-los em função da probabilidade de ocorrência e da intensidade dos danos prováveis.

Descrição final dos diferentes efeitos potenciais de um risco determinado e estimativa dos danos prováveis, em função da relação existente entre a magnitude do fenômeno ou evento adverso e o grau de vulnerabilidade do sistema receptor.

Quando se estudam riscos tóxicos, a caracterização dos riscos define a relação existente entre a dose absorvida e os efeitos nocivos previstos, em termos de agravos à saúde.

■ Classificação e Caracterização de Consequências

Dentre as prováveis consequências gerais de um desastre humano de natureza tecnológica, destacam-se:

- incêndios e explosões;
- emissão de substâncias perigosas, contaminações e irradiações;
- impactos, desabamentos e demais efeitos mecânicos;
- naufrágios.

■ Classificação das Categorias de Danos Potenciais (*Risk Ranking*)

Estabelecimento de uma relação hierarquizada dos danos prováveis, caso um determinado risco de desastre se concretize. Esta relação de danos, em ordem de importância, serve como base para definir a prioridade das ações de resposta aos desastres.

■ Acidente

Desastre de pequena intensidade.

Evento ou sequência de eventos fortuitos e não planejados que dão origem a uma consequência específica e não desejada, em termos de danos humanos, materiais e ambientais.

■ Evento

Em análise de risco, evento é a ocorrência ou acontecimento, que pode ser externa ao sistema, quando envolve risco humano ou falha de equipamento, e que causa distúrbio ao sistema considerado.

■ Evento Adverso

Fenômeno causador de um desastre.

Acontecimento que provoca danos, prejuízos e infortúnio.

Ocorrência desfavorável, prejudicial e imprópria.

■ Evento Básico

Em análise de riscos tecnológicos, corresponde a uma falha ou efeito primário do equipamento, o qual não depende de falhas ou de defeitos adicionais para produzir danos.

Falha ou defeito primário, próprio do equipamento, que repercute sobre o funcionamento do mesmo, gerando danos que não podem ser atribuídos a qualquer outra causa ou condição externa.

■ Evento Catastrófico

Evento que, embora pouco frequente, gera gravíssimas consequências quando ocorre.

■ Evento Crítico ou Inicial

Evento que dá início a uma cadeia de acidentes, resultando num desastre, a menos que o sistema de segurança interfira a tempo, com o objetivo de evitá-lo ou minimizá-lo.

■ Evento Externo

Ocorrência externa ao sistema considerado, como fenômeno da natureza, interrupção do fornecimento de água ou de energia e outros.

■ Evento Intermediário

Evento que ocorre dentro de uma cadeia de incidentes e que pode atuar propagando a sequência ou interferindo sobre a mesma, reduzindo a intensidade do desastre.

■ Evento Topo ou Principal

Evento ou acontecimento principal que é tomado como ponto de partida para a construção de uma árvore de falhas, a qual é construída em sentido inverso ao da sequência cronológica.

Evento resultante de uma combinação de falhas ou defeitos do sistema, que ocorrem de forma sequenciada e que podem ser diagramadas, de forma lógica, por intermédio da construção de uma árvore de falhas.

■ Método DOW

Método utilizado para estudar plantas industriais em situação de risco e avaliar os danos prováveis, caso o desastre se concretize. Não é utilizado para avaliar acidentes pouco prováveis, mas que produzem muitos danos e prejuízos.

A aplicação do método permite especificar os riscos relacionados com as diferentes operações e processos desenvolvidos, em cada uma das unidades de processamento da planta industrial e indicar as medidas para reduzir esses riscos específicos.

■ Método Mond

Desenvolvido a partir do método DOW, o Método Mond é específico para analisar a **toxicidade, a reatividade e a inflamabilidade** dos insumos, resíduos e produtos de uma determinada planta industrial. É útil, também, para definir e especificar o material a ser utilizado para equipar cada uma das unidades de processamento.

■ Minimizar (Mitigar)

Reduzir ao mínimo.

Reduzir as causas e as consequências dos desastres potenciais, com o objetivo de garantir um mínimo aceitável de riscos e de danos.

■ Minimização dos Desastres

De acordo com a Doutrina Brasileira de Defesa Civil, a minimização dos desastres compreende as seguintes ações globais:

- prevenir desastres;
- preparar para emergência e desastres.

Corresponde a "*la mitigación de desastres*", em espanhol. Embora o verbo mitigar exista em português, é pouco utilizado em linguagem corrente e tem o significado de suavizar, abrandar, acalmar, avaliar e atenuar.

■ Modalidade de Falha

Descrição de uma falha de equipamento, especificando as características da mesma e as circunstâncias em que se evidencia.

Descrição da maneira pela qual uma operação normal é interrompida, em consequência de uma falha de equipamento.

■ Estudo de Risco Operacional

Aplicação de um exame crítico, formal e sistematizado a planos de engenharia e a procedimentos de plantas industriais, em fase de planejamento, ou já em funcionamento, com a finalidade de avaliar o potencial de riscos de mau funcionamento ou de operação inadequada de itens do equipamento e suas consequências sobre a instalação.

Procedimento que identifica os riscos existentes em uma instalação e problemas de operacionalidade. Uma equipe técnica com uma descrição detalhada da planta industrial e um conhecimento minucioso dos processos examina o projeto proposto, formulando perguntas sistematizadas sobre ele, utilizando-se de "palavras-guia".

Técnica de estudo sistemático para identificação de riscos em processos industriais, utilizando como suporte de informações uma descrição detalhada dos equipamentos e do processo industrial. A atenção da equipe deve ser centrada nos diagramas de instrumentação e nas tabulações.

■ Comando de Estudos

Pontos específicos, como tubulações, diagramas de instrumentação, esquemas de procedimentos, nos quais os parâmetros do processo são examinados, em função de desvios.

■ Auditoria de Segurança de Processo

Inspeção metódica de uma planta industrial, de uma unidade de processamento, de projetos e de procedimentos, de planos de emergência e de sistemas de controle de danos, com o objetivo de confirmar e aperfeiçoar os planos e dispositivos de segurança estabelecidos.

■ Critérios de Aceitabilidade

Critérios que devem ser estabelecidos em todas as decisões sobre segurança de projetos, construção e operação de plantas industriais. Esses critérios não devem ser estabelecidos baseados na falsa noção de que a "falha é impossível".

São valores que diferem da faixa de aceitabilidade, em função de uma escala de danos potenciais que, ultrapassados, invalidam o projeto.

■ Risco Aceitável

Risco tão pequeno, cujas consequências são tão limitadas e que são associadas a benefícios tão significativos, que os grupos sociais bem informados se predispõem a aceitá-los.

A aceitabilidade do risco deve fundamentar-se em informações científicas e tecnológicas confiáveis e considerar fatores sociais, econômicos e políticos, bem como os benefícios decorrentes da condição.

■ Risco Mínimo

Risco insignificante. Em termos práticos, nesta condição de risco não existe incentivo para modificar sistemas e atividades que o provocuem.

■ Risco Geral do Processo

Fator inerente a um processo industrial que pode contribuir para aumentar a **magnitude** de um acidente.

Relaciona-se com as **operações químicas** realizadas nas unidades de processamento, como reações exotérmicas, manuseio e transferência de material inflamável, com as **condições** de acesso, de evacuação e de drenagem das unidades e também com o grau de confinamento ou isolamento da mesma.

■ Risco Específico do Processo

Fator inerente a um processo industrial que pode contribuir para aumentar a probabilidade de ocorrência de um acidente.

Relaciona-se com as condições intrínsecas do processo, como temperatura, pressão, presença de material inflamável e com a possibilidade de vazamento nas juntas de revestimento e outras falhas.

2 - Sistemática de Estudo

Como já foi especificado, a avaliação de riscos de desastres é uma metodologia de planejamento, com características de estudo de situação, que tem por finalidade identificar os desastres potenciais de maior prevalência e caracterizar a importância dos mesmos, em função da:

- probabilidade de ocorrência;
- estimativa dos danos previsíveis, caso o desastre se concretize.

A avaliação de riscos de desastres desenvolve-se por intermédio dos seguintes estudos:

- análise da variável ameaça;
- análise da variável vulnerabilidade;
- síntese conclusiva sobre a estimativa de riscos.

Ao se analisar a variável ameaça, procura-se identificar e caracterizar os **acontecimentos e eventos adversos**, enquanto potenciais, em termos de probabilidade de ocorrência e das magnitudes prováveis.

Ao se analisar a variável vulnerabilidade, procura-se identificar e caracterizar quais são os corpos receptivos e sistemas receptores vulneráveis aos efeitos desfavoráveis dos eventos adversos, os quais podem ser de ordem física, química, biológica e psicológica.

Ao se concluir o estudo de situação, chega-se a uma síntese através da qual estima-se os riscos, ou seja, a intensidade dos danos e prejuízos previstos, em termos de probabilidade estatística de ocorrência e grandeza das consequências possíveis.

3 - Introdução ao Estudo da Variável Ameaça

O estudo da variável ameaça tem por objetivo identificar e caracterizar os acontecimentos e eventos adversos que podem ocorrer numa região ou cenário determinado.

O termo ameaça (*amenaza*) foi proposto por Camilo Cardenas, sinistrólogo colombiano e, na Doutrina Brasileira de Defesa Civil, foi conceituado por A. L. C. Castro, como:

Estimativa de ocorrência e de magnitude de um evento adverso ou acidente determinado, expressa em termos de:

- probabilidade estatística de concretização do evento;
- provável magnitude de sua manifestação.

Em alguns compêndios mais antigos, traduzidos diretamente da língua inglesa, o termo "ameaça" pode estar substituído por "perigo".

Ao se estudar as ameaças, procura-se caracterizar os fenômenos, acontecimentos, acidentes ou eventos adversos que podem ser causas potenciais de desastres de maior prevalência na região ou cenário estudado.

4 - Introdução ao Estudo da Variável Vulnerabilidade

Enquanto a variável ameaça relaciona-se com a prevalência e a magnitude dos fenômenos adversos, a variável vulnerabilidade relaciona-se com o estudo dos sistemas receptores e dos corpos receptivos aos efeitos nocivos ou desfavoráveis desses eventos.

A vulnerabilidade é uma condição intrínseca dos cenários dos desastres e das comunidades em risco que, em interação com a magnitude dos eventos adversos, determina os efeitos nocivos, medidos em termos de intensidade provável.

Sem nenhuma dúvida, a vulnerabilidade ou insegurança intrínseca dos sistemas é o fator preponderante para a intensificação dos desastres.

A partir de interpretações embasadas na teoria dos sistemas, conclui-se que a segurança intrínseca dos sistemas, definida conceitualmente como o inverso da vulnerabilidade, depende da capacidade dos sistemas receptores para:

- manter a homeostase ou equilíbrio dinâmico do meio interno;
- recuperar o equilíbrio dinâmico, quando este é ameaçado, por intermédio de mecanismos de auto-regulação, mediante a retroalimentação dos sistemas.

Daí a importância dos programas de prevenção e de preparação para emergências e desastres.

5 - Introdução ao Estudo da Estimativa de Riscos

A estimativa de riscos é a síntese conclusiva que resulta da análise das variáveis "ameaça" e "vulnerabilidade" e permite estabelecer as relações de causa e efeito, em função das relações interativas existentes entre:

- a magnitude dos eventos adversos e de seus efeitos nocivos;
- o nível de vulnerabilidade ou de insegurança intrínseca dos cenários dos desastres e das comunidades em risco.

Conceitualmente, "risco" tem os seguintes significados doutrinários:

- 1 - Medida de danos e prejuízos potenciais, expressa em termos de:
 - probabilidade estatística de ocorrência;
 - intensidade ou grandeza das consequências previsíveis.

- 2 - Relação existente entre:
 - a probabilidade estatística de que uma ameaça de evento adverso se concretize com uma determinada magnitude;
 - o grau de vulnerabilidade ou de insegurança intrínseca do sistema receptor a seus efeitos.

TÍTULO II

ESTUDO DA VARIÁVEL AMEAÇA

1 - Metodologia do Estudo

Inicialmente, a análise da variável ameaça deve ser conduzida por uma equipe multidisciplinar, que disponha de um bom repertório de conhecimentos sobre os desastres naturais, humanos e mistos que ocorrem com maior frequência na região estudada.

Em princípio, o estudo analítico é desenvolvido de acordo com a seguinte sistemática:

- pesquisa histórica;
- caracterização das ameaças;
- caracterização dos efeitos desfavoráveis;
- pré-avaliação e hierarquização das ameaças;
- descrição sumária dos cenários e das comunidades em risco;
- estudo dos fenômenos premonitórios;
- cadastramento das informações.

■ Pesquisa Histórica

A pesquisa histórica sobre os desastres ocorridos na área em estudo permite uma primeira aproximação sobre:

- quais são as ameaças mais importantes;
- qual a prevalência e a recorrência das mesmas;
- com que magnitude os eventos adversos vem ocorrendo, ao longo das séries históricas;
- quais os focos de maior magnitude ou epicentros dos fenômenos adversos estudados;
- quais as áreas que, historicamente, vêm sendo mais afetadas pelos desastres de maior prevalência na região.

A pesquisa histórica pode ser complementada pela pesquisa geológica, que permite caracterizar a ocorrência de fenômenos naturais durante a evolução geológica da região que, se ocorressem nos dias atuais, seriam causas de desastres.

■ Caracterização das Ameaças

Com o desenvolvimento dos estudos, a equipe técnica define qual o repertório de informações necessárias para a caracterização das ameaças, para permitir o aprofundamento do estudo dos fenômenos adversos, e planeja a busca ativa dessas informações.

O repertório das informações necessárias varia em função do nível de conhecimento dos membros da equipe multidisciplinar sobre cada uma das ameaças estudadas.

A Classificação Geral dos Desastres e a Codificação de Desastres, Ameaças e Riscos - CODAR, publicados no Diário Oficial da União, de 05 de janeiro de 1995, podem facilitar a sistematização das pesquisas.

Os Manuais de Desastres Naturais, Humanos e Mistos, em elaboração pelo Órgão Central do Sistema, facilitam os estudos das ameaças.

■ Caracterização dos Efeitos Desfavoráveis

Nesta fase, a equipe multidisciplinar estuda os principais efeitos nocivos relacionados com as ameaças específicas.

Os efeitos desfavoráveis podem ser de ordem:

- física, como os efeitos mecânicos e os relacionados com as radiações;
- química, como os combustíveis, reações exotérmicas e outras;
- biológica, relacionados com os agravos à saúde;
- psicológica, como pânico e outras reações psicossomáticas.

■ Pré-Avaliação e Hierarquização das Ameaças

Concluído o estudo do conjunto das ameaças que podem ser concretizadas no cenário examinado e sobre as características e prováveis magnitudes das mesmas, a equipe multidisciplinar:

- define quais são as ameaças mais importantes;
- hierarquiza as ameaças, em ordem decrescente de importância.

Como o estudo de situação é um processo contínuo, a equipe intensifica a busca de informações e os estudos analíticos relacionados com as ameaças de maior hierarquia, deixando as menos importantes para serem aprofundadas posteriormente.

A pré-avaliação funciona como um mecanismo de retroalimentação do sistema, provocando a intensificação da pesquisa histórica e da busca de informações relacionadas com as ameaças mais importantes.

■ Descrição Sumária dos Cenários e das Comunidades em Risco

Nesta fase do estudo, a equipe técnica inicia a delimitação dos cenários vulneráveis a cada uma das ameaças.

Evidentemente, existe uma estreita relação interativa entre as características intrínsecas das ameaças e os cenários sobre os quais elas atuam.

Dessa forma, as áreas de risco de:

- **escorregamentos de solo** são as encostas íngremes e instáveis, intensamente trabalhadas pelo intemperismo e pela erosão;
- **geadas** são os fundos de vales das regiões temperadas ou de climas tropicais de altitude, das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil;
- **inundações** são as áreas de altimetria inferior às cotas de alerta e alarme dos rios que banham a região;
- **acidentes rodoviários** são os corredores de transporte rodoviário com alta densidade de tráfego.

Definidas as áreas de risco, uma segunda equipe técnica multidisciplinar é constituída com a missão de aprofundar os estudos sobre os cenários dos desastres e sobre as comunidades em risco.

Iniciam-se os trabalhos de mapeamento das ameaças e de cadastramento das famílias e comunidades em risco.

■ Estudo dos Fenômenos Premonitórios

Nesta fase, a equipe técnica busca informações sobre os fenômenos premonitórios que costumam anteceder as ameaças estudadas.

A monitorização dos fenômenos premonitórios é de importância capital para a previsão de desastres, devendo desenvolver-se em nível local e regional e ser