



CETESB

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

DIRETORIA DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE PROTEÇÃO E RECUPERAÇÃO AMBIENTAL
DIVISÃO DE TECNOLOGIA DE RISCOS AMBIENTAIS

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA
AV. PROF. FREDERICO HERMANN JR., 345 CEP 05489 - PINHEIROS
SÃO PAULO - BRASIL

MANUAL DE ORIENTAÇÃO
PARA A ELABORAÇÃO DE ESTUDOS
DE ANÁLISE E AVALIAÇÃO DE RISCOS

NOVEMBRO/1991

ÍNDICE	PÁG
1. APRESENTAÇÃO	01
2. DEFINIÇÕES	02
3. ETAPAS DE UM ESTUDO DE ANÁLISE E AVALIAÇÃO DE RISCOS	07
3.1 Identificação de Riscos	07
3.2 Avaliação de Riscos	08
3.2.1 Análise de Consequências	08
3.2.2 Análise de Vulnerabilidade	08
3.3 Gerenciamento dos Riscos	09
3.4 Plano de Emergência	10
4. ESCOPO DO RELATÓRIO	10

1. APRESENTAÇÃO

A evolução do conhecimento na área de análise e avaliação de riscos industriais, bem como a experiência adquirida pela CETESB nos últimos anos, evidenciou a necessidade de atualização do "Manual de Orientação para a Elaboração de Estudos de Análise e Avaliação de Riscos".

Esta nova versão visa facilitar seus usuários, tanto no entendimento sobre o tema, como na sua aplicação. Para tanto, optou-se em elaborar um termo de referência único, independente do estágio em que se encontra um empreendimento perante o atual sistema de licenciamento ambiental vigente no Estado de São Paulo; permitindo desta maneira aos responsáveis pelo desenvolvimento destes estudos, uma visão completa do trabalho a ser realizado.

Os aspectos teóricos destes estudos, bem como as questões relativas quanto a critérios de tolerabilidade/aceitabilidade de riscos, têm merecido atenção especial por parte da CETESB, e vêm sendo objeto de reavaliação detalhada. Este assunto envolve discussões de natureza moral, social e jurídica, além de apresentar dificuldades na obtenção de dados e indicadores nacionais. Com base nestas dificuldades optou-se pela não fixação de um nível considerado aceitável para os riscos industriais, até que este assunto esteja bastante "sólido" do ponto de vista técnico, razão pela qual cada caso deverá ser tratado de forma específica.

Deve-se ressaltar que o termo de referência aqui proposto poderá sofrer eventuais alterações em termos de complexidade ou detalhamento dos estudos, de acordo com o empreendimento em análise, podendo o mesmo ser elaborado através da aplicação de técnicas e estruturas diversas às especificadas no presente documento, desde que justificadas tecnicamente e após entendimento acordado entre o(s) responsável(is) pela empresa e a CETESB.

Cabe ainda lembrar, que da experiência da CETESB na solicitação e avaliação de estudos de análise de riscos, o acompanhamento efetivo ao longo do desenvolvimento do estudo por parte do órgão responsável pela solicitação, pode ser mais produtivo, já que desta maneira permite, através da avaliação de resultados parciais e/ou conclusões de etapas intermediárias dos estudos, que sejam realizadas eventuais alterações ainda durante o desenvolvimento dos trabalhos, propiciando assim melhoria dos aspectos de segurança, ainda na fase de projeto e/ou implantação do empreendimento, evitando em muitos casos a necessidade da implantação de eventuais medidas mitigadoras, ou investimentos de porte em novos equipamentos para a redução das frequências ou consequências de eventuais acidentes previsíveis.

2. DEFINIÇÕES

Acidente

É um evento específico não planejado, ou uma sequência de eventos que gera consequências indesejáveis.

Análise de Árvore de Eventos

É uma técnica indutiva utilizada para avaliar as sequências acidentais de um evento (vazamento, incêndio e/ou explosão), resultante de uma falha específica numa instalação, colapso do processo ou erro humano, conhecido como evento inicial.

Análise de Árvore de Falhas

É uma técnica dedutiva que focaliza um acidente particular e fornece um método para determinar as causas do mesmo. Consiste de um modelo gráfico que dispõe de várias combinações lógicas de falhas de equipamentos e erros humanos que possam resultar num acidente.

Análise de Consequências

É a análise que visa identificar os possíveis danos ou impactos causados por um ou mais eventos acidentais. A quantificação das consequências geradas por hipóteses acidentais previamente definidas, pode ser realizada através da aplicação de modelos de simulação.

Análise de Modos de Falhas, Causas e Efeitos

É a técnica que permite analisar o processo de falha dos componentes de um equipamento ou instalação, os efeitos de cada modo de falha e também classificar a criticidade de cada um destes.

Análise Histórica de Acidentes

É a análise de acidentes passados, suas causas, efeitos e circunstâncias em que ocorreram, complementada com a análise qualitativa ou quantitativa de sua casuística.

Análise Preliminar de Riscos

É uma técnica estruturada aplicada a partir do preenchimento de planilha própria, na fase de concepção ou desenvolvimento de uma nova instalação, com a finalidade de determinar os riscos que poderão estar presentes durante a operação da mesma.

Análise de Riscos

É a identificação metódica de elementos e situações dentro de uma instalação que possam gerar condições de risco.

Análise de Riscos Qualitativa

É a aplicação de técnicas de análise e avaliação de riscos, sem contemplar as frequências de ocorrência de eventos geradores de acidentes industriais, com repercursões ambientais.

Análise de Riscos Quantitativa

É a aplicação de técnicas de análise e avaliação de riscos, obtendo resultados numéricos relativos aos valores de frequências e consequências das hipóteses acidentais estudadas.

Análise de Vulnerabilidade

É a análise que tem por objetivo prever danos ao homem, ao meio ambiente e às instalações, em função das consequências físicas oriundas de eventuais acidentes.

Auditoria

É a atividade pela qual pode-se verificar, periodicamente, a conformidade dos procedimentos de operação, de manutenção, de segurança e de treinamento, através de "checklists" previamente elaborados, podendo ser realizada de maneira programada ou não.

Avaliação de Riscos

É a utilização de técnicas de caráter experimental e/ou matemático, as quais têm por finalidade prever quantitativamente as consequências da materialização de um perigo.

Checklist

É a elaboração de uma sequência de perguntas sobre um determinado sistema, de forma a estimular o raciocínio e o questionamento com relação à avaliação das condições em que se encontram as instalações, equipamentos, materiais, matérias-primas, insumos ou procedimentos, com o propósito de assegurar a conformidade com os procedimentos padrões desejados.

Diretrizes para a Elaboração de Plano de Emergência

São linhas básicas que definem as ações para o controle de situações emergenciais no âmbito da instalação ou empreendimento. Tais diretrizes deverão ser elaboradas durante o desenvolvimento do estudo de análise e avaliação de riscos e darão origem ao futuro plano de ação de emergência a ser detalhado e implantado posteriormente pelos responsáveis pela a operação da instalação.

Efeito Dominó

É um evento decorrente da sucessão de outros eventos parciais indesejáveis, cuja magnitude global é a somatória dos eventos individuais.

Empreendimento

É o conjunto de ações, procedimentos, técnicas e benfeitorias que permitem a construção e operação de uma instalação.

Fluxograma de Engenharia - P & I

É um fluxograma que apresenta todos os elementos existentes numa instalação (vasos, equipamentos, tubulações, instrumentos, etc.), contendo somente as características inerentes ao processo. O "Fluxograma de Engenharia" é igualmente conhecido como "Fluxograma Mecanizado".

Fluxograma de Processo

É o documento representado por um desenho esquemático, o qual apresenta o fluxo seguido no manuseio ou transformação de matérias-primas e produtos, constituído de equipamentos de caldeiraria (tanques, torres, vasos, reatores, etc.), máquinas (bombas, compressores, etc.), tubulações, válvulas e instrumentos principais, apresentando dados de pressão e temperatura de operação, bem como vazões, balanços de massa e energia e outras variáveis de processo.

Gerenciamento de Riscos

É a formulação de medidas e procedimentos racionais, que visam a prevenção, o controle e a redução dos riscos.

Identificação de Perigos e Estudos de Operabilidade - HazOp

É um método para identificar riscos e detectar problemas operacionais, especialmente aqueles oriundos de processos industriais.

Identificação de Riscos

É a aplicação de técnicas de entrevistas, de busca de informações estruturadas ou não, de detecção analítica de falhas, e outras, as quais permitem um conhecimento dos riscos potenciais de uma instalação, propiciando a identificação das sequências acidentais que possam vir a acarretar a liberação de matéria e/ou energia.

Instalação

É o conjunto de equipamentos e sistemas que permitem o processamento, armazenamento e/ou transporte de insumos, matérias-primas ou produtos. Para fins deste manual, entende-se como "instalação" a materialização de um determinado empreendimento.

Perigo

É a propriedade de causar dano, inerente a uma substância, instalação ou procedimento.

Plano de Emergência

É a definição de procedimentos lógicos, técnicos e administrativos, a serem desencadeados em situações emergenciais, de modo que a atuação das equipes seja desenvolvida de maneira coordenada e integrada, visando a adoção de procedimentos anteriormente previstos a partir dos estudos de análise e avaliação de riscos previamente elaborados.

Redução de Consequências

É a adoção de medidas para a redução dos efeitos causados por um evento indesejado.

Redução de Frequências

É a adoção de medidas que visam reduzir as taxas das frequências de ocorrência de eventos indesejáveis.

Risco

É a probabilidade de um perigo se materializar causando determinados danos.

Rotina de Manutenção

É o conjunto de medidas que assegura a manutenção de uma instalação ou equipamento ao nível de projeto, pela minimização de falhas por desgaste, substituição de componentes falhos ou defeituosos, e pela avaliação de ambientes capazes de degradarem a instalação.

Rotina Operacional

É o conjunto de medidas e orientações que compõem uma sequência de procedimentos, que deve ser seguido pelos operadores de uma determinada instalação.

Rotina de Segurança

É o conjunto de normas e procedimentos preventivos que deve ser adotado quando da realização de ações que possam gerar situações de risco.

Rotina de Treinamento

É o conjunto de procedimentos que prevê a instrução, reciclagem e capacitação do pessoal envolvido nas diversas atividades de uma instalação.

Sistema

É um arranjo ordenado de componentes que estão inter-relacionados e que atuam e interatuam com outros sistemas, para cumprir uma tarefa ou função num determinado ambiente.

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA

3. ETAPAS DE UM ESTUDO DE ANÁLISE E AVALIAÇÃO DE RISCOS

Estudos para a análise e avaliação de riscos impostos às pessoas e ao meio ambiente por instalações industriais devem contemplar as seguintes etapas:

3.1 Identificação dos Riscos

A identificação dos riscos é o primeiro passo para a elaboração do estudo. Muitos são os métodos e técnicas disponíveis, e dependendo do empreendimento a ser analisado e do detalhamento desejado, deve-se procurar utilizar as metodologias mais adequadas para o caso em estudo.

A seguir estão apresentadas algumas das principais técnicas normalmente utilizadas em estudos de análise de riscos. Cabe mais uma vez lembrar que cada caso deverá ser analisado de forma específica, razão pela qual a identificação de riscos poderá ser realizada através dos métodos aqui apresentados, ou utilizando outras técnicas; ou ainda, através de combinação destas.

a. Análise Histórica de Acidentes:

A pesquisa de acidentes ocorridos em instalações similares deverá ser realizada através da consulta a bancos de dados de acidentes, nacionais e internacionais, e/ou através de literatura especializada, selecionando-se as causas mais relevantes que no passado vieram a ocasionar ocorrências anormais com prejuízos, vítimas ou impactos ambientais.

O universo dos acidentes pesquisado deverá ser o mais recente possível e, de preferência, abrangendo um período mínimo de dez anos.

Deverão ser fornecidas as fontes de pesquisa, a listagem dos acidentes e as hipóteses acidentais consideradas, bem como o critério adotado para a seleção das mesmas, além de conter a análise estatística dos resultados.

b. Análise Preliminar de Riscos:

A Análise Preliminar de Riscos deverá ser aplicada, considerando as características do "site".

c. Identificação de Perigos e Estudo de Operabilidade (HazOp):

Deverão ser verificadas possíveis variações de intenção no projeto, ou seja, cada sistema deverá ser analisado, linha por linha, para cada tipo de desvio possível de ocorrer nos parâmetros de funcionamento.

d. Análise de Modos de Falhas, Causas e Efeitos:

A natureza dos resultados é qualitativa, podendo também ser quantitativa, caso os dados relativos de taxas de falhas estejam disponíveis.

e. Análise de Árvore de Falhas:

A Análise de Árvore de Falhas deverá ser elaborada a partir das hipóteses acidentais levantadas anteriormente, para a visualização das possíveis causas geradoras de acidentes no projeto e deverá ser quantitativa, determinando-se as probabilidades de ocorrência dos eventos indesejados, conhecidos como eventos topo.

f. Análise de Árvore de Eventos:

A Análise de Árvore de Eventos deverá ser uma análise qualitativa, podendo ser quantitativa, caso os dados probabilísticos estejam disponíveis.

3.2 Avaliação dos Riscos

Esta etapa tem por objetivo estudar detalhadamente os possíveis impactos causados pelos riscos mais significativos identificados na etapa anterior. Desta forma, a avaliação dos riscos deverá ser realizada de duas formas distintas, ou seja:

3.2.1 Análise de Consequências

Deverão ser aplicados modelos matemáticos para a quantificação das hipóteses acidentais significativas, as quais foram identificadas na etapa anterior.

O estudo deverá conter, de maneira clara, todos os pressupostos assumidos, tais como o tempo de ocorrência do fenômeno, em função dos sistemas de controle e segurança, além de parâmetros como a massa e/ou energia liberada e a premissa utilizada para a determinação desta.

3.2.2 Análise de Vulnerabilidade

Deverá ser realizada uma avaliação, tanto qualitativa, como quantitativa, dos efeitos das hipóteses acidentais simuladas pelos modelos de consequências, devendo os resultados serem apresentados em mapeamentos contendo as intensidades de radiações térmicas de incêndios, das sobrepressões de explosões e das concentrações de vazamentos tóxicos.

Deverão também ser aplicados modelos e padrões de referência, como por exemplo, funções probabilísticas do tipo PROBIT, considerando a real situação de distribuição populacional, instalações físicas, direção e velocidades de ventos, além de outros fatores peculiares a cada cenário.

Os resultados deverão ser mapeados na forma de curvas concêntricas, a partir do epicentro da hipótese acidental estudada.

Além dos impactos causados ao homem, dependendo do caso, deverão ser analisados os ecossistemas submetidos as consequências decorrentes dos riscos estudados, em termos de poluição do ar, do solo e da água.

3.3 Gerenciamento dos Riscos

Nesta etapa deverão ser definidas as medidas para a redução e/ou gerenciamento dos riscos estudados, devendo o controle dos mesmos ser obtido através da atuação sobre as frequências de ocorrência dos eventos indesejados e/ou sobre as magnitudes das consequências. Assim, deverão ser previstos procedimentos e medidas que efetivamente comprovem a redução dos riscos, ou mesmo que estes serão gerenciados a contento. Dentre estes procedimentos e medidas pode-se destacar:

- adoção de sistemas de supervisão, controle, segurança e de redundâncias nas operações consideradas críticas;
- adoção de normas e padrões restritivos durante a construção e montagem de equipamentos e sistemas e, caso necessário, a realização de alterações no projeto, de modo a aumentar a confiabilidade e disponibilidade da instalação;
- adoção de critérios para o controle da garantia da qualidade de componentes e sistemas;
- redução da quantidade de massa envolvida;
- eliminação ou minimização de efeitos "dominó" através de alterações das distâncias relativas entre instalações;
- previsão de sistemas de contenção e limitação dos danos provocados por incêndios, explosões ou vazamentos de gases tóxicos, por exemplo através de confinamento, revestimento térmico, sistemas de água, espuma e gases inertes, entre outros;
- reforço de estruturas;
- definição de distâncias suficientemente seguras de agrupamentos urbanos, estradas, ferrovias, portos ou outras áreas sensíveis;

- previsão de sinalização, acessos e sistemas de comunicação adequados para uso em casos de emergência.

Além da definição e implantação das medidas para o gerenciamento dos riscos o estudo deverá também contemplar medidas de médio e longo prazos para a manutenção de um "Programa de Gerenciamento de Riscos" permanente durante a operação da instalação, contemplando:

- . rotinas operacionais, de manutenção, de segurança e de treinamento;
- . auditorias.

3.4 Plano de Emergência

A última etapa do estudo envolve a elaboração de um Plano de Emergência, que deverá incluir todas as hipóteses acidentais estudadas, suas consequências e medidas efetivas para o combate em cada uma destas situações, prevendo também os recursos humanos e materiais necessários para tal.

Dependendo da complexidade do empreendimento, bem como das ações conjuntas com outras instituições, e recursos necessários para a implantação do plano, poderão ser apresentadas as diretrizes básicas para a sua elaboração, contemplando o cronograma para a sua implantação definitiva.

4. ESCOPO DO RELATÓRIO

Com a finalidade de padronizar a apresentação dos estudos de análise e avaliação de riscos é apresentado a seguir um escopo do relatório, abrangendo todas as informações que deverão constar do trabalho, incluindo as etapas anteriormente abordadas.

Cabe ressaltar que a estrutura do relatório aqui apresentada deve ser utilizada como uma orientação aos responsáveis pela elaboração do trabalho, razão pela qual poderá sofrer alterações de acordo com o empreendimento em análise:

1. INTRODUÇÃO

2. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

2.1 Localização e Descrição Física e Geográfica de Região

2.2 Distribuição Populacional da Região

2.3 Características Climáticas e Meteorológicas da Região

2.4 Descrição Física e Lay-Out da Instalação

2.5 Distribuição Populacional Interna

3. SUBSTÂNCIAS ENVOLVIDAS

3.1 Quantidades, Movimentação, Manipulação e Formas de Armazenamento

3.2 Características Físicas, Químicas e Toxicológicas

4. DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES

4.1 Caracterização das Instalações e Equipamentos

4.2 Descrição de Rotinas Operacionais, de Manutenção e de Segurança

5. IDENTIFICAÇÃO DOS RISCOS

5.1 Métodos Utilizados para a Identificação dos Riscos

5.2 Resumo - Hipóteses Acidentais

6. AVALIAÇÃO DOS RISCOS

6.1 Análise de Consequências

6.2 Análise de Vulnerabilidade

7. GERENCIAMENTO DOS RISCOS

8. PLANO DE EMERGÊNCIA

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

10. ANEXOS

Nos anexos deverão ser apresentados todos os documentos utilizados na elaboração dos estudos, dentre os quais pode-se destacar listagens de acidentes pesquisados, memórias de cálculos, fluxogramas de processo e de engenharia (P & I), plantas, etc.