

ANA ROSA ISSA

**A FUNÇÃO DO ESTUDO DE ANÁLISE DE RISCOS PARA O
LICENCIAMENTO AMBIENTAL NO ESTADO DE SÃO PAULO**

Dissertação apresentada à Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo para obtenção
do Título de Mestre em Engenharia.

**CONSULTA
FD-3344**

São Paulo
2003

ANA ROSA ISSA

**A FUNÇÃO DO ESTUDO DE ANÁLISE DE RISCOS PARA O
LICENCIAMENTO AMBIENTAL NO ESTADO DE SÃO PAULO**

Dissertação apresentada à Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo para obtenção
do Título de Mestre em Engenharia.

Área de Concentração:
ENGENHARIA MINERAL

Orientador:
Luis Enrique Sánchez

São Paulo
2003



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA
TERMO DE JULGAMENTO
DE

DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Aos 24 dias do mês de abril de 2003, às 14:00 horas, no Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, presente a Comissão Julgadora, integrada pelos Senhores Professores Doutores Luis Enrique Sánchez, orientador do candidato, Guglielmo Taralli e Gil Anderi da Silva, iniciou-se a Defesa de Dissertação de Mestrado do(a) Sr(a) **ANA ROSA ISSA**.

Título da Dissertação: "A FUNÇÃO DO ESTUDO DE ANÁLISE DE RISCOS PARA O LICENCIAMENTO AMBIENTAL NO ESTADO DE SÃO PAULO".

Concluída a argüição, procedeu-se ao julgamento na forma regulamentar, tendo a Comissão Julgadora considerado o(a) candidato(a):

Prof.Dr. Luis Enrique Sánchez.....(aprovada)

.Dr. Guglielmo Taralli.....(aprovada)

Prof.Dr. Gil Anderi da Silva.....(aprovada)

Para constar, é lavrado o presente termo, que vai assinado pela Comissão Julgadora e pela Secretária de Pós-Graduação.

São Paulo, 24 de abril de 2003.
 A COMISSÃO JULGADORA

Secretária: Elisabete Ap^a F.S.Ramos
 Obs: Resolução 4476, de 17.09.1997. Altera dispositivos do Regimento Geral da USP Art.109 - Imediatamente após o encerramento da argüição da dissertação ou da tese cada examinador expressará seu julgamento em sessão secreta, considerando o candidato aprovado ou reprovado.

Homologado pela C.P.G. em reunião realizada 28/04/03.

116p.

*“As conseqüências de uma decisão errada
podem ser pouco palpáveis e não há garantia
de que o erro será descoberto antes de
ocorrerem danos consideráveis”*

JAMES L. KUETHE

AGRADECIMENTOS

- à minha família, pela compreensão;
- à diretoria e funcionários da KTY Consultoria e Projeto de Instalações Industriais S/C Ltda., pelo apoio, incentivo e amizade;
- ao Prof. Dr. Luis Enrique Sánchez, pela orientação na pesquisa;
- ao Prof. Dr. Antônio José Nagle, pelo apoio e orientação inicial;
- ao Setor de Análise de Riscos da CETESB, pelo integral apoio e fornecimento de informações para o cumprimento da pesquisa;
- aos especiais amigos que colaboraram diretamente para concretização deste trabalho;
- à bibliotecária do Departamento de Engenharia de Minas da EPUSP, pela revisão das referências bibliográficas;
- às empresas entrevistadas, que tornaram viáveis a complementação da pesquisa.

RESUMO

Este trabalho analisa as funções que vêm sendo desempenhadas pelos Estudos de Análise de Riscos no licenciamento ambiental no Estado de São Paulo.

Considerando-se a legislação, a base de dados da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB e entrevistas com três grupos de usuários da análise de riscos (empreendedores de indústrias privada e estatal, consultores na área de estudo de análise de riscos e representantes do órgão ambiental), são analisados a função e o emprego do Estudo de Análise de Riscos - EAR em empreendimentos novos ou existentes.

No Brasil, a CETESB é pioneira na utilização destas ferramentas, EAR, PGR - Programa de Gerenciamento de Riscos e PAE - Programa de Ação de Emergência, assim como na orientação e avaliação de empreendimentos com potencial de riscos ao meio ambiente e à comunidade.

A base de dados da CETESB revela 810 processos de avaliação de riscos feitos entre 1989 e 2002, e que a partir de 1997 houve um significativo acréscimo nesses números, mediante a ampliação de atividades passíveis de licenciamento, advindas da Resolução nº 237/97 do Conselho Nacional do Meio Ambiente. A pesquisa mostra ainda que, até 1997 predominavam análises de riscos feitas para indústrias químicas, dutos e terminais marítimos, mas a partir desse ano, houve também uma mudança no perfil dos empreendimentos submetidos à avaliação de riscos, destacando-se usinas termoelétricas, usuários de gás liquefeito de petróleo - GLP, usuários de amônia para refrigeração, e mais recentemente, rodovias.

As entrevistas mostram opiniões convergentes quanto a utilização dessas ferramentas para a prevenção de riscos e acidentes ambientais. No entanto, alguns usuários questionam a complexidade, o custo das análises quantitativas e a demanda de recursos humanos altamente capacitados. Ressaltam ainda que urge a aplicação de um planejamento de uso e ocupação de solo no entorno das áreas vulneráveis.

O EAR evoluiu rapidamente nos últimos catorze anos de aplicação no Estado de São Paulo, e a tendência parece ser a ampliação do universo de empreendimentos sujeitos à apresentação de EAR/ PGR/ PAE, o que demandará a atualização dos procedimentos de triagem.

ABSTRACT

This research analyses the functions that have been performed by the Studies of Risk Analysis in the environmental license in the State of São Paulo.

Considering the legislation, the data base of the Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB and interviews with three groups of users of the risks analysis (entrepreneurs from private and state industries, consultants in the study of risks analysis and representatives from the environmental organism), the function and the use of the study of Risks Analysis are analysed in new or already existing enterprises.

CETESB, in Brazil, is the pioneer in the use of these tools, study of Risks Analysis, Risk Management Program and Emergency Action Program, as well as in the orientation and assessment of enterprises with potential risks to the environment and to the community.

The CETESB data base shows 810 risk assessment processes performed from 1989 to 2002, and that has been a considerable increase in these numbers from 1997 on, by means of increasing activities subject to licencing, resulted from Resolution n. 237/97 from the Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. The research also shows that risks analysis performed to chemical industries, pipelines and maritime terminals prevailed until 1997; but, from this year on, there has also been a change in the profile of the enterprises submitted to risk assessment, standing out thermoelectric mills, users of petrol liquid gas, users of ammonia for refrigeration, and, more recently, highways.

The interviews show converging opinions as for the use of these tools for risk prevention and environment accidents. Some users, however, argue the complexity, the cost of quantitative analysis, and the demand of human resources highly qualified. They also emphasize the need to apply a plan for use and occupation of the land around vulnerable areas.

The study of Risks Analysis has evolved rapidly in the past fourteen years of application in the State of São Paulo, and the tendency seems to be the increase of the universe of enterprises subject to the presentation of these tools, which will require an update of the screening procedures.

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1. CONCEITOS BÁSICOS SOBRE ESTUDOS DE ANÁLISE DE RISCOS | 6 |
| 1.1 HISTÓRICO E PANORAMA INTERNACIONAL | 6 |
| 1.1.1 Política, organizações e programas internacionais | 9 |
| 1.2 CONCEITOS E DEFINIÇÕES | 16 |
| 2. DESENVOLVIMENTO DE ESTUDOS DE ANÁLISE DE RISCOS | 21 |
| 2.1 ETAPAS DE ELABORAÇÃO DO EAR | 23 |
| 2.1.1 Caracterização do Empreendimento e da Região | 23 |
| 2.1.2 Identificação de Perigos | 24 |
| 2.1.3 Estimativa dos Efeitos Físicos e Análises de Vulnerabilidade e Conseqüências | 32 |
| 2.1.4 Estimativa de Frequências | 33 |
| 2.1.5 Estimativa e Avaliação de Riscos | 34 |
| 2.1.6 Avaliação e Gerenciamento de Riscos | 43 |
| 3. O PROCESSO DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL NO ESTADO DE SÃO PAULO | 48 |
| 3.1 O CONTEXTO LEGAL DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL | 48 |
| 3.2 OS ESTUDOS DE ANÁLISE DE RISCOS NO ESTADO DE SÃO PAULO | 60 |
| 3.2.1 Atuação da CETESB no gerenciamento de riscos | 60 |
| 3.2.2 Metodologia utilizada pela CETESB para classificação de indústrias | 66 |
| 4. REGISTROS DE ANÁLISES DE RISCOS PARA LICENÇA AMBIENTAL | 70 |
| 4.1 PROCEDIMENTOS UTILIZADOS PARA FORNECIMENTO DADOS CETESB | 70 |
| 4.2 AVALIAÇÃO E DISCUSSÃO DOS DADOS | 81 |

ERRATA

| PÁGINA | LINHA | ONDE SE LÊ | LEIA-SE |
|---------------|--------------|---|---|
| 4 | 21 | seis capítulos | sete capítulos |
| 8 | 7 | 1800 há | 1800 ha |
| 12 | 17 | melhoria do sistema do sistema | melhoria do sistema |
| 14 | 6 | que trata do | trata do |
| 18 | 7 | redução de riscos e perdas | redução de riscos para proteger a comunidade externa e perdas |
| 19 | 31 | pela da comparação | pela comparação |
| 21 | 18 | ESP | SP |
| 27 | 14 | Conhecendo-se o graus | Conhecendo-se os graus |
| 27 | 19 | gestão, cujo objetivo | gestão, com objetivo |
| 35 | 25 | para algumas atividade | para algumas atividades |
| 37 | 1 | pessoa da vizinhança | pessoa na vizinhança |
| 46 | 8 | lógico e administrativo | lógico, técnico e administrativo |
| 46 | 10 | assim como a legislação | de acordo com a legislação |
| 46 | 12 | as característica | as características |
| 49 | 29 | ar ou no sol | ar ou no solo |
| 50 | 29 | explica que Avaliação | define Avaliação |
| 51 | 9 | pela da Resolução | pela Resolução |
| 55 | 26 | ESP | SP |
| 70 | 1 | Riscos para Licença | Riscos para o Licenciamento |
| 72 | 24 | cada um dos 7 tipos | para cada um dos 7 tipos |
| 81 | 24 | queima de caldeiras | queima em caldeiras |
| 82 | 5 | sendo praticamente equivalente | sendo pouco menor |
| 83 | 14 e 15 | analisando os Quadros 4.3 e 4.4.....de Cubatão supera | conhecendo-se a agência com maior % de processos do Quadro 4.3 e fazendo um paralelo com o Quadro 4.4 de Cubatão (58%) supera |
| 83 | 21 | de Campinas I, com | de Campinas I (45%), com |
| 83 | 24 | de Americana, com | de Americana (82%), com |
| 83 | 27 | de Aparecida, com | de Aparecida (44%), com |
| 83 | 30 | de Sorocaba, com | de Sorocaba (95%), com |
| 84 | 3 | de Guarulhos, com | de Guarulhos (50%), com |
| 84 | 6 | de Santo André, com | de Santo André (75%), com |
| 84 | 9 | de Osasco, com | de Osasco (65%), com |
| 84 | 12 | de São José do Rio Preto, com | de São José do Rio Preto (58%), com |
| 84 | 15 | de Ribeirão Preto, com | de Ribeirão Preto (66%), com |
| 84 | 17 | de Baurú, com | de Baurú (72%), com |
| 85 | 27 | peçoais foram eles | peçoais foram |
| 86 | 16 | ESP | SP |
| 92 | 26 | A definição de | A aplicabilidade de |
| 93 | 15 | Apesar de o TR | Apesar do TR |
| 93 | 19 e 20 | mas compara e analisa dos estudos apresentados. | mas analisa os estudos apresentados. |
| 102 | 9 | O riscos de cortes | Os riscos de cortes |
| 103 | 19 | isto é principalmente | isto ocorre principalmente |
| 106 | 10 | Quantified Risk Assesmen | Quantified Risk Assessment |
| 107 | 17 | Onde o risco individual | O risco individual |
| 108 | 27 | dados populacionais não residenciais disponíveis | dados disponíveis de populações não residenciais |
| 111 | 23 | Mineração no ESP | Mineração no Estado de São Paulo |

| | |
|---|-----|
| 5. A OPINIÃO DOS ENVOLVIDOS: ANÁLISE E DISCUSSÃO | 85 |
| 5.1 SOBRE A UTILIZAÇÃO DO EAR E DO PGRS | 87 |
| 5.2 SOBRE OS PROCEDIMENTOS PARA ELABORAÇÃO DO EAR | 87 |
| 5.3 SOBRE O TIPO DE EMPREENDIMENTO SUJEITO AO EAR | 88 |
| 5.4 SOBRE O APRIMORAMENTO DO PROCEDIMENTO ATUAL | 90 |
| 5.5 SOBRE A EQUIVALÊNCIA DO EAR COM A MELHOR PRÁTICA INTERNACIONAL | 91 |
| 5.6 SOBRE O MOMENTO DE SOLICITAÇÃO DOS ESTUDOS E SUA RELAÇÃO COM O LICENCIAMENTO AMBIENTAL | 92 |
| 5.7 SOBRE AS TÉCNICAS QUALITATIVAS E QUANTITATIVAS | 92 |
| 5.8 SOBRE A ANÁLISE DE RISCOS EM RODOVIAS | 93 |
| 5.9 SOBRE AS VANTAGENS E DIFICULDADES DO EAR | 94 |
| 5.10 SOBRE AS AUDIÊNCIAS PÚBLICAS | 94 |
| 6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES | 96 |
| 7. ANEXOS: PESQUISAS SOBRE ESTIMATIVA E AVALIAÇÃO DE RISCOS | 99 |
| 7.1 ANEXO A: RISCOS DE DUTOS DE GASOLINA NO REINO UNIDO | 99 |
| 7.2 ANEXO B: A DERIVAÇÃO E USO DE DADOS DE POPULAÇÃO PARA MODELAGEM DE ACIDENTES DE PERIGOS MAIORES | 106 |
| 8. LISTA DE REFERÊNCIAS | 110 |

LISTA DE QUADROS

| | | |
|-------------|---|-----|
| Quadro 1.1: | Alguns dos principais acidentes ambientais com substâncias químicas | 7 |
| Quadro 2.1: | Técnicas para identificação de perigos e suas principais aplicações | 25 |
| Quadro 2.2: | Vantagens e Limitações da APP | 27 |
| Quadro 2.3: | Vantagens e limitações do HazOp | 29 |
| Quadro 2.4: | <i>Fatal Accident Rates</i> - FAR em várias indústrias e atividades | 36 |
| Quadro 2.5: | Risco individual estimado para diversas atividades | 43 |
| Quadro 3.1: | Principais instrumentos legais correlatos ao EAR | 57 |
| Quadro 4.1: | Formato padrão para fornecimento de dados da CETESB | 70 |
| Quadro 4.2: | Levantamento do número de análises de riscos, de 1989 a 2002 | 74 |
| Quadro 4.3: | Distribuição dos processos de análises de riscos por agência/regional e por tipo de atividade, de 1989 a 2002 | 78 |
| Quadro 4.4: | Distribuição das análises de riscos por regional ambiental da CETESB, de 1989 a 2002 | 80 |
| Quadro 5.1: | Questionário | 86 |
| Quadro 7.1: | Descrição dos casos de dutos estudados | 101 |

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|-------------|---|----|
| Figura 2.1: | Etapas para a elaboração de Estudos de Análise de Riscos | 22 |
| Figura 2.2: | Curva F-N de tolerabilidade para risco social | 41 |
| Figura 3.1: | Fluxograma do Licenciamento Ambiental | 59 |
| Figura 3.2: | Acidentes ambientais atendidos pela CETESB | 62 |
| Figura 3.3: | Acidentes ambientais atendidos pela CETESB, classificados por atividade | 63 |
| Figura 3.4: | Acidentes ambientais atendidos pela CETESB, por classe de risco | 65 |
| Figura 3.5: | Definição quanto ao tipo de estudo a ser elaborado em instalações industriais | 68 |
| Figura 4.1: | Evolução temporal do número de análises de riscos, de 1989 a 2002 | 75 |
| Figura 4.2: | Distribuição das análises de riscos por tipo de atividade, de 1989 a 2002 | 76 |
| Figura 4.3: | Distribuição das análises de riscos por tipo de atividade e por ano, de 1989 a 2002 | 77 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- AAE – Análise de Árvores de Eventos
- AAF – Análise de Árvores de Falhas
- ABIQUIM – Associação Brasileira da Indústria Química
- AIA – Avaliação de Impacto Ambiental
- ALARP – *As Low as Reasonably Practicable*
- AMFE - Análise de Modos de Falhas e Efeitos
- APELL – *Awareness and Preparedness for Emergencies at Local Level*
- APP – Análise Preliminar de Perigos
- CEE – Comunidade Econômica Européia
- CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
- CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear
- CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
- CONSEMA – Conselho Estadual do Meio Ambiente
- DAIA - Departamento de Avaliação de Impacto Ambiental
- EAR – Estudos de Análise de Riscos
- EIA – Estudo de Impacto Ambiental
- EPA – *Environmental Protection Agency*
- EPUSP – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
- EUA – Estados Unidos da América
- GIS – *Geographical Information Systems*
- GLP – Gás Liquefeito de Petróleo
- HazOp – *Hazard and Operability Study*
- HSE – *Health and Safety Executive*
- IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
- IPCS – *International Programme on Chemical Safety*
- LF – Licença de Funcionamento
- LI – Licença de Instalação
- LO – Licença de Operação
- LP – Licença Prévia

OECD – *Organization of Economic Cooperation and Development*

OIT – Organização Internacional do Trabalho

OMS – Organização Mundial da Saúde

ONU – Organização das Nações Unidas

OPAS – Organização Pan-Americana da Saúde

OSHA – *Occupational Safety and Health Administration*

PAE – Plano de Ação de Emergência

PGR – Programa de Gerenciamento de Riscos

PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

QRA – *Quantified Risk Assessment*

RAP- Relatório Ambiental Preliminar

RIMA – Relatório de Impacto Ambiental

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

SEAQUA – Sistema Estadual de Administração da Qualidade Ambiental, Proteção, Controle e Desenvolvimento do Meio Ambiente e Uso Adequado dos Recursos Naturais

SISEMA – Sistema Estadual do Meio Ambiente

SISNAMA – Sistema Nacional do Meio Ambiente

SMA – Secretaria do Meio Ambiente

SP – Estado de São Paulo

TR – Termo de Referência

UK – *United Kingdom*

UNEP – *United Nations Environmental Programme*

USA – *United States of America*

INTRODUÇÃO

No século XX, principalmente após a Segunda Guerra Mundial, o desenvolvimento econômico, intimamente ligado à evolução do homem e às suas constantes exigências, impôs o aprimoramento tecnológico em todas as áreas industriais.

As substâncias químicas estão presentes em todos os produtos e materiais de consumo. A grande diversidade de tecnologias e produtos no mercado demanda mais transporte de substâncias químicas perigosas e processos industriais cada vez mais complexos sob condições de operação mais severas, além do crescente aumento de energia armazenada, expondo a sociedade a uma série de riscos.

As indústrias, principalmente as de processos químicos, alavancaram o progresso em todo o mundo, porém os empreendedores não se preocuparam nem discutiram suficientemente os problemas decorrentes de suas atividades, como doenças ocupacionais, segurança industrial e os problemas ambientais. Grandes catástrofes ambientais, de origem tecnológica, envolvendo substâncias químicas, ocorreram nas décadas de 1970 e 80, em Flixborough, no Reino Unido (1974); Seveso, na Itália (1976) e Bhopal, na Índia (1984), provocando notória repercussão internacional.

Esses acidentes fizeram com que as indústrias de processos químicos, as autoridades governamentais e a sociedade despertassem, no sentido de buscar mecanismos de prevenção e tratar com mais objetividade e seriedade os riscos inerentes às instalações industriais, que comprometem não só a segurança das pessoas e a qualidade do meio ambiente, como também a imagem industrial perante a comunidade mundial. Muitas indústrias tomaram uma postura mais aberta, transparente, ética e voltada para o diálogo com as autoridades governamentais e a população.

Paralelamente, os órgãos governamentais começaram a promover diversos programas para o gerenciamento de riscos de atividades industriais, mediante técnicas para identificação de perigos e estimativas de efeitos ao homem e ao meio ambiente, decorrentes de incêndios, explosões e/ou liberações de substâncias tóxicas,

os chamados acidentes maiores. Estas técnicas já eram aplicadas no campo militar, espacial, nuclear e na aviação civil, e foram gradativamente adaptadas e aperfeiçoadas para a realização de estudos de análise e avaliação dos riscos associados a atividade industrial, em especial nas áreas de petróleo e de processos químicos (indústrias químicas e petroquímicas).

No Brasil, mais precisamente no Estado de São Paulo - SP, a atuação do Poder Público no controle dos problemas de poluição ambiental teve início na década de 1970. O Decreto Estadual nº 8.468, de 08/9/1976, alterado pelo Decreto Estadual nº 47.397-02, em 04/12/2002, aprovou o Regulamento da Lei nº 997, de 31/5/1976, dispondo sobre a Prevenção e o Controle da Poluição do Meio Ambiente. Esta lei e seu regulamento estipulam que toda instalação, construção ou ampliação, bem como a operação ou funcionamento das fontes de poluição constantes de seu regulamento, estão sujeitas à prévia autorização do órgão estadual de controle da poluição do meio ambiente, para licença prévia, de instalação e de funcionamento.

O Licenciamento Ambiental somente tornou-se obrigatório e uniforme em todo o território nacional pela Lei nº 6.938, de 31/8/1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. Posteriormente, com a publicação da Resolução nº 001, de 23/1/1986, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, alterada pelas Resoluções CONAMA nºs 011/1986 e 009/1987, institui critérios e diretrizes para a aplicação da Avaliação de Impacto Ambiental - AIA, a realização do Estudo de Impacto Ambiental - EIA e o Relatório de Impacto Ambiental - RIMA, para licenciamento de atividades potencialmente causadoras de significativa degradação ambiental.

As situações de risco ambiental, talvez por não constarem explicitamente da Resolução nº 001/86, passaram a ser tratadas por um instrumento específico, o Estudo de Análise de Riscos - EAR, que é exigido, em São Paulo, para determinados empreendimentos, para subsidiar a tomada de decisões. Entretanto, o EAR pode ser realizado sem vinculação com o processo de licenciamento, prática esta que vem sendo aplicada no Estado de São Paulo.

O objetivo e função do EAR, para fins de licenciamento ambiental, é identificar e avaliar os riscos à população externa ao empreendimento, ou seja, as

conseqüências e os danos (mortes ou lesões) causados às pessoas nas áreas situadas além dos limites físicos da instalação (extra muros) e os impactos ao meio ambiente.

Outro instrumento muito utilizado é o Programa de Gerenciamento de Riscos – PGR. Em São Paulo, este instrumento pode ser utilizado de forma independente ou integrada ao EAR, dependendo do empreendimento em análise.

Nesse contexto o EAR e PGR converteram-se em ferramentas de grande importância para a prevenção de acidentes ambientais, na indústria e atividades que manipulam substâncias perigosas. Esses estudos propiciam subsídios para as estimativas de riscos e o conhecimento detalhado das falhas que podem conduzir a um acidente, bem como suas conseqüências, possibilitando a implementação de medidas para a redução de riscos e a elaboração de planos de emergência.

No entanto, ainda hoje notam-se certas dificuldades do ponto de vista operacional, quanto à necessidade ou não da realização do EAR para o licenciamento ambiental de certas atividades, ao momento em que deve ser solicitado e em que nível de detalhamento deve ser realizado. Problema semelhante ocorre na seleção de empreendimentos que deveriam realizar um EIA para fins de licenciamento (DIAS, 2001); (DIAS e SÁNCHEZ, 2001).

Este trabalho tem como objetivo principal evidenciar as funções atualmente desempenhadas pelos Estudos de Análise de Riscos e analisar seu emprego para o Licenciamento Ambiental no Estado de São Paulo, assim como apresentar sugestões para seu aperfeiçoamento.

Como objetivos secundários, esta pesquisa tencionou (i) traçar um quadro refletindo a evolução da aplicação dos EARs para fins de licenciamento ambiental no Estado de São Paulo, (ii) documentar o uso desta ferramenta e sua relação com os procedimentos de licenciamento ambiental.

A metodologia utilizada no trabalho envolve as seguintes etapas:

- Revisão bibliográfica sobre análise de riscos tecnológicos, sua evolução histórica; definições, conceitos e etapas de desenvolvimento dos Estudos de Análises de Riscos.
- Estudos dos Procedimentos do Licenciamento Ambiental no Estado de São Paulo, as legislações envolvidas e sua evolução temporal, os tipos de licenças

e a metodologia utilizada para tomada de decisão sobre a liberação dessas licenças aos empreendimentos.

- Levantamento do número de análises de riscos apresentados à CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, solicitado mediante carta ao Diretor de Engenharia e Recursos Hídricos, para a obtenção de uma base de dados referente aos Estudos de Análises de Riscos e Programas de Gerenciamento de Riscos apresentados à CETESB no período de 1989 a 2002, classificados por tipo de atividade do empreendimento, ano de entrada e do parecer técnico, e a regional/agência em que foi dada a entrada do pedido de licença.
- Análise descritiva da base de dados da CETESB, por meio de classificação das empresas por tipo de: atividade, estudos apresentados (EAR e PGR) e sua distribuição pelas regionais das bacias hidrográficas. Avaliação da evolução temporal dos estudos apresentados (EAR e PGR) para obtenção de licenças.
- Realização de entrevistas, mediante perguntas estruturadas, com três grupos de usuários de estudos de análises de riscos no Estado de São Paulo, abrangendo: Empreendedores, Empresas de Consultoria e Setor Governamental do Estado de São Paulo.
- Análise e discussão dos dados obtidos e apresentação de sugestões para o aperfeiçoamento.

O resultado da pesquisa é apresentado em seis capítulos.

O primeiro capítulo — CONCEITOS BÁSICOS SOBRE ESTUDOS DE ANÁLISE DE RISCOS — apresenta o histórico e panorama internacional de organizações que lidam com a questão de riscos, bem como conceitos e definições dos termos utilizados nesse tipo de estudo.

O segundo capítulo — DESENVOLVIMENTO DE ESTUDOS DE ANÁLISE DE RISCOS — descreve as etapas de elaboração de um EAR, apresentando as técnicas qualitativas e quantitativas para identificação de perigos e parâmetros considerados de avaliação de riscos.

O terceiro capítulo — O PROCESSO DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL NO ESTADO DE SÃO PAULO — expõe o contexto do licenciamento ambiental e as legislações pertinentes; mostra o encaminhamento dos Estudos de Análise de

Riscos no Estado de São Paulo considerando o contexto legal do licenciamento ambiental. Aborda também a atuação da CETESB no gerenciamento de riscos e sua contribuição no atendimento a acidentes ambientais; e a metodologia utilizada por esse órgão para a tomada de decisão sobre a utilização do EAR para obtenção de licença ambiental.

O quarto capítulo — REGISTROS DE ANÁLISES DE RISCOS PARA LICENÇA AMBIENTAL — descreve os procedimentos utilizados para a obtenção dos dados relativos aos processos avaliados pela CETESB e pelo DAIA - Departamento de Avaliação de Impacto Ambiental da Secretaria do Meio Ambiente, entre 1989 e 2002, destacando a evolução temporal de utilização das ferramentas PGR e EAR, com a distribuição por tipo de atividade industrial; e é feita uma avaliação e discussão dos dados resultantes da pesquisa.

O quinto capítulo — A OPINIÃO DOS ENVOLVIDOS: ANÁLISE E DISCUSSÃO — reúne as respostas dos entrevistados, considerando pontos em comum e observações pontuais feitas por alguns deles.

O sexto capítulo — CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES — destaca as evidências reveladas pela pesquisa e as lições decorrentes, assim como sugestões para o aperfeiçoamento dos procedimentos de análise de riscos no Estado de São Paulo.

O sétimo capítulo — ANEXOS — contempla duas pesquisas sobre Estimativa e Avaliação de Riscos, subsidiadas pela *Health and Safety Executive* – HSE.

1. CONCEITOS BÁSICOS SOBRE ESTUDOS DE ANÁLISE DE RISCOS

1.1 HISTÓRICO E PANORAMA INTERNACIONAL

Em 1931, H. W. Henrich, que pertencia a uma companhia de seguros dos Estados Unidos, desenvolveu um importante estudo, analisando os acidentes ocorridos nos anos 1920 na indústria americana. Henrich lançou o conceito de acidentes com danos à propriedade, ou melhor acidentes sem lesão. Henrich definiu acidente como todo evento não planejado, não controlado e não desejado que interrompe uma atividade ou função. Este trabalho foi considerado o marco para a introdução do conceito de diferenciação entre “acidente e lesão”, uma vez que a lesão deve ser considerada como uma consequência do acidente.

Durante a década de 1950, desenvolveu-se, nos Estados Unidos, uma conscientização no sentido de se valorizar os programas de prevenção de riscos de danos materiais.

Em 1953, a Recomendação nº 97, da Conferência Internacional do Trabalho, especificou dois métodos básicos para a proteção da saúde dos trabalhadores: o acompanhamento médico de cada trabalhador e as medidas técnicas para prevenir, reduzir ou eliminar riscos do ambiente de trabalho.

Nessa mesma década, F. E. Bird considera na análise de acidentes, além das lesões, os danos às propriedades e prejuízos decorrentes de acidentes. Mais tarde, esses estudos serviram de base para uma nova filosofia preventiva denominada Controle de Perdas (*Loss Control*).

Nessa época, começavam as preocupações com a área nuclear, devido à instalação dos primeiros reatores nucleares para geração de energia.

Na década de 1970, J. A. Fletcher e H. M. Douglas aperfeiçoaram os estudos de Bird, introduzindo uma avaliação mais extensiva de danos de acidentes às máquinas, materiais, instalações e ao meio ambiente, ou seja, os programas de segurança deveriam abranger o Controle Total de Perdas (*Loss Total Control*).

Os estudos desenvolvidos até então visavam apenas práticas administrativas, sendo negligenciados os problemas que exigiam uma análise técnica mais acurada.

Partindo desta observação, W. Hammer, em 1972, engenheiro especialista em Segurança de Sistemas, área intimamente relacionada à Engenharia de Confiabilidade, e com experiência em projetos aero-espaciais dos Estados Unidos, ampliou os conceitos com relação ao estabelecimento de segurança de sistemas, introduzindo a identificação dos riscos, ao invés da análise de eventos *a posteriori*.

Dessa forma, Hammer alertou para a necessidade de se incluir um reforço complementar, do ponto de vista da engenharia para dar soluções técnicas e não apenas administrativas. Esses estudos ajudaram a compreensão dos chamados erros humanos, muitas vezes provocados por projetos deficientes e que, deveriam ser debitados à organização e não ao executante.

Essa nova visão dos programas de segurança e as técnicas de engenharia de confiabilidade, já utilizadas nas áreas militar e aeronáutica, e a grande preocupação gerada por alguns acidentes catastróficos levaram as indústrias de petróleo e de processos químicos a incorporarem a Análise de Riscos em seus sistemas de gestão ambiental e de segurança, tanto em novos projetos, como nas unidades em operação.

No Brasil, os primeiros passos preventivistas surgiram com a criação do Ministério do Trabalho, na década de 1930. Porém, somente em fins da década de 1970 é que trabalhos sobre prevenção e controle de perdas começaram a ser divulgados. (SOUZA, 1995); (CETESB, 2001).

O Quadro 1.1 apresenta alguns dos principais acidentes ambientais mundiais de grande repercussão, nas atividades de processamento, armazenamento e transporte de substâncias, ocorridos nas últimas décadas.

Quadro 1.1: Alguns dos principais acidentes ambientais com substâncias químicas

| Data | Local | Causas | Impactos |
|-----------|--|--|--|
| 16/4/1947 | Texas City, USA (<i>Grandcamp</i>) | Explosão de nitrato de amônia em navio | 552 mortes e 3.000 feridos |
| 04/1/1966 | Feysin, França (<i>Refinaria</i>) | BLEVE de propano, unidade de estocagem | 18 mortes, 81 feridos e perdas de US\$ 68 milhões |
| 21/9/1972 | Rio de Janeiro, Brasil (<i>REDUC</i>) | BLEVE de GLP, unidade de estocagem | 37 mortes, 53 feridos, perdas de US\$ 13,4 milhões |

(continua)

| Data | Local | Causas | Impactos |
|------------|---|--|--|
| 13/7/1973 | Potchefstroom, África do Sul | Vazamento de amônia, unidade de estocagem | 18 mortes e 65 intoxicados |
| 01/6/1974 | Flixborough, UK (<i>Nypro Ltd.</i>) | Explosão / incêndio de ciclohexano, planta de Caprolactama | 28 mortes, 89 feridos e perdas de US\$ 232 milhões |
| 10/7/1976 | Seveso, Itália (<i>Icmesa Chemical Company</i>) | Vazamento/explosão de tetraclorodibenzo-paradioxina (TCDD) | Contaminação de 1800 há devido emissão de dioxina, afetando ~700 pessoas |
| 11/7/1978 | San Carlos, Espanha | VCE de propeno, caminhão-tanque | 216 mortes, 200 feridos |
| 25/2/1984 | Cubatão, Brasil (<i>Petrobras</i>) | Incêndio de duto de gasolina | Vazamento de 1200 m ³ , 93 mortes, ~150 feridos |
| 19/11/1984 | Cidade do México – México (<i>Pemex</i>) | BLEVE / incêndio de GLP, estocagem | 650 mortes, 6.400 feridos, perdas ~US\$ 22,5 milhões |
| 03/12/1984 | Bhopal, Índia (<i>Union Carbide</i>) | Emissão tóxica de isocianato de metila, estocagem | 4.000 mortes e 200 mil pessoas intoxicadas. (<i>maior catástrofe ind. Quím.</i>) |
| 28/4/1986 | Chernobyl, Rússia | Explosão de usina nuclear de urânio | 135.000 pessoas evacuadas |
| 01/11/1986 | Basiléia, Suíça (<i>Sandoz</i>) | Incêndio de estocagem de produto químico | Contaminação do Rio Reno e 220 ton. de enguias mortas |
| 24/3/1989 | Alasca, USA (<i>Exxon Valdez</i>) | Encalhe / vazamento de navio de petróleo | 40.000 ton de vazamento, 100 mil aves mortas, contaminadas 1.100 lontras |
| 03/6/1989 | Ufa, Rússia | VCE de duto de GLP | 645 mortes e 500 feridos |
| 22/4/1991 | Guadalajara, México | Vazamento/ explosão de duto de combustível | Cerca de 300 mortes e 1470 feridos |
| 16/10/1992 | Sodegaura, Japão (<i>Fuji Oil</i>) | VCE de hidrogênio, refinaria | 10 mortes e 7 feridos |
| 02/11/1994 | Dronka, Egito | Incêndio de estocagem de combustível | Cerca de 410 mortes |
| 08/9/1998 | Araras, Brasil | Incêndio de gasolina/ diesel, caminhão-tanque | 55 mortes |
| 24/3/1999 | Tunel Mont Blanc França/Itália | Explosão de caminhão com margarina e farinha | Cerca de 35 mortes |
| 12/12/1999 | Erika, França (<i>Total-Fina</i>) | Vazamento de óleo pesado do navio | Cerca de 300.000 aves mortas |
| 21/9/2001 | Toulouse, França | Explosão de Nitrato de Amônia | Cerca de 29 mortes e 2.442 feridos |

BLEVE = *Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion*

VCE = *Vapor Cloud Explosion*

Fontes: LEES, 1996; CETESB, 2001 - (modificados)

1.1.1 Política, organizações e programas internacionais

Para os desastres envolvendo produtos químicos, a cooperação entre as instituições na resposta de um acidente químico, unida ao grau de preparação que possuem, garante o êxito das ações e a diminuição das conseqüências.

Na década de 1980, a preocupação com acidentes industriais ganhou grande ênfase, no tocante à prevenção dessas ocorrências, principalmente após os acidentes de Flixborough, Seveso, Chernobyl, Cidade do México. Levando-se em conta os custos da reparação desses acidentes, pode-se concluir que seria uma economia aos governos tomar precauções básicas para evitar ou reduzir os acidentes químicos, bem como minimizar os danos imediatos e a longo prazo.

São muitas as organizações (nacionais e internacionais) que prestam apoio, para que os países possam ter uma boa resposta, quando da ocorrência de eventos envolvendo produtos perigosos (ALBERT, 2000); (MACHÍN, 2000).

1.1.1.1 Comunidade Econômica Européia – CEE

Partindo desse propósito, diferentes programas e organizações foram criados para cuidar dos aspectos preventivos contra acidentes industriais.

O primeiro grande acordo sobre esse tema foi a Diretiva 82/510/CEE, publicada em 24/6/1982, mais conhecida como **Diretiva de Seveso**, em sua segunda edição, Diretiva 96/82/CEE de 09/12/1996 ou Diretiva de Seveso II, aplica-se a empresas que manipulem substâncias químicas perigosas em quantidades iguais ou superiores às estabelecidas pela Diretiva. Aos objetivos originais adicionou-se a limitação de suas repercussões às pessoas e ao meio ambiente, a fim de garantir os níveis elevados de proteção em toda CEE.

A Diretiva determina:

- os Estados-membros da CEE têm 2 anos para implementar políticas de prevenção de acidentes;
- os Estados devem vistoriar periodicamente as instalações perigosas e comunicar a ocorrência de acidentes;

- as empresas são obrigadas a notificar às autoridades os riscos em instalações industriais;
- as empresas devem possuir planos de emergência conhecidos pelas autoridades (LEES, 1996); (CETESB, 2001).

A Noruega foi um dos primeiros países a requerer análise probabilística de riscos em instalações *off-shore* (BENTO, 1991).

Após a publicação da Diretiva de Seveso, o Reino Unido implementou o *Control of Industrial Major Hazards* - CIMAH, em 1984, atualmente, substituído pelo *Control of Major Accident Hazard* - COMAH, com a finalidade de implementar as ações previstas na Diretiva de Seveso II e avaliar e controlar os riscos. Requer a identificação do tipo de consequência e probabilidade relativa dos potenciais acidentes maiores.

O objetivo desta regulamentação é prevenir e mitigar os efeitos de acidentes maiores, envolvendo substâncias perigosas, que possam causar danos às pessoas e ao meio ambiente (BENTO, 1991); (TAYLOR, 1994); (CETESB, 2001).

1.1.1.2 Organizações e Programas da América do Norte

Vários programas são desencadeados pela **Organização das Nações Unidas - ONU**, com vistas à prevenção de acidentes com substâncias químicas.

O *International Programme on Chemical Safety* - IPCS, estabelecido em 1980, conta com a cooperação de três outras organizações da ONU: Organização Internacional do Trabalho - OIT, Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente - PNUMA e Organização Mundial da Saúde - OMS.

Os principais objetivos do IPCS são estabelecer as bases científicas e reforçar as capacidades dos países para o uso seguro de substâncias químicas, sem comprometer a vida das gerações futuras.

As principais funções do PNUMA são: ajuda aos governos nas ações globais para o manejo de produtos químicos, promover o intercâmbio de informações e apoiar o fortalecimento de capacitações.

Entre as diversas atividades do PNUMA destaca-se a *Awareness and Preparedness for Emergencies at Local Level* – APELL, desenvolvida por

especialistas em desastres tecnológicos com substâncias químicas, após a ocorrência do acidente de Bhopal. Tem como objetivos:

- conscientizar o público da problemática dos acidentes químicos;
- estimular o desenvolvimento de planos cooperativos que envolvam a comunidade, o governo e a indústria, para proteção da vida humana, de propriedade e do meio ambiente;
- promover ações de prevenção de emergências que envolvam produtos perigosos. (LEES, 1996); (CETESB, 2001)

A OIT, na 80^a Sessão de sua Conferência Geral, realizada em Genebra em 02/6/1993, aprovou a Convenção 174, que trata da Prevenção de Acidentes Industriais Maiores, complementada pela Recomendação nº 181, adotada em Genebra em 22/6/93. Legisla sobre riscos intrínsecos, classificação, identificação e controles, seguindo diretrizes similares à Seveso II, e traz uma série de recomendações para a implementação de programas para a prevenção de acidentes maiores em instalações industriais, complementando ações a serem adotadas pelo governo, indústrias e trabalhadores. Tem como principais objetivos:

- prevenir acidentes maiores;
- reduzir ao mínimo seus riscos e conseqüências;
- apoiar projetos de cooperação técnica para melhoria do meio ambiente e condições de trabalho;
- reforçar a capacitação dos países na prevenção de acidentes;
- promover ações dirigidas à segurança no uso de substâncias químicas.

A Convenção 174 foi aprovada no Brasil pelo Decreto Legislativo nº 246, de 28/6/2001, e promulgada pelo Decreto nº 4.085, de 15/1/2002. Entrou em vigor em 02/8/2002, nos termos do parágrafo 3^o de seu artigo 24 e é a primeira legislação nacional sobre acidentes ampliados (FUNDACENTRO, 2002).

A partir da Convenção 174, recaem sobre o empreendedor maiores exigências com relação aos acidentes maiores, conforme consta da Parte III- Responsabilidades de Empregadores,

“Artigo 9^o - Disposições Relativas à Instalação:

Com relação a cada instalação sujeita a risco maior, os empregadores deverão criar e manter um sistema documentado de controle de risco que preveja:

- a) *identificação e estudo dos perigos e avaliação dos riscos, considerando inclusive possíveis interações entre substâncias;*
- b) *medidas técnicas que compreendam projeto, sistemas de segurança, construção, seleção de substâncias químicas, operação, manutenção e inspeção sistemática da instalação;*
- d) *planos e procedimentos de emergência que compreendam:*
 - *preparação de planos e procedimentos eficazes de emergência local, inclusive atendimento médico emergencial, a ser aplicados no caso de acidentes maiores ou de ameaça de acidentes, com testes e avaliação periódicos de sua eficácia e revisão, quando necessário;*
 - *fornecimento de informações sobre possíveis acidentes e planos internos de emergência a autoridades e órgãos responsáveis pela preparação de planos e procedimentos de emergência para proteção do público e do meio ambiente fora do local da instalação;*
 - *toda consulta necessária com essas autoridades e esses órgãos;*
- e) *medidas para reduzir as conseqüências de um acidente maior*
- g) *a melhoria do sistema do sistema, incluindo medidas para a coleta de informações e análise de acidentes ou quase acidentes”.....*

A OMS tem como principais atribuições o estabelecimento das bases científicas para o uso seguro de produtos químicos e fortalecimento das capacidades nacionais para a segurança química.

Suas principais atividades são:

- *avaliação de riscos à saúde e ao meio ambiente;*
- *desenvolvimento de metodologias de avaliação de riscos e perigos;*
- *prevenção de exposições tóxicas e emergências químicas;*
- *desenvolvimentos de recursos humanos.*

A OMS e a OPAS - Organização Pan-Americana da Saúde possuem diversos centros colaboradores que desenvolvem múltiplas atividades em torno do tema prevenção, preparação e resposta a acidentes químicos.

Como centro colaborador da OPAS/OMS, no Brasil, foi designada a CETESB, na Preparação para Emergências em Casos de Desastres, com a finalidade de transferir a tecnologia adquirida ao longo dos anos a outros países, em especial os

da América Latina, mais especificamente relativa aos acidentes tecnológicos envolvendo substâncias químicas. Este título foi dado em reconhecimento aos trabalhos realizados na prevenção e no atendimento a acidentes ambientais de origem tecnológica, causados por substâncias químicas, desde o final da década de 1970 (HADDAD, FERNICOLA, SERPA, 2000).

Segundo Machín (2000), o PNUMA, a OMS e a OECD - *Organization for Economic Cooperation and Development* definiram em diversos documentos as responsabilidades das organizações internacionais:

- fornecer uma base científica avaliada internacionalmente para que os países desenvolvam as suas próprias medidas de segurança química, com o objetivo de fortalecer a capacitação nacional, a fim de prever, bem como operacionalizar os efeitos danosos dos produtos químicos, além dos aspectos de saúde frente às emergências químicas;
- desenvolver princípios, procedimentos e guias para enfrentar as emergências químicas;
- criar bancos de dados, publicações e bibliotecas virtuais que facilitem o acesso rápido à informação sobre substâncias químicas e operações de emergências;
- estabelecer programas de capacitação e instrumentos que facilitem ações de prevenção, preparação e respostas em todos os níveis;
- criar centros de resposta a emergências, bem como base de dados com informações sobre profissionais com experiência na área;
- incentivar a normatização para a apresentação de informes e pesquisas sobre acidentes;
- estimular o intercâmbio de informação entre os países.

Os **Estados Unidos da América - EUA**, após o derrame de petróleo causado pelo navio-tanque Torrey Canyon, na costa inglesa, estabeleceram em 1968 a primeira versão do *National Contingency Plan - NCP*.

Na década de 1980, desenvolveram vários programas. O *Community Awareness and Emergency Response - CAER*, desenvolvido pela *Chemical Manufacturers Association - CMA*, tem como objetivo implementar programas para o

atendimento a situações de emergência envolvendo produtos perigosos (CETESB, 2001).

A **Agência de Proteção Ambiental** (*Environmental Protection Agency - EPA*), criada pela *National Environmental Policy Act - NEPA*, em 1969, é responsável pela legislação ambiental, incluindo a poluição do ar, da água e resíduos perigosos. O programa *Air Toxic Strategy* que trata do controle de emissões. Publicou uma lista das substâncias consideradas extremamente perigosas. As indústrias que as manipulam devem adotar todas as medidas para a prevenção de acidentes e atendimento a situações emergenciais.

A EPA trabalha com a *Occupational Safety and Health Administration - OSHA* a partir de 1970. Sendo que os limites de responsabilidades não são muito claros. Embora o trabalho da OSHA seja relativo ao ambiente de trabalho e o da EPA, relativo ao meio ambiente, há algumas áreas onde ambas estão envolvidas. Uma é a emissão acidental e outra é a substância tóxica (LEES, 1996).

O governo americano instituiu dois programas para a prevenção e gerenciamento de riscos em empresas que manipulam substâncias químicas perigosas e que possam causar grandes acidentes fora dos limites de suas instalações: *Risk Management Program - RMP* e o *Process Safety Management - PSM*, coordenados pela EPA e OSHA.

O RMP analisa o pior caso, a fim de estimar as distâncias perigosas à população, para elaboração do plano de emergência. Já o PSM inclui também medidas que abrangem as atividades de terceiros que operem nas instalações das indústrias. Os dois programas de gerenciamento incluem: informações de segurança de processo; análise de riscos; gerenciamento de modificações; procedimentos operacionais; práticas seguras de trabalho; programa de treinamento e capacitação; garantia da integridade mecânica; revisões pré-operacionais; controle e resposta a emergências; investigação de acidentes e auditorias. (CETESB, 2001)

No **Canadá**, a *Canadian Chemical Producers Association - CCPA*, no início da década de 1980, criou o programa de **Atuação Responsável** (*Responsible Care*), atualmente em implementação em mais de 40 países. Este programa, um modelo de gestão ambiental voluntária da indústria química mundial, incentiva a busca das

melhores práticas de gestão da saúde dos trabalhadores, segurança das instalações, processos e produtos, além de questões voltadas à proteção do meio ambiente.

O Conselho Internacional das Associações de Indústrias Químicas - ICCA representa os fabricantes de produtos químicos em todo o mundo, e tem como principal programa o Atuação Responsável, coordenado, no Brasil, pela ABIQUIM - Associação Brasileira da Indústria Química, que vem acompanhando, ao longo dos últimos anos, a implementação dos códigos de práticas gerenciais nas indústrias químicas.

“Os seis códigos foram adaptados para a indústria brasileira e publicados pela ABIQUIM; são eles:

- Segurança de Processos;
- Saúde e Segurança do Trabalhador;
- Proteção Ambiental;
- Transporte e Distribuição;
- Diálogo com a Comunidade e Preparação e Atendimento a Emergências;
- Gerenciamento do Produto” (CETESB, 2001).

O código Proteção Ambiental é assumido como expressão de alta prioridade empresarial, por um processo de melhoria contínua em busca da excelência. Devido a sua amplitude, facilita a implantação de outros sistemas de gestão ambiental voluntários, como a ISO 14001.

As empresas participantes deste programa comprometem-se a alcançar os padrões de segurança, saúde e meio ambiente.

1.2 CONCEITOS E DEFINIÇÕES

Um estudo de análise de riscos tem por principal objetivo responder às seguintes questões:

- o que pode ocorrer de errado?
- quais as causas básicas dos eventos indesejados?
- quais as conseqüências?
- quais as freqüências de ocorrência dos acidentes?
- os riscos são toleráveis? (SERPA, 2000a)

Perigo (*hazard*), segundo AIChE (2000), é uma condição química ou física que tem o potencial de causar danos às pessoas, propriedades ou meio ambiente.

Segundo Penteadó (2001), os danos podem atingir:

- pessoas (público, funcionários, etc.);
- patrimônio (equipamentos, estruturas, máquinas, etc.);
- materiais e produtos;
- imagem da empresa;
- meio ambiente.

Os perigos podem ser:

- químicos: relativos à acidez, alcalinidade, toxicidade, etc.;
- termodinâmicos: quando envolvem alta pressão, vácuo, temperatura, etc.;
- elétricos ou eletromagnético: quando envolvem altas voltagens, radiação, etc.;
- mecânicos: quando envolvem energia mecânica, forças, impactos, etc.

Risco (*risk*) é uma medida da perda econômica ou dano à vida humana, resultante da combinação entre a freqüência de ocorrência e da magnitude de perdas ou danos (conseqüências). O risco está sempre associado à probabilidade de acontecer um evento indesejado. (AIChE, 2000); (SERPA, 2000a).

Serpa (2000b) entende **Perigo** como uma propriedade intrínseca de uma situação, ser ou coisa, que não pode ser controlado ou reduzido, somente

identificado. Já o **Risco** pode ser reduzido, atuando-se sobre sua frequência de ocorrência, conseqüências ou ambas.

O risco pode ser expresso como uma função desses dois fatores, conforme a equação (CETESB, 2002):

$$R = g(f, C)$$

onde:

R = risco, (\$/tempo);

f = frequência de ocorrência, (n° evento/tempo);

C = conseqüências ou gravidade, (\$ ou mortes ou perdas ou danos / n° evento).

A experiência demonstra que os grandes acidentes são normalmente ocasionados por eventos com baixa frequência de ocorrência, causando, no entanto, conseqüências (danos) bastante relevantes. (CETESB, 2001)

A frequência esperada de ocorrência de falhas de um sistema está diretamente ligada a sua confiabilidade (quanto menos confiável, maior o número esperado de falhas) e portanto, a confiabilidade do sistema tem uma influência direta no seu risco. Assim sendo, para se avaliar o risco de um sistema, é necessária a realização de algum tipo de análise de confiabilidade do sistema (não necessariamente de todos os aspectos do sistema, mas apenas daqueles afetos ao risco) para se obter a frequência esperada de ocorrência das falhas que resultam em acidentes.

Confiabilidade (*reliability*) é definida por De Cicco (1987) como a probabilidade de que um componente, dispositivo, equipamento ou sistema desempenhe satisfatoriamente (com sucesso) suas funções ou missão, por determinado período de tempo e sob um dado conjunto de condições de operação. A não confiabilidade do sistema representa, portanto, a probabilidade de falha na sua missão.

Análise de Riscos (*risk analysis*) é uma atividade voltada ao desenvolvimento de uma estimativa (qualitativa ou quantitativa) do risco, baseada na engenharia de avaliação e técnicas estruturadas para promover a combinação das frequências e conseqüências de cenários acidentais (AIChE, 2000); (SERPA, 2000a).

O termo **Análise de Riscos** abrange o Estudo de Análise de Riscos - EAR e Programa de Gerenciamento de Riscos - PGR.

Todavia, o **Estudo de Análise de Riscos – EAR** é a formalização de um estudo para uma instalação industrial, baseado em técnicas de identificação de perigos, estimativa de frequências e conseqüências, análise de vulnerabilidade e na estimativa do risco. Seu objetivo é promover métodos que fundamentem um processo decisório de redução de riscos e perdas de uma instalação industrial, decisão de caráter interno ou externo à empresa (CETESB, 2001); (SOUZA, 1995).

O termo **Análise de Riscos** é usado também de forma mais abrangente para caracterizar, além das falhas ou operabilidade de processos e equipamentos, o estudo de parâmetros de segurança, traduzidos em termos de danos ao próprio sistema, ou à pessoas, às instalações e bens em geral da empresa, ao meio ambiente, à comunidade e a terceiros; a **Análise de Confiabilidade** avalia as probabilidades de sucesso ou falha do sistema; identifica entre todos os componentes os que mais contribuem para o sucesso ou falha do sistema e estuda maneiras de aumentar sua confiabilidade (DE CICCO, 1987).

A importância, a necessidade da realização e reavaliação de um EAR pode ser diagnosticada pelas perguntas:

Para que serve?

- para avaliar a segurança de um processo e comparar alternativas;
- para identificar os perigos durante a fase conceitual de um projeto;
- para ajudar na identificação e/ou desenvolvimento de diretrizes operacionais para o processo;
- para eliminar ou reduzir os riscos de acidentes ou implantar ações para os riscos remanescentes;
- para auxiliar na localização da planta e na tomada de decisões;
- para auxiliar na análise dos processos de produção de riscos, procurando minimizá-los;
- para analisar um evento catastrófico ocorrido.

Quando realizá-lo?

- quando o estabelece a Legislação Ambiental;

- antes do início de uma nova atividade, como ação pró-ativa para melhorar a segurança;
- quando for introduzido um novo risco associado a uma atividade;
- quando ocorrem problemas envolvendo danos, atrasos, lesões ou mortes de pessoas em uma operação industrial;
- quando se necessita de informações mais apuradas sobre os riscos de um sistema ou operação;
- quando se pode antecipar problemas que resultem em severas conseqüências em uma operação.

Quando reavaliá-lo?

- quando procedimentos de operação ou manutenção mudarem;
- quando um incidente ou acidente acontecer;
- quando houver ampliação ou alterações de equipamentos na unidade de processo (AMORIM, 1991); (PENTEADO,2001).

Os EARs devem prever e quantificar os possíveis cenários acidentais, bem como suas conseqüências em termos de explosões, incêndios, vazamentos tóxicos e outras reações violentas e indesejadas, a fim de que medidas concretas e efetivas de gerenciamento de riscos sejam incorporadas ao processo operacional da instalação, cabendo aos órgãos de controle e licenciamento a missão de avaliar os estudos e exigir a implantação dessas ações.

Taylor (1994), possui visão e definição mais abrangentes sobre a função do EAR para uma planta de processo:

- para melhorar a engenharia de segurança e prover plantas, as quais são tão seguras quanto possível, a um custo razoável;
- para dar suporte ao processo de planejamento da comunidade, nos casos onde autoridades são requeridas para aprovar ou licenciar plantas, e dar permissão para mudanças de uso do solo;
- para prover antecedentes no caso de decisões de seguro;
- para dar suporte ao plano de emergência.

Avaliação de Riscos (*risk assessment*) é o processo que utiliza os resultados da análise de riscos para a tomada de decisão, pela da comparação com os critérios

de tolerabilidade de riscos previamente estabelecidos, para definição da estratégia de gerenciamento dos riscos e aprovação do licenciamento ambiental de um empreendimento (AIChE, 2000); (SERPA, 2000a).

Os mais eficientes meios de proteger uma comunidade e ecossistemas, sensíveis contra os riscos de instalações industriais, são o planejamento e o controle do uso do solo. A falta ou deficiências de zoneamento do uso do solo, como também de planejamento ambiental, amplificam os perigos.

Gerenciamento de Riscos (*risk management*) é um processo de identificação, avaliação e controle de riscos, compreendendo a formulação e implantação de medidas e procedimentos, técnicos e administrativos, que têm por finalidade prevenir, controlar ou reduzir os riscos em uma instalação industrial, manter a instalação operando dentro de requisitos de segurança considerados toleráveis (CETESB, 2001)

O termo **Programa de Gerenciamento de Riscos - PGR** é usado para o documento que define a política e diretrizes de um sistema de gestão, com vista à prevenção de acidentes em instalações ou atividade potencialmente perigosas. (CETESB, 2001)

2. DESENVOLVIMENTO DE ESTUDOS DE ANÁLISE DE RISCOS

Os estudos de análise e avaliação de riscos têm se mostrado importantes na análise de empreendimentos em operação, a fim de que os riscos possam ser avaliados e gerenciados a contento, independentemente de estarem ou não vinculados a um processo de licenciamento.

Os EARs propiciam subsídios para o conhecimento detalhado das falhas que podem acarretar acidentes, bem como suas conseqüências, viabilizando a implementação de medidas para a redução de riscos e elaboração de Plano de Ação de Emergência - PAE para respostas aos acidentes.

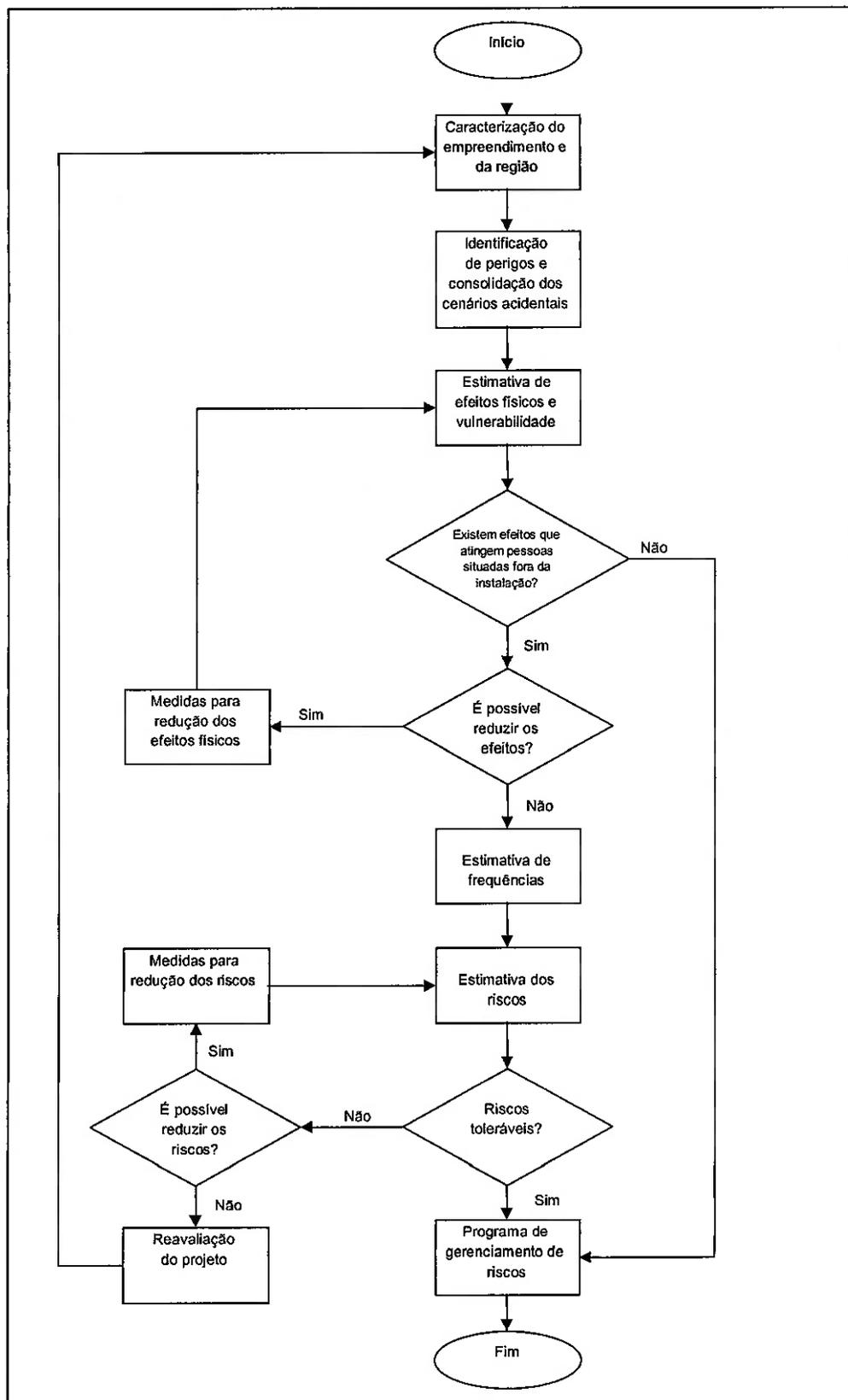
Com o objetivo de fornecer as orientações básicas para a elaboração de EAR em atividades industriais, propiciando um entendimento geral sobre o assunto e apresentar a visão da CETESB (2002) no tocante à interpretação e avaliação nos processos de licenciamento, quanto aos riscos à população externa ao empreendimento, foi criado o Termo de Referência - TR para a elaboração de Estudos de Análise de Riscos. Este Termo de Referência é válido para qualquer tipo de empreendimento e deve ser adotado independentemente do estágio em que se encontra um empreendimento, perante o atual sistema de licenciamento ambiental no ESP. Esse termo é atualizado anualmente.

“Um EAR é constituído por seis etapas (CETESB, 2002):

- Caracterização do empreendimento e da região;
- Identificação de perigos e consolidação dos cenários acidentais;
- Estimativa dos efeitos físicos e análises de vulnerabilidade e conseqüências;
- Estimativa de freqüências;
- Estimativa e avaliação de riscos;
- Avaliação e Gerenciamento de Riscos”.

A Figura 2.1 apresenta a seqüência de desenvolvimento destas etapas.

Figura 2.1: Etapas para a elaboração de Estudos de Análise de Riscos



Fonte: CETESB, 2002

2.1 ETAPAS DE ELABORAÇÃO DO EAR

2.1.1 Caracterização do Empreendimento e da Região

O primeiro passo para a realização do EAR é a compilação de dados relativos às características do empreendimento, contemplando seus aspectos construtivos e operacionais, além das peculiaridades da região onde se encontra ou será instalado (CETESB, 2001); (CETESB, 2002).

A caracterização do empreendimento e da região tem por finalidade:

- identificar aspectos comuns que possam interferir, tanto no empreendimento, como no meio ambiente;
- identificar, na região, atividades que possam interferir no empreendimento, sob o enfoque operacional e de segurança;
- estabelecer uma relação direta entre o empreendimento e a região sob influência.

Esperam-se os seguintes resultados práticos:

- um diagnóstico das interfaces entre o empreendimento em análise e o local de sua instalação;
- a caracterização dos aspectos relevantes que sustentarão os estudos de análise de riscos, por meio da definição de métodos, diretrizes ou necessidades específicas;
- auxílio na determinação do nível de abrangência do estudo.

Essa etapa inicial do trabalho deve contemplar os aspectos:

- realização de levantamento fisiográfico da região sob influência do empreendimento;
- caracterização das atividades e aspectos operacionais;
- cruzamento das informações e interpretação dos resultados.

Para um empreendimento linear (ex.: duto) deve ser feita análise detalhada do local, com a identificação e caracterização das diferentes áreas sob influência da empresa.

Os aspectos fisiográficos devem incluir o levantamento dos dados:

- localização e descrição física e geográfica da região do empreendimento;

- corpos d'água;
- áreas litorâneas;
- núcleos habitacionais e distribuição populacional da região;
- sistemas viários;
- cruzamentos e/ou interferências com redes d'água, energia e/ou áreas ecologicamente sensíveis.

Para as características meteorológicas deve-se obter dados dos últimos três anos de:

- temperatura média da região;
- índices de pluviosidade;
- umidade relativa do ar;
- velocidade e direção de ventos.

Na caracterização das instalações da empresa deve-se obter os documentos:

- planta geral da instalação;
- arranjo físico (*layout* em escala) da instalação (plantas e cortes);
- especificação de equipamentos;
- descrição das operações e procedimentos de segurança;
- identificação e caracterização de fontes de ignição;
- substâncias envolvidas no processo, considerando-se as matérias-primas, produtos auxiliares, intermediários e acabados, bem como resíduos, insumos e utilidades;
- descrição do processo e rotinas operacionais;
- fluxogramas de engenharia (*Piping and Instrumentation Diagram - P&ID*);
- sistemas de proteção e segurança.

2.1.2 Identificação de Perigos

Esta segunda etapa tem por objetivo identificar os eventos indesejáveis (lista de falhas) que possam levar a evidenciar o perigo e definir as hipóteses acidentais, que poderão acarretar conseqüências significativas.

Nesta etapa, técnicas estruturadas são aplicadas para a identificação das possíveis seqüências de acidentes e definição dos cenários acidentais a serem estudados de forma detalhada (CETESB, 2001); (CETESB, 2002).

Muitas são as técnicas disponíveis para a realização desta atividade. Dependendo do empreendimento a ser analisado e do detalhamento necessário, deve-se utilizar as metodologias mais adequadas para o caso em estudo, que podem ser qualitativas ou quantitativas. Os métodos qualitativos, em geral, são utilizados na fase de identificação de perigos, tendo como objetivo determinar eventos, ou seqüência de eventos, que levem a situações indesejáveis. Normalmente são técnicas mais simples e menos onerosas (AMORIM, 1991); (CETESB, 2001).

Para instalações existentes, a empresa pode fazer um levantamento do histórico dos acidentes, a fim de auxiliar na identificação dos perigos.

Entre as diversas técnicas qualitativas normalmente utilizadas para o desenvolvimento do EAR, tem-se a Análise Preliminar de Perigos - APP (a mais utilizada) e a Análise de Perigos e Operacionalidade - HazOp. Outras técnicas, como Lista de Verificação (*check-list*), E se...? (*What if?*) e Análise de Modos de Falhas e Efeitos - AMFE podem ser utilizadas, desde que adequadas à instalação em estudo. Essas técnicas geralmente são aplicadas combinadas umas com as outras, pois a abordagem de uma única análise tende a ser mais simplificada ou incompleta

A utilização de uma ou outra dependerá do tipo de aplicação, conforme demonstra o Quadro 2.1.

Quadro 2.1: Técnicas para identificação de perigos e suas principais aplicações

| Aplicação | Checklist | What If | APP | AMFE | HazOp |
|--|-----------|---------|-----|------|-------|
| Identificação de desvios em relação às boas práticas | | | | | |
| Identificação de perigos genéricos | | | | | |
| Identificação de causas básicas (eventos iniciais) | | | | | |
| Proposição de medidas para mitigar os riscos | | | | | |

Fonte: CETESB, 2001

“Os métodos quantitativos são geralmente utilizados nas fases de avaliações das conseqüências e das probabilidades dos eventos ou seqüências de eventos indesejáveis, para que seja possível a estimativa do risco inerente a um determinado sistema. Alguns métodos quantitativos são obtidos a partir da complementação de métodos qualitativos com outros dados disponíveis, como ocorre com a Análise de Árvore de Falhas - AAF, que é considerado um método quantitativo, uma vez que sejam aplicados dados probabilísticos disponíveis.

São também consideradas quantitativas as metodologias relativas ao cálculo de conseqüências, como avaliação da concentração de produtos dispersos da radiação do incêndio, da sobrepressão da explosão, bem como o estudo da vulnerabilidade” (AMORIM, 1991).

2.1.2.1 Apresentação sumária das técnicas qualitativas

Análise Preliminar de Perigos - APP é uma técnica com origem no programa de segurança militar do Departamento de Defesa dos EUA, que deve focalizar todos os eventos perigosos, cujas falhas tenham origem na instalação em análise, considerando tanto as falhas intrínsecas de equipamentos/ instrumentos/ materiais, como as falhas devidas a erros humanos.

Essa técnica é usada preferencialmente na fase inicial ou de concepção de um projeto onde ainda há poucas informações disponíveis, possibilitando mudanças necessárias nos aspectos de segurança, devido aos riscos identificados, não acarretando gastos expressivos, e sendo fácil a sua execução. Outro resultado que pode extrair dessa técnica é a tomada de decisão para a localização da planta (TAYLOR, 1994); (CETESB, 2001).

A APP gera um elenco de medidas de controle e é imprescindível em sistemas de média e alta inovação, para instalações novas ou existentes.

Os pontos de análise e resultados da APP devem ser apresentados em planilha padronizada, contendo a identificação dos perigos, as causas, os efeitos (conseqüências), as categorias de severidade correspondentes, assim como as observações e recomendações pertinentes aos perigos identificados.

As Categorias de Severidade são classificadas em:

I – Desprezível: quando não ocorre dano algum ou quando o dano está restrito à área industrial de ocorrência do evento com controle imediato, ou seja, não resulta em degradação do sistema, nem causa danos pessoais.

II – Marginal ou Limítrofe: quando o dano atinge outra subunidade e/ou área não industrial, porém, com controle e sem causar danos relevantes ao sistema, ao meio ambiente e à comunidade externa.

III – Crítica: a contaminação temporária (reduzido tempo de contaminação) do solo, ar ou recursos hídricos pode causar dano substancial ao sistema e até mesmo lesões de gravidade moderada na população externa.

IV – Catastrófica: quando o dano produz severa degradação ao sistema, atinge a área externa (comunidade circunvizinha) causando lesões graves e até mortes, e/ou causa impactos ao meio ambiente com tempo de recuperação elevado. (CETESB, 2001); (CETESB, 2002).

Conhecendo-se o grau ou categorias de severidade e frequência pode-se montar uma matriz de risco para se conhecer o nível de risco da atividade. A matriz depende basicamente do intervalo de possibilidades a serem avaliadas e a distribuição dos cenários dentro desse intervalo (LIMA e OLIVEIRA, 2001).

A CETESB não considera essa matriz no TR, tão pouco na tomada de decisão. Porém ela é utilizada nas empresas como ferramenta de gestão, cujo objetivo de propor decisões em função dos riscos presumidos.

As vantagens e limitações dessa técnica estão expressas no Quadro 2.2.

Quadro 2.2: Vantagens e Limitações da APP

| VANTAGENS | LIMITAÇÕES |
|--|--|
| - Pode ser usada durante todas as fases de vida do objeto de estudo. | - A profundidade da análise realizada depende do líder. |
| - Considera uma grande variedade de perigos. | - Pode não identificar todos os perigos. |
| - Metodologia de fácil utilização e entendimento. | - Não é apropriada para avaliação de riscos envolvendo interações complexas. |
| - Grande utilidade como ferramenta de treinamento. | - Normalmente não considera falhas simultâneas. |
| - Analisa o efeito de processos adjacentes | - Avalia um risco de cada vez. |
| - Leva em consideração experiências passadas. | |

Fonte: PENTEADO, 2001

Análise de Perigos e Operacionalidade (*Hazard and Operability Study - HazOp*), segundo Wells (1996), é o método mais aplicado aos processos industriais, onde são identificados desvios de processos operacionais em todo o sistema ou planta industrial.

Essa técnica tem por objetivo analisar e/ou identificar perigos específicos, bem como detectar problemas operacionais de um processo que possam comprometer a produtividade projetada pela planta. A técnica é desenvolvida por uma equipe multidisciplinar, guiada pela aplicação de um conjunto de palavras-guia (não, menor, maior, reverso) que focalizam os desvios dos parâmetros estabelecidos para o processo ou operação em análise (vazão, pressão, temperatura, viscosidade, composição e componentes), pela divisão da planta em pontos de estudo (nós).

A equipe deve começar o estudo pelo início do processo, prosseguindo a análise no sentido do seu fluxo natural, aplicando as palavras-guia em cada nó de estudo, possibilitando a identificação dos possíveis desvios nesses pontos.

A equipe deve identificar as causas de cada desvio e, caso surja conseqüência de interesse, os sistemas de proteção devem ser avaliados para determinar se são suficientes.

Em instalações novas, o HazOp deve ser desenvolvido na fase em que o projeto se encontra razoavelmente consolidado, pois o método requer consultas aos fluxogramas e *layouts*, além de outros documentos de projeto.

Os principais resultados obtidos pelo HazOp são:

- identificação de desvios que conduzem a eventos indesejáveis;
- identificação das causas que possam ocasionar desvios do processo;
- avaliação das possíveis conseqüências geradas por desvios operacionais;
- recomendações para a prevenção de eventos perigosos ou minimização de possíveis conseqüências (DE CICCIO, 1987); (CETESB, 2001); (CETESB, 2002).

As vantagens e limitações dessa técnica estão expressas no Quadro 2.3.

Quadro 2.3: Vantagens e limitações do HazOp

| VANTAGENS | LIMITAÇÕES |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - Avaliação dos erros operacionais. - Revisão sistemática e completa de todos os desvios em relação à intenção do projeto. - Prognóstico de eventos raros. - Melhoria da eficiência da planta. - Fornece boa documentação. - Técnica adequada para treinamento. - Adequada para processos químicos. | <ul style="list-style-type: none"> - Deve ser empregada quando o sistema já está definido, inclusive com os controles e instrumentação detalhados. - Necessita de informações atualizadas. - Metodologia complexa e de difícil utilização. - Necessita de participação de <i>experts</i>. - Assume que o projeto é correto para as situações normais de operação. |

Fonte: PENTEADO, 2001

Lista de Verificação (*check-list*) é um método comumente usado para identificar riscos associados a um processo e para assegurar a concordância entre as atividades desenvolvidas e os procedimentos operacionais padronizados. Por essa técnica, diversos aspectos do sistema são analisados por comparação com uma lista de itens pré-estabelecidos, criada com base em experiência ou processos similares, na tentativa de descobrir e documentar as deficiências do sistema que podem levar a situações perigosas.

O *check-list* apresenta-se sob a forma de um questionário com perguntas diretas, possibilitando identificação simples e rápida dos perigos presentes numa instalação. Normalmente, são aplicados como primeira técnica de análise, em todas as fases de um projeto, para verificação de partidas e paradas de uma planta, bem como para embasar ou fortalecer os resultados obtidos por outras técnicas de análise de riscos (DE CICCIO, 1987); (SOUZA, 1995)

E se...? (*What if?*) consiste em aplicar sistematicamente a pergunta “O que aconteceria, se ?” a um dado trecho de linha, equipamento ou mesmo a toda uma instalação. Normalmente, esta técnica é combinada com o *check-list* e possibilita a identificação de um largo espectro de riscos e o consenso entre as áreas de atuação

(produção, processo, segurança, etc.) sobre formas de caminhar rumo a operações seguras. Pode ser aplicada em novos projetos ou modificações, em instalações já existentes e na análise de métodos e procedimentos de operação (DE CICCIO, 1987); (SOUZA, 1995).

Análise de Modos de Falhas e Efeitos- AMFE, segundo Brauer (1994), é um procedimento indutivo, que parte de um aspecto específico para um geral, com ênfase nas condições e não nos eventos, isto é, correlaciona as condições de componentes às condições do sistema dos quais fazem parte. As falhas nos componentes são analisadas para determinar seus efeitos no sistema.

AMFE é utilizada para detecção e controle de riscos oriundos de componentes mecânicos (equipamentos) do sistema. Identifica componentes críticos e gera uma relação de contramedidas e formas de detecção precoce de falhas e é especialmente útil em emergências de processos e utilidades. A AMFE pode ser quantificada, se estiverem disponíveis as taxas de falhas dos componentes, expressas em número de falhas por período de tempo. Por focalizar um componente específico, é uma técnica particularmente recomendada para a análise de modificações em plantas já existentes (DE CICCIO, 1987); (SOUZA, 1995); (CETESB, 2001).

2.1.2.2 Técnicas quantitativas

Análise de Árvore de Falhas - AAF é uma técnica de análise qualitativa / quantitativa que possibilita uma abordagem lógica e sistemática de um evento altamente indesejado, ou “evento catastrófico”. Pode fornecer a probabilidade de ocorrência do evento em estudo, gerando os chamados “Conjuntos Mínimos Catastróficos” (falhas simultâneas desencadeadoras de catástrofes). Produz resultados excelentes em sistemas complexos onde outros métodos são inoperantes. Geralmente este método é combinado com uma APP, para identificar os eventos gerais de perigos.

A AAF consiste na construção de um processo dedutivo que, partindo de um evento indesejado pré-definido (hipótese acidental), busca suas possíveis causas. O processo investiga as sucessivas falhas dos componentes até atingir as chamadas

falhas básicas, que não são desenvolvidas, e para as quais existem dados quantitativos disponíveis. O evento indesejado é comumente chamado de “Evento Topo” da árvore (DE CICCIO, 1987); (BRAUER, 1994); (CETESB, 2001).

Análise de Árvore de Eventos – AAE, segundo AIChE (2000), é um método gráfico para identificar e quantificar possíveis resultados de um evento inicial. A árvore de evento gera uma cobertura sistemática de uma seqüência temporal de propagação de eventos, as conseqüências diretas, indiretas e efeitos “dominó”.

Com a AAE, pode-se analisar as conseqüências de um evento indesejado, que pode ser gerado pela ocorrência de falhas em equipamentos ou erro humano, denominado evento iniciador, para determinar um ou mais estados subseqüentes de falhas possíveis. A AAE considera a ação a ser realizada pelo operador ou a resposta do processo para o evento inicial (DE CICCIO, 1987); (CETESB, 2001).

Análise de Conseqüências e Vulnerabilidade (ACV) é uma técnica que possibilita avaliar qualitativa e quantitativamente as conseqüências dos eventos catastróficos de ampla repercussão e a vulnerabilidade do meio ambiente, da comunidade e de terceiros em geral. Nesta técnica são abordados os modelos de conseqüências físicas para os casos de incêndios, explosões e vazamentos de substâncias tóxicas na atmosfera, além de modelos de vulnerabilidade ao homem e às estruturas quanto à radiação térmica, sobrepressão e concentrações tóxicas (DE CICCIO, 1987); (CETESB, 2001).

Uma vez identificados os perigos da instalação, os cenários acidentais considerados devem ser claramente identificados e estudados nas etapas posteriores. Deve-se estabelecer detalhadamente o critério para a escolha dos cenários acidentais considerados relevantes, levando-se em conta a severidade do dano decorrente da falha identificada (CETESB, 2002).

2.1.3 Estimativa dos Efeitos Físicos e Análises de Vulnerabilidade e Conseqüências

A estimativa dos efeitos físicos decorrentes de cenários acidentais envolvendo substâncias inflamáveis deve ser precedida da elaboração da Árvore de Eventos, para a definição das diferentes tipologias acidentais.

A AAE deve descrever a seqüência dos fatos com a definição das tipologias acidentais que possam ser desenvolvidos, a partir do cenário acidental em estudo, prevendo situações de sucesso ou falha, de acordo com as interferências existentes até sua conclusão.

Tendo por base as hipóteses acidentais formuladas na etapa anterior, estudam-se as suas possíveis conseqüências, medindo-se os impactos e danos causados por elas (em termos de injúrias às pessoas expostas a esses impactos), por meio da aplicação de modelos matemáticos que efetivamente representem os fenômenos em estudo (simular a ocorrência de liberações de substâncias inflamáveis e tóxicas), de acordo com os cenários acidentais identificados e com as características e comportamento das substâncias envolvidas.

Na avaliação de conseqüências no contexto de um EAR, são considerados os modelos de conseqüências físicas e os modelos de vulnerabilidade ao homem para os casos de incêndios (radiação térmica), explosões (sobrepessão) e vazamentos de substâncias tóxicas na atmosfera (concentrações tóxicas).

Para correta interpretação dos resultados, esses modelos requerem uma série de informações que devem ser claramente definidas:

- condições atmosféricas;
- topografia do local;
- tempo de vazamento;
- área de poça;
- massa de vapor envolvida no cálculo de explosão confinada;
- rendimento de explosão; valores de referência para substâncias inflamáveis e substâncias tóxicas;
- distâncias a serem consideradas;
- apresentação dos resultados em tabelas e mapas.

O Termo de Referência da CETESB(2002) define os pressupostos que devem ser adotados para o desenvolvimento dessa etapa do EAR, bem como a forma de apresentação dos resultados.

2.1.4 Estimativa de Frequências

As estimativas de frequências de ocorrência dos cenários acidentais devem ser feitas onde os efeitos físicos extrapolam os limites da empresa e possam afetar pessoas.

Os estudos quantitativos de análise de riscos requerem a estimativa das frequências das hipóteses acidentais decorrentes das falhas nos equipamentos relacionados com as instalações ou atividades em análise. Da mesma forma, a estimativa de probabilidade de erros humanos deve ser quantificada no cálculo do risco. Esses dados normalmente são difíceis de ser estimados, já que poucos estudos abordam a confiabilidade humana (SERPA, 2000a).

De acordo com a complexidade da instalação em análise, as seguintes técnicas podem ser utilizadas para o cálculo das frequências dos cenários de acidentes:

- Análise de registros históricos constantes em bancos de dados de acidentes ou de referências bibliográficas, desde que tenham representatividade para o caso em estudo;
- Análise de Árvores de Falhas- AAF;
- Análise de Árvores de Eventos- AAE.

Em determinados estudos, os fatores externos podem contribuir para o risco de uma instalação. Nesses casos, também deve ser considerada a probabilidade ou a frequência de eventos não desejáveis causados por terceiros ou por agentes externos ao sistema em estudo, como terremotos, enchentes, deslizamentos de solos e queda de aeronaves, entre outros.

A AAF é uma técnica dedutiva que possibilita identificar as causas de acidentes e falhas de um sistema e a estimativa da frequência com que uma determinada falha pode ocorrer.

Para obtenção dos dados referentes às falhas de equipamentos, normalmente utilizam-se dados disponíveis dos fabricantes/ publicações/ manuais do equipamento.

Com relação ao erro humano, os dados de confiabilidade ou probabilísticos de falhas devem ser utilizados com muita cautela, uma vez que diversos fatores influenciam nesse processo (CETESB, 2001):

- tipos de falhas;
- condições ambientais;
- características dos sistemas envolvidos;
- tipos de atividades ou operações realizadas;
- capacitação das pessoas envolvidas;
- motivação;
- disponibilidade e qualidade de normas e procedimentos operacionais;
- tempo disponível para execução de tarefas.

Segundo AICHE (2000), outro fator a ser considerado na análise do erro humano, durante a realização de uma determinada operação, diz respeito aos erros de manutenção, responsáveis por cerca de 60 a 80% das causas de acidentes maiores envolvendo erro humano.

Nessa técnica, recorre-se à confiabilidade humana para a avaliação das probabilidades de erros antropogênicos que contribuam para a ocorrência dos cenários acidentais. Deve-se ressaltar que muitos casos de acidentes são atribuídos a erro humano, porém muitos deles ocorrem devido a falta de programas de gerenciamento e recursos disponibilizados pela própria empresa.

2.1.5 Estimativa e Avaliação de Riscos

A estimativa e avaliação dos riscos de um empreendimento dependem de uma série de variáveis e por isso podem apresentar diferentes níveis de incerteza.

De acordo com a CETESB (2002), os riscos a serem avaliados devem contemplar o levantamento de possíveis vítimas fatais, bem como os danos à saúde da comunidade existente nas circunvizinhanças do empreendimento.

Pode-se dizer que a estimativa de risco é realizada mediante a combinação das freqüências de ocorrência das hipóteses acidentais e de suas conseqüências, em termos de danos ao homem.

Nos EAR submetidos à CETESB, cujos cenários acidentais extrapolem os limites do empreendimento e possam afetar pessoas, os riscos devem ser estimados e apresentados nas formas de Risco Social, Risco Individual e pelo Índice de Risco.

Índice de Risco são números simples, utilizados de forma absoluta ou relativa. As limitações no uso de índices de riscos devem-se à inexistência de critérios para a aceitabilidade ou rejeição dos riscos, que também não representam medidas relativas aos riscos individual e social. Como um exemplo, o índice de risco é mais utilizado para uma análise relativa por meio de uma tabela que compare o Custo Social Equivalente para uma faixa de possíveis reduções de risco, obtendo-se uma posição clara das medidas relativas ao benefício social (AICHe, 2000); (CETESB, 2001).

Tipos de Índices de Riscos:

- *Fatal Accident Rate* - FAR é o número de fatalidades por 10^8 horas de exposição, que corresponde a aproximadamente à vida útil de trabalho de 1000 trabalhadores, durante 40 anos de trabalho em indústria ($1000_{\text{trab.}} \times 40_{\text{anos}} \times 365_{\text{dias/ano}} \times 8_{\text{horas/dia}} = 1,168 \times 10^8$ horas de exposição).

O FAR é um índice de número simples, diretamente proporcional ao risco individual médio. A única diferença numérica a ser considerada está no período de tempo, o qual é de um ano para o risco individual médio; na FAR este período deve ser multiplicado pelo fator $10^8 / (24 \times 365) = 1,14 \times 10^4$ (LEES, 1996); (AICHE, 2000).

O Quadro 2.4 mostra alguns dados de FAR para algumas atividade.

- *Individual Hazard Index* - IHI, segundo Helmers e Schaller (1982) apud AICHe (2000), este índice é uma FAR para um perigo específico, com o tempo de exposição definido como o tempo real em que uma pessoa está exposta ao perigo. O IHI estima o maior risco.
- *Average Rate of Death* - ARD, segundo Lees (1996) apud AICHe (2000), é o número médio de fatalidades esperadas por unidade de tempo de todos

os possíveis acidentes. Este índice é também conhecido como *Accident Fatality Number*.

- *Equivalent Social Cost Index* - ESCI, segundo Okrent (1981) apud AIChE (2000), é uma modificação do ARD e leva em conta a aversão da sociedade pelos incidentes de larga conseqüência.
- *Mortality Index* - MI, segundo Marshall (1987) apud AIChE (2000), é usado para caracterizar o perigo potencial de estocagem de material tóxico, baseado na razão média observada das perdas pela massa de material ou energia liberada. O MI é um índice de perigo melhor que o índice de risco, onde a freqüência de ocorrência não está incorporada.
- *Economic Index* - EI mede a perda financeira devido à ocorrência de acidentes. As empresas têm desenvolvido valores (“targets”) de riscos econômicos específicos, e o EI pode ser comparado eles.

O EI é também muito utilizado para a avaliação do custo-benefício das medidas para a redução de riscos a serem implementadas em unidades industriais, onde os riscos estimados sejam elevados. (AIChE, 2000); (CETESB, 2001)

Quadro 2.4: Fatal Accident Rates - FAR em várias indústrias e atividades

| Atividade | FAR (Nº fatalidades/10 ⁸ horas de exposição) |
|-----------------------------------|---|
| Toda a indústria britânica | 4 |
| Indústria de calçados e vestiário | 0 – 15 |
| Indústria automobilística | 1 – 3 |
| Indústria de móveis | 3 |
| Indústria metalúrgica | 8 |
| Agricultura | 10 |
| Extração de carvão | 12 |
| Transporte ferroviário | 45 |
| Construção civil | 67 |
| Ficar em casa (homens 16-65 anos) | 1 |
| Viajar de trem | 5 |
| Viajar de carro | 57 |

Fonte: KLETZ (1997) apud AIChE (2000)

Risco Individual é o risco para uma pessoa da vizinhança de um perigo, considerando a natureza, a probabilidade e o período de tempo em que o dano pode ocorrer. O perfil do risco individual depende da distância da fonte de perigo.

O risco individual pode ser estimado para um indivíduo ou grupo de indivíduos mais expostos a um perigo ou para uma média de indivíduos presentes na zona de efeito. Para um ou mais incidentes, o risco individual tem diferentes valores.

Os danos às pessoas podem ser expressos de diversas formas, embora as injúrias sejam mais difíceis de ser avaliadas, dada a indisponibilidade de dados estatísticos para critérios comparativos de riscos; assim, o risco deve ser estimado em termos de danos irreversíveis ou fatalidades, uma vez que há maior facilidade de obtenção de dados sobre esses tipos de danos às pessoas.

A apresentação do risco individual pode ser feita por curvas de iso-risco (contornos de risco individual), o que possibilita visualizar a distribuição geográfica do risco individual em diferentes regiões. Assim, o contorno de risco deve representar a frequência esperada de um evento capaz de causar um dano num local específico.

Para o cálculo do risco individual num determinado local perto ou na vizinhança de uma planta industrial, pode-se assumir que as contribuições de todos os eventos possíveis sejam somados. Dessa forma, o risco individual total para cada ponto de coordenadas (x, y) é igual à soma de todos os riscos individuais, naquele ponto, para todos os eventos associados com a planta.

Esse risco pode ser expresso pela equação (CETESB, 2002):

$$RI_{x,y} = \sum_{i=1}^n RI_{x,y,i}$$

onde:

$RI_{x,y}$ = risco individual total de fatalidade no ponto (x, y) ;
(chance de fatalidade por ano; ano⁻¹)

$RI_{x,y,i}$ = risco de fatalidade no ponto (x, y) devido ao evento i ;
(chance de fatalidade por ano; ano⁻¹)

n = número total de eventos considerados na análise.

Os dados de entrada na equação anterior são calculados a partir da equação (CETESB, 2002):

$$RI_{x,y,i} = f_i * p_{fi}$$

onde:

f_i = frequência de ocorrência do evento i ;

p_{fi} = probabilidade que o evento i resulte em fatalidade no ponto (x, y) , de acordo com os efeitos resultantes das conseqüências esperadas.

Com base nas equações acima, observa-se que o cálculo do risco individual no ponto (x, y) , devido ao evento i , baseia-se na frequência de ocorrência do evento considerado, assim como das probabilidades de ocorrerem diferentes efeitos causados por esse evento. Por exemplo, o vazamento de gás inflamável pode resultar em vários efeitos, cada um deles com uma probabilidade de ocorrer (calculados pelas árvores de eventos), devendo ser considerados no cálculo do risco para as diversas direções e velocidades de ventos.

Apesar de todos os cálculos acima indicados, dependendo do objetivo do estudo (por exemplo, quando se deseja fazer um estudo preliminar para a tomada de decisão de um empreendimento), cálculos simplificados podem ser feitos para determinar o risco individual num local específico e sob determinadas condições:

- todos os perigos são provenientes de uma mesma fonte;
- a distribuição de vento é uniforme;
- uma única velocidade de vento e de categoria de estabilidade atmosférica podem ser consideradas;
- as fontes de ignição são uniformemente distribuídas, ou seja, não dependem de direção;
- os efeitos decorrentes das conseqüências podem ser tratados de forma discreta. O nível de efeito para uma determinada zona é considerado constante (por exemplo, 100% de fatalidade). Além dessa zona, não há efeito.

Assumindo como válidas essas considerações, o contorno do risco individual passa a ser simétrico, ou seja, circular. O risco individual determinado numa direção

radial de uma fonte define o perfil do risco e o mapa de contorno de risco (LEES, 1996); (AIChE, 2000); (CETESB, 2001); (CETESB, 2002)

Para o risco individual, foram estabelecidos os seguintes limites (CETESB, 2002):

- Risco máximo tolerável: $1 \times 10^{-5} \cdot \text{ano}^{-1}$;
- Risco negligenciável: $1 \times 10^{-6} \cdot \text{ano}^{-1}$.

Risco Social é o risco (possibilidades e impactos) para uma população ou agrupamento de pessoas exposta aos danos ou próxima da zona de influência decorrente de um ou mais acidentes. Essa forma de expressão do risco foi originalmente desenvolvida para a indústria nuclear.

Risco social é mais freqüentemente expresso em termos da distribuição da freqüência de múltiplos eventos distribuidores. Contudo, pode ser expresso em termos similares ao risco individual. Por exemplo, a probabilidade de 10 fatalidades a um ponto de coordenadas (x, y) é um tipo de medida de risco social.

A forma comum de apresentação do risco social é a curva F-N (Freqüência de N fatalidades x Número de fatalidades), expressa em mortes/ano, obtida por meio da resolução dos dados, normalmente logarítmica, da freqüência de ocorrência de acidentes e seus efeitos/conseqüências representados em termos de número de vítimas fatais.

A estimativa do risco social num EAR requer as informações:

- tipo de população (residência, indústria, escolas, estabelecimentos comerciais, áreas rurais, hospitais, etc.) para avaliação das medidas de mitigação a serem consideradas;
- informações sobre efeitos em diferentes períodos (diurno e noturno) e condições meteorológicas, para o adequado dimensionamento do número de pessoas expostas;
- características das edificações onde as pessoas se encontram, a fim de que possam ser levadas em consideração eventuais ações de proteção.

Diferentes distribuições ou características das pessoas expostas podem ser consideradas na estimativa do risco por simplificações, por exemplo, o uso de dados médios de distribuição populacional; no entanto, deve-se estar atento quanto ao

emprego dessas generalizações, as quais podem levar a erros significativos na estimativa dos riscos. Os dados oriundos de censos de densidade demográfica em áreas urbanas não devem ser utilizados para a estimativa da população exposta numa determinada área (LEES,1996); (AIChE, 2000); (CETESB, 2001); (CETESB, 2002).

O número de pessoas afetadas pelas conseqüências de cada uma das hipóteses acidentais consideradas no estudo pode ser estimado pela expressão (CETESB, 2002):

$$N_i = \sum P_{x,y} * p_{fi}$$

onde:

N_i = número de fatalidades resultantes do evento i ;

$P_{x,y}$ = número de pessoas existentes no ponto (x, y) ;

p_{fi} = probabilidade de que o evento i resulte em fatalidade no ponto (x, y) , de acordo com os efeitos resultantes das conseqüências esperadas.

O número de pessoas afetadas por todos os eventos finais, gerados pelas hipóteses acidentais consideradas, deve ser determinado, resultando numa lista do número de fatalidades para cada um dos casos considerados, com as freqüências de ocorrência. Esses dados devem ser trabalhados em termos de freqüência acumulada, possibilitando que a curva F-N seja construída; assim, tem-se (CETESB, 2002):

$$F_N = \sum F_i \text{ para todos os efeitos decorrentes do evento final } i, \text{ nos quais } N_i \geq N$$

onde:

F_N = freqüência de ocorrência de todos os eventos finais que afetam N ou mais pessoas;

F_i = freqüência de ocorrência do evento final i ;

N_i = número de pessoas afetadas pelos efeitos decorrentes do evento final i ;

Avaliação dos Riscos deve ser feita após o risco ter sido estimado, com o objetivo de subsidiar decisões quanto à necessidade de sua redução. A avaliação dos riscos ao ser humano, impostos por um empreendimento, depende de uma série de variáveis, cujos resultados podem apresentar um nível razoável de incerteza, decorrente principalmente da escassez de informações neste campo.

Para uma análise comparativa dos riscos é necessário o estabelecimento de níveis ou limites de risco, que sejam utilizados como referências para possibilitar a comparação de situações muitas vezes diferenciadas.

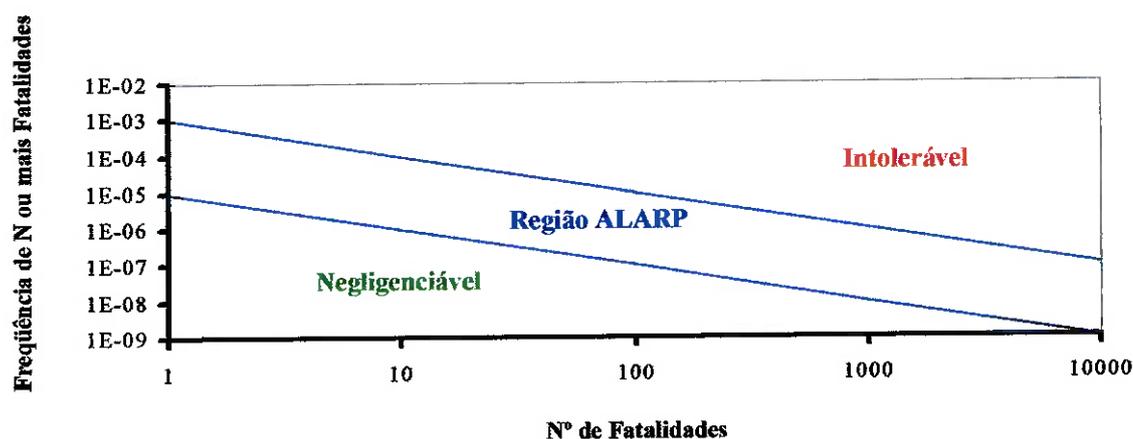
O estabelecimento desses níveis envolve a discussão da tolerabilidade dos riscos, que depende de um julgamento por vezes subjetivo e pessoal, envolvendo temas complexos, como a percepção dos riscos, que varia consideravelmente de indivíduo para indivíduo.

Apesar dessas dificuldades, a definição de **Critérios de Tolerabilidade de Riscos** é importante para avaliar os empreendimentos com potencial para causar danos à população, decorrentes de acidentes envolvendo produtos perigosos.

“Assim, independentemente das limitações existentes, foi realizado um amplo levantamento dos critérios internacionais atualmente vigentes (Reino Unido, Holanda, Hong Kong, Austrália, Estados Unidos e Suíça), a partir dos quais foram estabelecidos os critérios de tolerabilidade para os riscos social e individual, assumindo-se valores médios entre os critérios pesquisados” (CETESB,2002) .

A Figura 2.2 apresenta a curva F-N adotada como critério para a avaliação do risco social.

Figura 2.2: Curva F-N de tolerabilidade para risco social



Fonte: CETESB (2002)

Os riscos situados na região denominada *As Low As Reasonably Practicable* - ALARP, embora abaixo da região de intolerabilidade, devem ser reduzidos tanto quanto praticável.

Para a **avaliação do risco individual**, foram estabelecidos os limites: (CETESB, 2002)

- Risco máximo tolerável: 1×10^{-5} . ano⁻¹;
- Risco negligenciável: $< 1 \times 10^{-6}$. ano⁻¹.

Para EAR em dutos os limites acima mudam, pois os riscos são avaliados somente a partir do risco individual, de acordo com os critérios:

- Risco máximo tolerável: 1×10^{-4} . ano⁻¹;
- Risco negligenciável: $< 1 \times 10^{-5}$. ano⁻¹.

Para a aprovação do empreendimento, a CETESB analisa o atendimento aos critérios de risco social e individual conjuntamente (exceto para dutos), ou seja, as curvas de riscos social e individual devem estar situadas na região negligenciável ou na região ALARP.

“Entretanto, nos casos em que o risco social for considerado atendido, mas o risco individual for maior que o risco máximo tolerável, a CETESB, após avaliação específica, poderá considerar o empreendimento aprovado, uma vez que o enfoque principal na avaliação dos riscos está voltado aos impactos decorrentes de acidentes maiores, afetando agrupamentos de pessoas, sendo, portanto, o risco social o índice prioritário nesta avaliação” (CETESB, 2002).

No capítulo 7- Anexos são apresentadas duas pesquisas sobre Estimativa e Avaliação de Riscos, subsidiadas pela *Health and Safety Executive* – HSE.

A título de exemplo, o governo holandês possui valores de risco individual em 10^{-6} . ano⁻¹ como máximo permissível e em 10^{-8} . ano⁻¹ como risco insignificante.

O Quadro 2.5 mostra alguns dados de risco individual, voluntário e involuntário.

Quadro 2.5: Risco individual estimado para diversas atividades

| Atividade | Risco Individual (morte/ano ⁻¹) |
|--|---|
| Tomar pílula ⁽¹⁾ | 2,0 x 10 ⁻⁵ |
| Jogar futebol ⁽¹⁾ | 4,0 x 10 ⁻⁵ |
| Dirigir automóvel ⁽¹⁾ | 1,7 x 10 ⁻⁶ |
| Fumar (20 cigarros/dia) ⁽¹⁾ | 5,0 x 10 ⁻³ |
| Meteoritos ⁽²⁾ | 6,0 x 10 ⁻¹¹ |
| Transporte de petróleo / subst. químicas (UK) ⁽²⁾ | 2,0 x 10 ⁻⁶ |
| Explosão de um vaso pressurizado (USA) ⁽²⁾ | 5,0 x 10 ⁻⁶ |
| Raio (UK) ⁽²⁾ | 1,0 x 10 ⁻⁷ |
| Enchentes por barragens (Holanda) ⁽²⁾ | 1,0 x 10 ⁻⁷ |
| Vazamento de uma planta nuclear a 1km (UK) ⁽²⁾ | 1,0 x 10 ⁻⁷ |
| Leucemia ⁽²⁾ | 8,0 x 10 ⁻⁵ |

(1) Risco voluntário; (2) Risco involuntário

Fonte: KLETZ (1976) apud LEES (1996) - (modificado)

2.1.6 Avaliação e Gerenciamento de Riscos

Nessa última etapa do EAR devem ser avaliados os riscos estimados, para definir as medidas e procedimentos a serem implementados para sua redução e/ou gerenciamento, tomando-se como base critérios de aceitabilidade e tolerabilidade de riscos previamente definidos para o caso em estudo.

Apesar de última, na verdade representa o início de uma nova fase, que deve ser mantida ao longo da vida útil da instalação, para que opere dentro de padrões de segurança considerados toleráveis. Para que isto aconteça deve-se implementar um Plano de Gerenciamento de Riscos – PGR.

Embora as ações previstas no PGR devam contemplar todas as operações e equipamentos, o programa deve considerar os aspectos críticos identificados no EAR, priorizando as ações de gerenciamento dos riscos, a partir de critérios estabelecidos com base nos cenários acidentais de maior relevância.

A redução de risco pode ser obtida, pela implementação de medidas que visem tanto reduzir as frequências de ocorrências dos acidentes (ações preventivas),

como reduzir as conseqüências (ações de proteção), caso esses acidentes venham a ocorrer.

Ações Preventivas comumente contempladas em um PGR (CETESB, 2001):

- melhoria da qualidade da instalação;
- aumento da disponibilidade e confiabilidade dos sistemas de segurança e controle;
- revisão da frequência de equipamentos vitais, essenciais e ordinários, mediante programas de inspeção e manutenção;
- programas de treinamento e capacitação técnica do pessoal.

Ações de Proteção (para reduzir e controlar) comumente contempladas em um PGR (CETESB, 2001):

- ações para redução de impactos de acidentes;
- medidas para contenção de vazamentos;
- sistemas de abatimento de vapores tóxicos ou inflamáveis;
- limitação dos danos resultantes de incêndios e explosões;
- medidas de proteção da população exposta;
- plano de emergência.

O objetivo do PGR é prover uma sistemática voltada para o estabelecimento de requisitos contendo orientações gerais de gestão e medidas de segurança, com vistas à prevenção de acidentes e mitigação dos riscos encontrados no EAR, razão pela qual adotam-se ações gerenciais e operacionais por um planejamento de implantação, responsabilidades e cronograma. Assim, consegue-se proteger os funcionários, o público em geral e o meio ambiente, assim como os ativos das empresas, evitando as interrupções do trabalho.

Todos os itens constantes do PGR devem ser claramente definidos e documentados, aplicando-se os procedimentos aos funcionários da empresa e a terceiros (empreiteiras e demais prestadores de serviço), que desenvolvam atividades nas instalações envolvidas nesse processo.

Toda documentação dos registros das atividades realizadas no PGR deve estar disponível para verificação pelos órgãos responsáveis, razão pela qual devem ser mantidas em arquivo, pelo menos, por seis anos.

Os itens que compõem o PGR devem ser periodicamente auditados, com o objetivo de verificar a conformidade e efetividade dos procedimentos previstos no programa.

As auditorias poderão ser realizadas por equipes internas ou auditores independentes, de acordo com o estabelecido no PGR, para assegurar sua implementação. A OSHA recomenda a realização de auditorias em períodos entre três a cinco anos (SERPA, 2000b); (CETESB, 2001); (CETESB, 2002).

Todos os trabalhos das auditorias realizadas nas instalações e atividades correlatas devem ser documentados, bem como os relatórios decorrentes da implementação das ações sugeridas.

Para efeito de licenciamento ambiental existem o PGR I e PGR II.

➤ **PGR I**

Para **empreendimentos de médio e grande porte**, devendo contemplar as atividades (CETESB, 2002):

- informações de segurança de processo;
- revisão dos riscos de processos;
- gerenciamento de modificações;
- manutenção e garantia da integridade de sistemas críticos;
- procedimentos operacionais;
- capacitação de recursos humanos (treinamento);
- investigação de acidentes;
- plano de ação de emergência - PAE;
- auditorias.

➤ **PGR II**

Para **empreendimentos de pequeno porte**, devendo contemplar as atividades (CETESB, 2002):

- informações de segurança de processo;
- manutenção e garantia da integridade de sistemas críticos;
- procedimentos operacionais;
- capacitação de recursos humanos (treinamento);

- plano de ação de emergência (PAE);

➤ **Plano de Ação de Emergência - PAE**

Independentemente das ações preventivas previstas no PGR, um PAE deve ser elaborado e considerado como parte integrante do processo de gerenciamento de riscos, a fim de que danos causados por acidentes possam ser minimizados ao máximo.

Um PAE tem por objetivo fornecer um conjunto de diretrizes e informações, visando à adoção de procedimentos lógicos e administrativos, estruturados, a fim de propiciar respostas rápidas e eficientes em situações emergenciais.

O EAR é pressuposto básico para a elaboração de um PAE, assim como a legislação vigente.

O PAE deve possuir as características (CETESB, 2002):

- possibilitar que os possíveis danos restrinjam-se a uma determinada área, previamente dimensionada, evitando que os impactos extrapolem os limites de segurança pré-estabelecidos;
- contemplar todas as ações necessárias para evitar que situações, internas ou externas às instalações envolvidas no acidente contribuam para o seu agravamento;
- ser um instrumento prático, que propicie respostas rápidas e eficazes em situações de emergência;
- ser o mais sucinto possível, contemplando, de forma clara e objetiva, as atribuições e responsabilidades dos envolvidos.

O PAE deve contemplar os aspectos:

- introdução;
- estrutura do plano;
- descrição das instalações envolvidas;
- cenários acidentais considerados;
- área de abrangência e limitações do plano;
- estrutura organizacional, contemplando as atribuições e responsabilidades dos envolvidos;
- fluxograma de acionamento;

- ações de resposta às situações emergências compatíveis com os cenários acidentais considerados, de acordo com os impactos esperados e avaliados no estudo de análise de riscos, considerando procedimentos de avaliação, controle emergencial (combate a incêndios, isolamento, evacuação, controle de vazamentos, etc.) e ações de recuperação;
- recursos humanos e materiais;
- divulgação, implantação, integração com outras instituições e manutenção do plano;
- tipos e cronogramas de exercícios teóricos e práticos, de acordo com os diferentes cenários acidentais estimados;
- documentos anexos: plantas de localização e *layout*, incluindo a vizinhança sob risco, listas de acionamento (internas e externas), listas de equipamentos, sistemas de comunicação e alternativos de energia elétrica, relatórios, etc.

3. O PROCESSO DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL NO ESTADO DE SÃO PAULO

3.1 O CONTEXTO LEGAL DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL

Nos últimos anos o Brasil avançou consideravelmente em relação à legislação ambiental, a qual é hoje considerada uma das mais modernas do mundo.

A Constituição Federal, promulgada em 05/10/1988, “reconhecendo o direito à qualidade do meio ambiente como manifestação do direito à vida, produziu um texto inédito em constituições em todo o mundo, capaz de orientar uma política ambiental no país e introduzir uma mentalidade preservacionista” (MILARÉ e BENJAMIN, 1993).

Segundo Milaré (1991), nesta Constituição, no Capítulo VI – Do Meio Ambiente, estão assegurados os direitos e os deveres básicos para garantir a preservação ambiental, cabendo destacar os Incisos IV e V do Parágrafo 1º do artigo 225:

“Art. 225- Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

Parágrafo 1º: Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público:

IV- exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade;

V- controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente”.

Estes dois incisos da Constituição são importantes tanto para a prevenção de impactos ambientais decorrentes de empreendimentos e atividades lesivas ao meio ambiente como para a prevenção de acidentes envolvendo substâncias perigosas.

Outro aspecto importante ressaltado por Serpa (2000b) “é que Estados e municípios não perderam, com a promulgação da Constituição de 1988, a liberdade de criarem normas e outros dispositivos legais, consoantes com a legislação federal, porém, mais restritos sempre que necessário, de acordo com as peculiaridade regionais”.

No Estado de São Paulo o licenciamento ambiental já estava em vigor antes da legislação federal, tendo sido introduzido pela **Lei nº 997** de 31/05/1976 e regulamentada pelo Decreto nº 8.468 de 08/9/1976, que dispõe sobre a Prevenção e o Controle da Poluição do Meio Ambiente. Este decreto foi recentemente alterado e modernizado pelo Decreto nº 47.397-02 de 04/12/2002, o qual dá nova redação ao Título V (Artigos 57 à 75 – das Licenças e Registro) e ao Anexo 5, e acrescenta os Anexos 9 e 10, sobre Listagem de Atividades e Empreendimentos que dependerão de Licenciamento Prévio pela CETESB, respectivamente.

A Lei nº 997 é composta de 17 artigos, porém, serão destacados alguns deles, que são mais pertinentes ao objeto do trabalho.

“Art. 1º - Fica instituído o Sistema de Prevenção e Controle da Poluição do Meio Ambiente, na forma prevista nesta Lei.

Art. 2º - Considera-se poluição do meio ambiente a presença, o lançamento ou a liberação, nas águas, no ar ou no solo, de toda e qualquer forma de matéria ou energia, com intensidade, em quantidade, de concentração ou com características em desacordo com as que forem estabelecidas em decorrência desta Lei, ou que tornem ou possam tornar as águas, o ar ou o solo:

- I- impróprios, nocivos ou ofensivos à saúde;*
- II- inconvenientes ao bem-estar público;*
- III- danosos aos materiais, à fauna e à flora;*
- IV- prejudiciais à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade.*

Art. 3º - Fica proibido o lançamento ou liberação de poluentes nas águas, no ar ou no sol.

Parágrafo Único- Considera-se poluente toda e qualquer forma de matéria ou energia que, direta ou indiretamente, cause poluição do Meio Ambiente de que trata o artigo anterior.

Art. 5º - A instalação, a construção ou a ampliação, bem como a operação ou o funcionamento das fontes de poluição que forem enumeradas no Regulamento desta lei, ficam sujeitos à prévia autorização do órgão estadual de controle da poluição do meio ambiente, mediante expedição, quando for o caso, de Licença Ambiental Prévia, de Licença Ambiental de Instalação e/ou Licença Ambiental de Operação.

Art. 6º - Os órgãos da Administração Direta ou Indireta, do Estado e dos Municípios, deverão exigir a apresentação das licenças de que trata o artigo anterior, antes de aprovarem projetos de ampliação, instalação ou construção das fontes de poluição que forem enumeradas no Regulamento desta Lei, ou de autorizarem a operação ou o funcionamento dessas fontes, sob pena de nulidade de seus atos”.

O licenciamento ambiental tornou-se obrigatório e uniforme em todo território nacional com a **Lei nº 6.938** de 31/8/1981, Lei da Política Nacional do Meio Ambiente, que foi um marco para a discussão de problemas ambientais no país, além da proposição de normas e critérios com vistas à preservação ambiental e o estabelecimento do triplice licenciamento, Licença Ambiental Prévia - LP, de Licença Ambiental de Instalação - LI e/ou Licença Ambiental de Operação - LO.

Com esta lei foram estabelecidas as bases da atuação preventiva do Estado ao incluir o Licenciamento Ambiental e a Avaliação de Impacto Ambiental entre seus instrumentos. “Sua promulgação culminou com um processo de evolução da legislação brasileira de proteção ao meio ambiente, que se iniciou com os dispositivos de proteção aos recursos naturais, nos anos de 1930; evoluiu nos anos de 1970 para o controle da poluição, cujo imperativo se fez sentir com o agravamento dos problemas ambientais decorrentes da rápida industrialização e urbanização do País; e incorporou, no início dos anos de 1980, os conceitos de planejamento territorial, com as leis de proteção aos mananciais e zoneamento urbano, entre outras” (DIAS, 2001).

Moreira (1993) explica que Avaliação do Impacto Ambiental - AIA como um instrumento de política ambiental, formado por um conjunto de procedimentos capaz de assegurar, desde o início do processo, que se faça um exame sistemático dos impactos ambientais de uma ação proposta (projeto, programa, plano ou política) e

de suas alternativas, e que os resultados sejam apresentados de forma adequada ao público e aos responsáveis pela tomada de decisão, e por eles considerados. Além disso, os procedimentos devem garantir adoção das medidas de proteção do meio ambiente determinadas, no caso de decisão sobre a implantação do projeto.

O AIA pode ser aplicado a projetos públicos ou privados, urbanos ou rurais, industriais ou não.

A partir da mobilização social que ocorreu no Brasil na década de 1980, principalmente com o surgimento do movimento ambientalista, no apagar das luzes do regime autoritário, o CONAMA, pela Resolução nº 001, de 23/1/1986, regulamenta critérios e diretrizes para a implantação das avaliações de impacto ambiental e institui a necessidade de Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental para as atividades potencialmente causadoras de significativa degradação ambiental (MILARÉ e BENJAMIN, 1993).

Para Moreira (1993), “Estudo de Impacto Ambiental - EIA é um dos elementos da AIA. Trata-se da execução, por equipe multidisciplinar, das tarefas técnicas e científicas destinadas a analisar sistematicamente as conseqüências da implantação de um projeto no meio ambiente, por métodos de avaliações e técnicas de previsão dos impactos ambientais. O estudo deve ser realizado sob orientação da autoridade ambiental responsável pelo licenciamento do projeto em questão, que por meio de instruções técnicas específicas, ou termos de referência, indica a abrangência do estudo e os fatores ambientais a serem considerados detalhadamente”.

Jain (1977) apud Milaré e Benjamin (1993) considera EIA como “estudo das prováveis modificações nas diversas características sócio-econômicas e biofísicas do meio ambiente que podem resultar de um projeto proposto”.

A Resolução nº 001 do CONAMA estabelece que o EIA deve compreender, no mínimo:

- a descrição do projeto e suas alternativas, nas etapas de planejamento, construção, operação e, quando for o caso, desativação;
- a delimitação e o diagnóstico ambiental da área de influência;
- a identificação, a medição e a valorização dos impactos;
- contemplar todas as alternativas tecnológicas e de localização de projeto, confrontando-as com as hipótese de não execução do projeto;

- a identificação das medidas mitigadoras e do programa de monitoramento dos impactos e a preparação do Relatório de Impacto Ambiental - RIMA.

A Resolução ressalta, no Inciso III do artigo 5º, que no EIA deve-se “*definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada área de influência do projeto, considerando, em todos os casos, a bacia hidrográfica na qual se localiza*”.

O artigo 9º determina que o RIMA refletirá as conclusões do EIA e as informações devem ser traduzidas em linguagem acessível, ilustradas por mapas, cartas, quadros, gráficos e demais técnicas de comunicação visual, contendo, no mínimo:

- os objetivos e justificativas do projeto;
- descrição do projeto e suas alternativas tecnológicas e locacionais;
- síntese dos resultados dos estudos de diagnóstico ambiental;
- descrição dos prováveis impactos ambientais da implantação e operação da atividade;
- previsão da qualidade ambiental futura da área de influência;
- descrição do efeito esperado das medidas mitigadoras, em relação aos aspectos negativos;
- programa de acompanhamento e monitoramento dos impactos;
- recomendação quanto à alternativa mais favorável (conclusões e comentários de ordem geral).

Para Machado (1996) “o EIA é de maior abrangência que o RIMA e o engloba em si mesmo”.

A partir da Resolução nº 001/1986, nos processos de licenciamento de novos empreendimentos, os órgãos estaduais, liderados pela CETESB, passaram a exigir o EAR incorporado ao EIA/RIMA. O EAR normalmente inclui as etapas de identificação de perigos, estimativa e avaliação de riscos, e pode ser elaborado separadamente, sem vínculo com o EIA.

Para aqueles empreendimentos que não constam da Resolução nº 001 – CONAMA, mas que possam causar impactos ambientais, o interessado deverá requerer a licença instruída com o Relatório de Ambiental Preliminar – RAP, instituído pela Resolução SMA nº 42, em 29/12/1994.

O RAP tem como função instrumentalizar a decisão de exigência ou dispensa do EIA/RIMA para obtenção da LP, devendo contemplar uma análise crítica do empreendimento do ponto de vista dos riscos a ele associados.

Depois de quase vinte anos de aplicação do licenciamento ambiental, a contar da aplicação das Leis Estaduais do Rio de Janeiro e São Paulo, o CONAMA regulamentou e reordenou o Licenciamento Ambiental em todo o território nacional pela **Resolução nº 237**, de 19/12/1997, dando ênfase ao município como ente federativo e atribuindo-lhe funções específicas na gestão de seu meio ambiente. Segundo a Resolução, o licenciamento de atividade dar-se-á num único nível de competência (art. 7º). Competirá ao órgão ambiental municipal, ouvidos os órgãos competentes da União e dos Estados, o licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades de impacto ambiental local e daqueles que lhe forem delegados pelo Estado por instrumento legal ou convênio.

A Resolução nº 237 é composta de 21 artigos, dos quais destacam-se alguns, mais pertinentes ao objeto deste estudo:

“Art. 1º - Para efeito desta Resolução são adotadas as seguintes definições:

- I- **Licenciamento Ambiental:** *procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, considerando efetiva ou potencialmente poluidoras ou aquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso.*
- II- **Licença Ambiental:** *ato administrativo pelo qual o órgão ambiental competente estabelece as condições, restrições e medidas de controle ambiental que deverão ser obedecidas pelo empreendedor, pessoa física ou jurídica, para localizar, instalar, ampliar e operar empreendimentos ou atividades utilizadoras dos recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou aquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental.*
- III- **Estudos Ambientais:** *todos e quaisquer estudos relativos aos aspectos ambientais relacionados à localização, instalação, operação de uma*

atividade ou empreendimento, apresentados como subsídio para a análise da licença requerida, tais como: relatório ambiental, plano e projeto de controle ambiental, relatório ambiental preliminar, diagnóstico ambiental, plano de manejo, plano de recuperação de área degradada e análise preliminar de risco.

*IV- **Impacto Ambiental Regional:** todo e qualquer impacto ambiental que afete diretamente (área de influência direta do projeto), no todo ou em parte, o território de dois ou mais Estados.*

Art. 8º - O Poder Público, no exercício de sua competência de controle, expedirá as seguintes licenças:

- I. **Licença Prévia - LP:** concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade, aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação;*
- II. **Licença de Instalação - LI:** autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes, da qual constituem motivo determinante;*
- III. **Licença de Operação - LO** (também conhecida como **Licença de Funcionamento - LF**): autoriza a operação da atividade ou empreendimento e, quando couber, o funcionamento dos equipamentos de controle ambiental exigidos, após a verificação de efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para a operação.*

Parágrafo Único: As licenças ambientais poderão ser expedidas isolada ou sucessivamente, de acordo com a natureza, características e fase do empreendimento ou atividade“.

A Lei Estadual nº 9.509, de 20/3/1997, dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação.

O Sistema Estadual de Administração da Qualidade Ambiental, Proteção, Controle e Desenvolvimento do Meio Ambiente e Uso Adequado dos Recursos Naturais – SEAQUA, foi instituído pela Lei nº 9.509, porém, só regulamentado em 04/12/2002, pelo Decreto nº 47.400-2. Este órgão exerce o controle, o monitoramento e a fiscalização das atividades efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental.

Em âmbito nacional, a **Lei nº 9.605**, de 12/2/1998, também conhecida como Lei de Crimes Ambientais, dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, trazendo uma série de inovações, entre elas a responsabilização de pessoas jurídicas e físicas, autoras e co-autoras da infração. A punição poderá ser extinta com a apresentação de laudo que comprove a recuperação do dano ambiental.

O Decreto nº 47.397/02 determina que todas as indústrias que pretendem se instalar devem se enquadrar às novas regras do licenciamento ambiental e aquelas já licenciadas serão convocadas pelo Estado, num prazo máximo de cinco anos, para a renovação de suas licenças.

Segundo Senaga (2002), “este decreto permitirá um melhor nível de controle da CETESB e da Secretaria de Estado do Meio Ambiente sobre os empreendimentos licenciados, por exemplo, no acompanhamento do atendimento das exigências técnicas formuladas no primeiro licenciamento, do atendimento de requisitos operacionais ou, ainda, da eficácia das ações de controle e prevenção de poluição propostas pelo empreendedor. Cria, ainda, a possibilidade de incorporação do princípio de melhoria contínua do desempenho ambiental de empreendimentos licenciados, uma vez que o licenciamento, anteriormente tratado como uma ferramenta estática, ganha um perfil dinâmico e de ajuste permanente”. Com isso, o ESP dá o primeiro passo concreto na direção da desejada unificação do licenciamento ambiental em São Paulo.

Senaga (2003) comenta ainda que há a possibilidade de municipalização do licenciamento das atividades de impacto local, buscando o envolvimento dos municípios na gestão ambiental e aproximando a tomada de decisão do cidadão, principalmente nas questões de incômodos ou conflitos de vizinhança que podem e

certamente serão melhor gerenciadas no âmbito do município. O município de Santo André já está, experimentalmente, procedendo ao licenciamento ambiental.

A CETESB formou um Grupo de Trabalho interno para estruturar o processo de implantação do licenciamento ambiental pelos municípios, que vai abranger o treinamento, acompanhamento e apoio técnico aos municípios, pelos técnicos da agência ambiental da cidade de São Paulo.

As validades das licenças vão variar entre 2 e 5 anos, dependendo do fator de complexidade (W), que no Decreto nº 8.468 variava de 1 a 3. No Decreto nº 47.397 varia entre 1 e 5, possibilitando um enquadramento mais adequado às fontes licenciáveis. Este novo decreto, no Artigo 71, determina que as licenças emitidas pela CETESB serão: a LP, com validade de dois anos; a LI, com validade de três anos, e a LO, com validade de dois a cinco anos, dependendo do fator W da listagem do anexo 5, estabelecido conforme incisos:

- I- dois anos: W= 4, 4,5 e 5;
- II- três anos : W= 3 e 3,5;
- III- quatro anos: W= 2 e 2,5;
- IV- cinco anos: W=1 e 1,5.

Outra alteração consta no "Artigo 58:

Parágrafo 1º - serão objeto de licenciamento prévio pela CETESB os empreendimentos relacionados no Anexo 10.

Parágrafo 2º - dependerão de licenciamento, apenas no âmbito da SMA, as atividades e obras sujeitas a avaliação de impacto ambiental;

Parágrafo 3º - as demais atividade listadas no artigo 57 e que dependem exclusivamente do licenciamento da CETESB terão a Licença Prévia emitida concomitantemente com a Licença de Instalação".

As principais leis e decretos relacionados ao EAR estão apresentadas no Quadro 3.1.

Quadro 3.1: Principais instrumentos legais correlatos ao EAR

| Legislação/ Data | Objeto |
|--|---|
| Lei nº 997 de 31/5/1976 e Decreto nº 8.468 de 08/9/1976, atualizado pelo Decreto nº 47.397-02 de 04/12/2002. | “Prevenção e o Controle da Poluição do Meio Ambiente”, no Estado de São Paulo. As licenças LP/LI/LO tornam-se renováveis. |
| Lei nº 6.938 de 31/8/1981 e Decreto nº 99.274 de 06/6/1990. | “Política Nacional do Meio Ambiente”, torna obrigatório e uniforme o Licenciamento Ambiental em todo o território nacional. |
| Resolução CONAMA nº 1 de 23/1/1986. | Institui a obrigatoriedade de realização de “EIA/RIMA”, para licenciamento de atividades que geram impacto ambiental. O EAR foi incorporado ao EIA, para alguns empreendimentos |
| Resolução SMA nº 42 de 29/12/1994. | Institui o Relatório Ambiental Preliminar - RAP para empreendimentos que não constam da Resolução CONAMA nº 001. |
| Lei nº 9.509 de 20/3/1997 e Decreto nº 47.400-02 de 04/12/2002. | “Política Estadual do Meio Ambiente”, constituiu o SEAQUA como órgão fiscalizador de atividades potencialmente poluidoras. |
| Resolução CONAMA nº 237 de 19/12/1997. | Reordena e uniformiza em nível nacional os Procedimentos e Critérios utilizados no Licenciamento Ambiental. |
| Lei Federal nº 9.605 de 12/2/1998. | Lei de Crimes Ambientais |

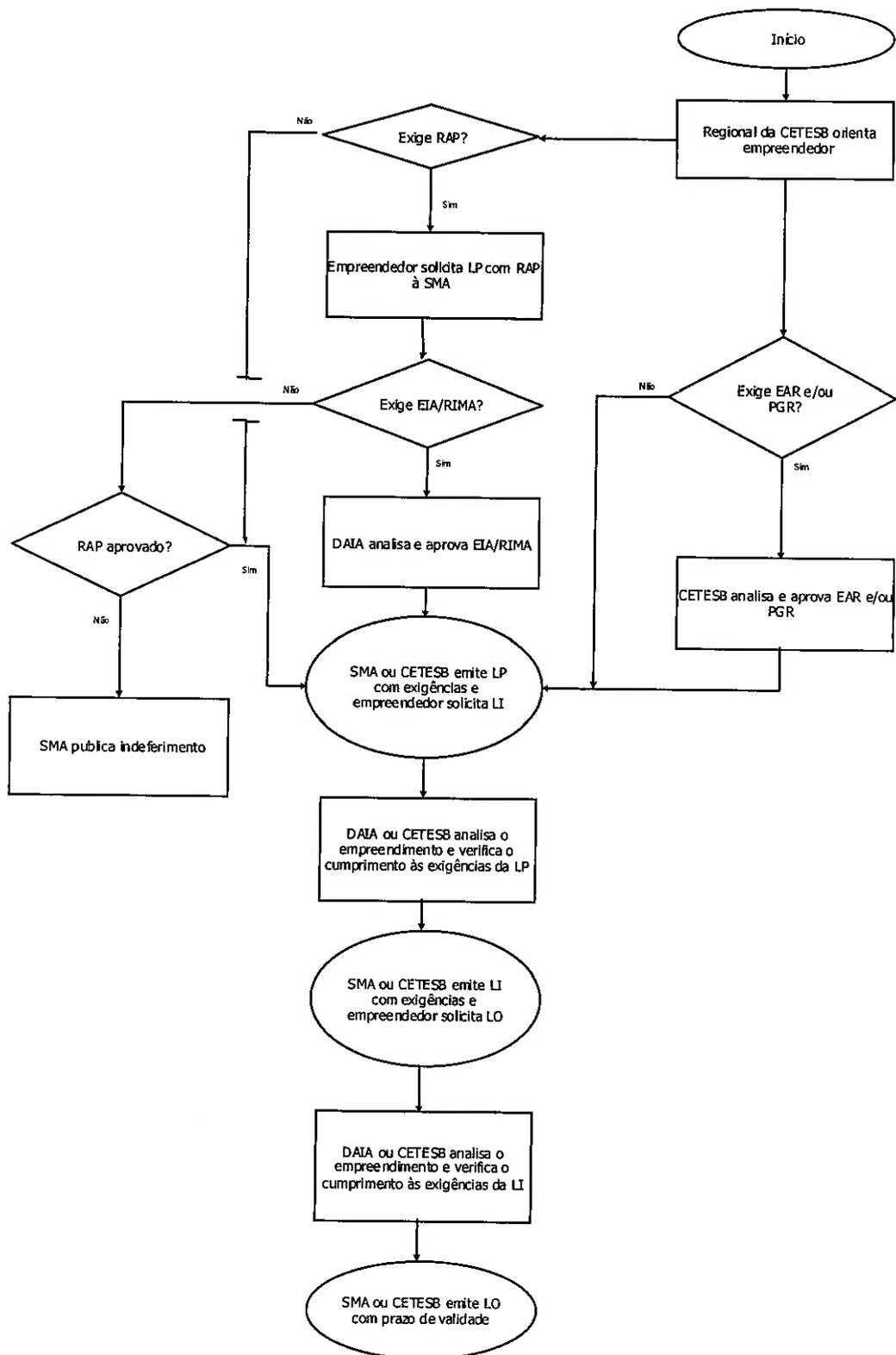
Quando um empreendedor precisa de licenciamento para modificação, ampliação ou nova instalação industrial, encaminha-se à Regional da CETESB, onde receberá orientação de como proceder ao licenciamento ambiental.

A CETESB possui um formulário, o Memorial de Caracterização do Empreendimento – MCE, que deve ser preenchido detalhadamente com todos os tipos de emissões e riscos a serem gerados pela indústria, bem como os produtos a serem armazenados. Após o preenchimento, a agência dará o parecer sobre os

documentos e estudos necessários, entre eles o EAR, o PRG, ou outros estudos que avaliem os efeitos à saúde humana e, ao longo do tempo, à população. No entanto, caso não seja requerido nenhum estudo, o empreendedor solicita a licença e quem assina é o gerente da área.

A Figura 3.1 mostra um fluxograma simplificado das etapas do Licenciamento Ambiental no Estado de São Paulo, evidenciando a função do EAR.

Figura 3.1: Fluxograma do Licenciamento Ambiental



Fonte: DAIA (2003) – (modificado)

3.2 OS ESTUDOS DE ANÁLISE DE RISCOS NO ESTADO DE SÃO PAULO

3.2.1 Atuação da CETESB no gerenciamento de riscos

Com a promulgação da Lei nº 997/76, institui-se no Estado de São Paulo o Sistema de Prevenção e Controle da Poluição do Meio Ambiente. O Decreto nº 8.468/76, que regulamentou a lei, atribui à CETESB competência para aplicação do regulamento e das normas decorrentes. Conforme definido nesse Decreto, a abordagem preventiva dá-se por meio de licenciamento prévio das fontes de poluição ambiental. Deve-se lembrar que, na ocasião desse Decreto, o EAR não fazia parte do licenciamento ambiental.

A CETESB há 25 anos trabalha com atendimento a acidentes ambientais, ou seja, contribui desde 1978 nos aspectos corretivos de acidentes nas atividades que manipulam substâncias químicas.

Em meados da década de 1980, a CETESB busca ferramentas que atuem no aspecto preventivo, a fim de minimizar a quantidade de acidentes ambientais de origem tecnológicos e torná-los de menores proporções e impactos ao meio ambiente. Nesse contexto, surgiu o embrião do estudo de análise de riscos, dando início a seu conhecimento e aplicação.

A partir de 1988, a CETESB adota o EAR e o PGR como ferramentas de prevenção de acidentes maiores e apoio ao licenciamento ambiental.

No final de 1988, o Governo do Estado de São Paulo, pela CETESB, dá início à implantação do Programa de Prevenção e Gerenciamento de Riscos, contemplando 9 terminais marítimos privados da Baixada Santista e 2 terminais da Petrobrás, um em Santos e outro em São Sebastião, para os quais foi requerido o EAR. O programa durou dois anos (CETESB, 1999).

Na década de 1990, outros graves acidentes envolvendo terminais da Baixada Santista despertaram a preocupação não só da comunidade da região, mas também dos órgãos ambientais, em particular a CETESB, que novamente criou um grupo de trabalho, com representantes das Diretorias de Controle da Poluição Ambiental, Desenvolvimento e Transferências de Tecnologia e de Recursos Hídricos e

Engenharia Ambiental, com a finalidade de reavaliar as medidas implementadas pelos terminais marítimos de produtos químicos nos municípios de Santos (12 terminais), Guarujá (1 terminal) e Cubatão (3 terminais). Deste segundo programa, resultaram várias recomendações, entre elas a revisão ou implantação PGR e PAE, para a maioria das empresas e a elaboração de EAR para os terminais que não fizeram parte do primeiro programa. O grupo sugeriu o prazo de dois anos para a implantação das medidas propostas (CETESB, 1999).

A CETESB criou o documento Termo de Referência – TR, para a elaboração do Estudo de Análise de Riscos. O Setor de Análise de Riscos da CETESB é responsável pela avaliação do EAR e PGR e pela emissão do parecer técnico correspondente para emissão das licenças de instalação e operação para novas instalações industriais e ampliações ou modificações de instalações existentes. A partir do Decreto nº 47.397, de 04/12/2002, passou a ser responsável também pela emissão de LP para as atividades contempladas no Artigo 57.

No caso de obras ou atividades que, além de se enquadrarem no conceito de fonte de poluição, forem consideradas potencialmente causadoras de significativa degradação do meio ambiente, são obrigadas a se submeter ao processo de AIA. A CETESB, após parecer técnico (favorável e/ou com exigências) do EAR e PGR, somente poderá emitir a LI e a LO após a outorga da LP pela SMA, por seu Departamento de Avaliação de Impacto Ambiental – DAIA.

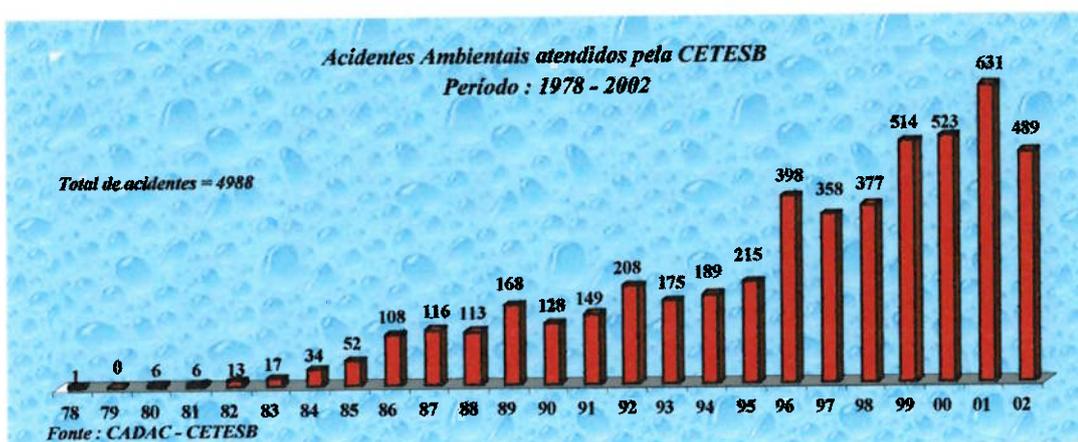
Faz parte das atribuições do DAIA a análise e parecer do RAP, a triagem das ações que devem ser submetidas ao processo completo de AIA, a definição do Termo de Referência para a elaboração do EIA e do RIMA, a análise do EIA e do RIMA, a emissão do parecer técnico correspondente, e das licenças LP, LI e LO, considerando a exceção citada no parágrafo anterior (DIAS, 2001).

Além do Estado de São Paulo, somente três Estados do Brasil – Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e Minas Gerais – possuem Termo de Referência para elaboração de estudos de análise de riscos, contendo critérios quantitativos para avaliação dos riscos individual e social. Os outros Estados fazem a identificação dos riscos dos empreendimentos e os comparam com critérios e padrões adotados pelos TRs dos outros Estados ou países.

No Estado de São Paulo, devido a sua estrutura industrial e importante rede de transportes de mercadorias, produtos perigosos são transitados em grande quantidade. Em decorrência disso, tem ocorrido diversos acidentes, alguns com conseqüências ambientais significativas. A CETESB desde 1978 registra o seu atendimento aos acidentes ambientais, que totalizaram 4988 até o final do ano de 2002.

A Figura 3.2 mostra a evolução de acidentes ambientais atendidos pela CETESB, envolvendo a liberação accidental de produtos químicos, no período entre 1978 a 2002.

Figura 3.2: Acidentes ambientais atendidos pela CETESB

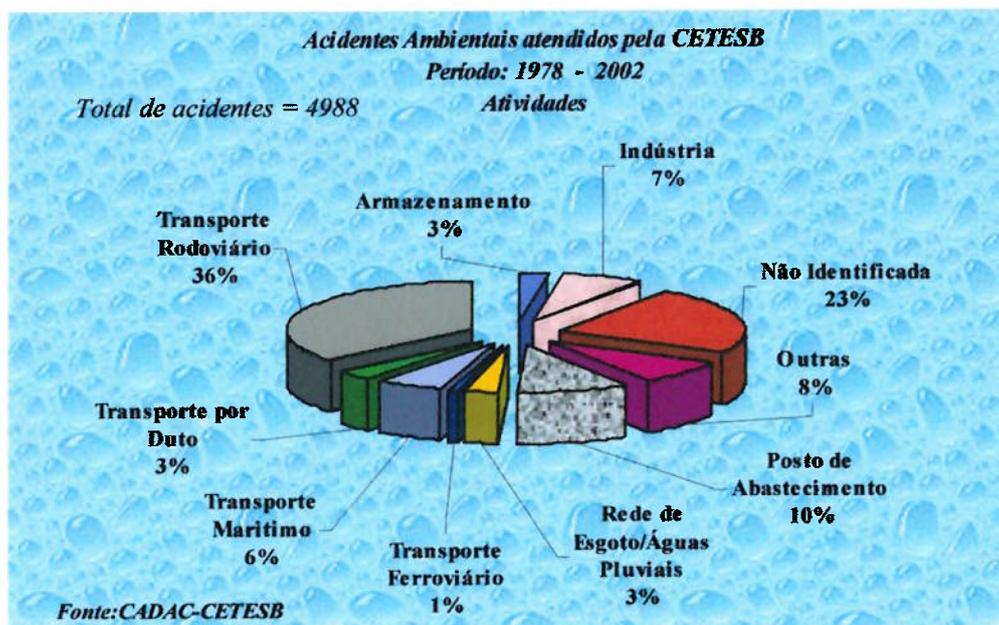


Nesta figura nota-se a crescente participação da CETESB a cada ano, fato este justificado pelas solicitações da comunidade e também pela conscientização em relação aos assuntos ambientais, bem como o resultado das atividades desenvolvidas junto às outras áreas envolvidas neste assunto. Observa-se que em 2002 houve um redução de acidentes em torno de 22%, que pode ser justificado pela aplicação das normas e procedimentos de forma mais rigorosa; pela efetiva implementação dos EARs e PGRs que foram ou estão sendo aplicados aos empreendimentos que foram licenciados recentemente, além das questões ambientais estarem cada vez mais fortes, restritivas e divulgadas.

Para o mesmo período, 1978 a 2002, a distribuição dos acidentes ambientais atendidos pela CETESB (junto a outras entidades envolvidas na resposta a acidentes)

de acordo com as atividades que causaram os acidentes, está demonstrada na Figura 3.3. A distribuição destes mesmos acidentes ambientais identificados por classes de riscos dos produtos envolvidos está apresentada na Figura 3.4.

Figura 3.3: Acidentes ambientais atendidos pela CETESB, classificados por atividade



| Atividades | Total |
|-------------------------------|-------------|
| Armazenamento | 127 |
| Indústria | 355 |
| Não Identificada | 1169 |
| Outras | 405 |
| Posto de Abastecimento | 479 |
| Rede de Esgoto/Águas Pluviais | 150 |
| Transporte Ferroviário | 46 |
| Transporte Marítimo | 292 |
| Transporte por Duto | 151 |
| Transporte Rodoviário | 1814 |
| TOTAL | 4988 |

Fonte: CADAC – CETESB (2003)

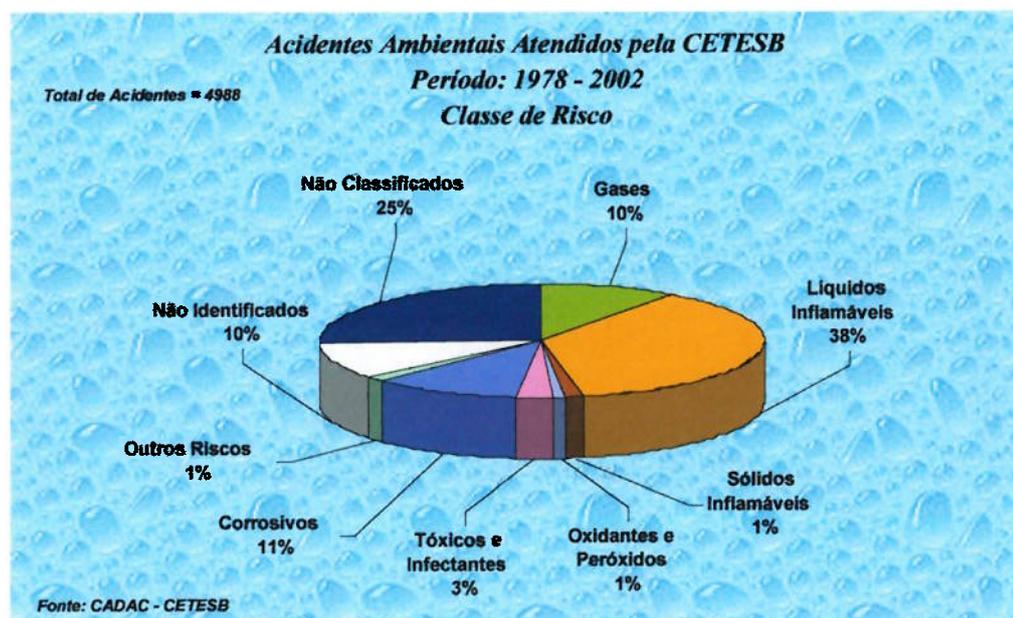
A atividade classificada como *Não Identificada (23%)* indica que quando a ocorrência foi feita não se conseguiu identificar e caracterizar a origem do acidente, que pode ter sido de estabelecimentos comerciais ou residências, indústrias, postos de gasolina, etc.

A atividade classificada como *Outros (8%)* indica o atendimento a várias atividades que não têm uma classificação específica, mais comumente aplicada a laboratórios e aterros sanitários.

Nota-se que a atividade de *Transporte Rodoviário (36%)* é a que mais contribui para a causa de acidentes. A CETESB não tem ação direta sobre rodovias, sendo isso de responsabilidade do Ministério dos Transportes, Polícias Federais e Estaduais, porém tem sido feito um trabalho em conjunto a fim de gerar instrumentos e procedimentos que facilitem e ampliem o controle desses acidentes. Quanto ao aspecto de licença ambiental para rodovias, a Resolução n.º 001/1986 do CONAMA estabelece a necessidade de EIA/RIMA, porém, o requisito de PAE deve-se às exigências da resolução SMA n.º 81, de 01/12/1998. A partir das recentes privatizações de rodovias foi exigida a elaboração do PGR/PAE, sendo que para grandes obras, como a ampliação da Rodovia dos Imigrantes e Rodoanel Metropolitano, foi requerido EIA/RIMA/EAR (com PGR e PAE implícitos).

Os *Postos de Abastecimento de Combustíveis* são responsáveis por 10% dos acidentes, porcentagem que tende a cair, pois a CETESB iniciou, em março/2002, o processo de cadastramento e classificação dessas empresas, para que, a partir de julho/2003, seja aplicado “o processo de licenciamento de 8.400 postos de combustíveis existentes no Estado de São Paulo, em atendimento à Resolução n.º 273/2000 do CONAMA e que, de acordo com o Roteiro para Postos em Operação, deverão atender as Condições Mínimas e/ou fazer a Adequação Completa. “A resolução torna o procedimento obrigatório para todos os estabelecimentos que armazenam e comercializam combustíveis no país, incluindo os postos flutuantes e as instalações de sistemas retalhistas de combustíveis (MARTÍN, 2002).

Figura 3.4: Acidentes ambientais atendidos pela CETESB, por classe de risco



| Classificação dos Produtos | Total |
|----------------------------|-------------|
| Gases | 500 |
| Líquidos Inflamáveis | 1842 |
| Sólidos Inflamáveis | 68 |
| Oxidantes e Peróxidos | 46 |
| Tóxicos e Infectantes | 129 |
| Corrosivos | 551 |
| Outros Riscos | 71 |
| Não Identificados | 513 |
| Não Classificados | 1268 |
| TOTAL | 4988 |

Fonte: CADAC – CETESB (2003)

Esta figura aponta que a maior parcela responsável por acidentes é a classe de *Líquidos Inflamáveis* (37%), que são os produtos mais vulneráveis.

A identificação de *Não Classificados* (25%) corresponde aos produtos não classificados pela ONU como perigosos, por não serem corrosivos/tóxicos/inflamáveis.

Já a classe de *Não Identificados (10%)* corresponde a todos os produtos que não foram identificados devido a vários fatores, tais como:

- quando a CETESB chega ao local, o “odor”, que, por exemplo, foi o motivo da denúncia já passou. Porém o registro de acidente é feito considerando essa classe;
- quando o resíduo encontrado não tem rótulo de identificação;
- quando o resíduo, despejo ou odor envolve vários produtos e não se sabe a origem e tampouco consegue-se classificá-lo.

As Figuras 3.3 e 3.4 mostram que o transporte terrestre de produtos químicos é o responsável pela grande maioria dos acidentes e que a principal classe de risco é a dos líquidos inflamáveis.

3.2.2 Metodologia utilizada pela CETESB para classificação de indústrias

Os EARs tornaram-se importantes instrumentos de apoio na análise dos empreendimentos, possibilitando a avaliação e gerenciamento de seus riscos. Porém, ainda hoje observam-se algumas dificuldades do ponto de vista operacional para tomada de decisões sobre a aplicabilidade e o momento certo de pedir o EAR.

Neste sentido a CETESB (1996) criou a Metodologia para a Classificação de Indústrias quanto à Periculosidade, para subsidiar sua tomada de decisões no tocante a **quando** e **o quê** solicitar dos novos empreendimentos ou das ampliações de indústrias existentes, durante o processo de licenciamento ambiental. Esta metodologia também é aplicada a empreendimentos não vinculados ao licenciamento ambiental.

O critério da CETESB (1996) **aplica-se** a plantas químicas de processos, sistemas de armazenamento de substâncias químicas e derivados de petróleo, terminais marítimos e outros empreendimentos que armazenem ou processem produtos inflamáveis e/ou tóxicos.

O critério **não se aplica** a instalações que possuem riscos diferenciados e que são regidas por legislações específicas, como:

- unidades nucleares e plantas de tratamento de substâncias e materiais radioativos, de competência da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN, mediante parecer do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA;
- instalações militares, regidas pelo Ministério do Exército;
- atividades extrativas em terra, de competência do Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM.

Por outro lado, existem empreendimentos que **sempre** devem elaborar o EAR durante o processo de licenciamento ambiental, devido ao perigo intrínseco a essas atividades. São eles:

- sistemas de dutos, externos às instalações industriais, destinados ao transporte de petróleo, derivados, gases ou outras substâncias químicas;
- plataformas de exploração de petróleo e/ou gás.

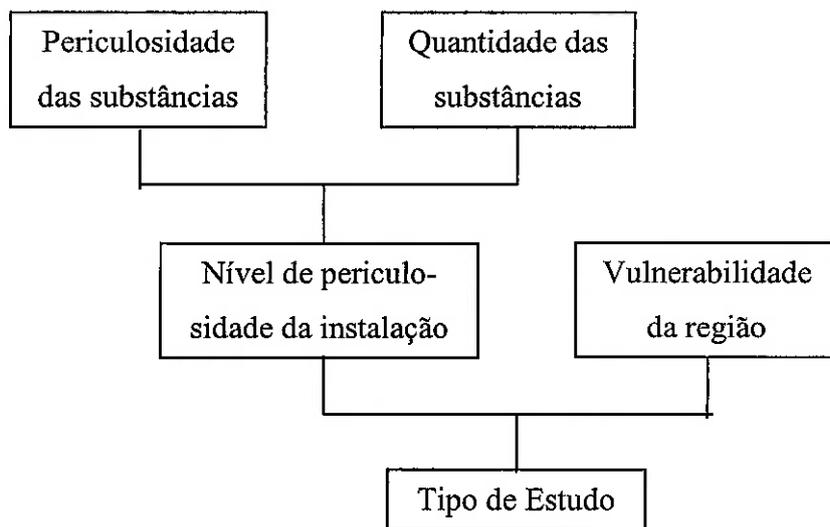
Instalações ou atividades que possam gerar riscos ambientais e/ou que operem com substâncias com riscos diferenciados, a exemplo de derrames de produtos líquidos em corpos d'água, substâncias explosivas ou reativas, são estudados caso a caso e não fazem parte dessa metodologia.

Nos empreendimentos a serem classificados pelo critério da CETESB, os EARs deverão ser solicitados antes da emissão da LI, podendo haver complementações posteriores, porém, antes da emissão da LO.

O critério CETESB (1996) baseia-se no seguinte princípio: “o perigo de uma instalação industrial para a comunidade e o meio ambiente circunvizinhos está diretamente associado às características das substâncias químicas manipuladas, suas respectivas quantidades e a vulnerabilidade da região onde a instalação está ou será localizada”.

A definição do tipo de estudo a ser elaborado baseia-se nas duas etapas desse critério, que pode ser representado pela Figura 3.5.

Figura 3.5: Definição quanto ao tipo de estudo a ser elaborado em instalações industriais



Fonte: CETESB (1996)

➤ **1ª etapa: Seleção das Substâncias Químicas**

“Nesta etapa, selecionam-se as substâncias gasosas ou líquidas que, de acordo com a sua periculosidade intrínseca em relação a toxicidade e inflamabilidade, apresentam um potencial para causar danos ao homem e/ou ao meio ambiente.

Para cada uma dessas características, toxicidade e inflamabilidade, foram adotadas substâncias de referência e realizadas simulações de conseqüências, visando estabelecer a distância máxima atingida pela concentração inflamável, no caso de substâncias inflamáveis, e a distância onde não é esperada a morte do homem, para as substâncias tóxicas.

Assim, foi possível correlacionar a massa da substância existente com a distância máxima para a não ocorrência de danos letais (exposição a concentrações tóxicas ou inflamáveis)” (CETESB, 1996).

➤ **2ª etapa: Vulnerabilidade da Área**

Além das substâncias manipuladas há que se levar em consideração na avaliação do perigo de uma instalação industrial o meio ambiente circunvizinho que

pode sofrer os impactos decorrentes de eventuais vazamentos, incêndios ou explosões.

O critério leva em consideração o aspecto de maior relevância que é a presença de população fixa, como residências e/ou estabelecimentos comerciais ou industriais, no entorno do empreendimento (CETESB, 1996).

➤ **Aplicação do Critério**

A aplicação do critério consiste em classificar as substâncias presentes na instalação em análise, relacionando as quantidades existentes nos equipamentos com as distâncias seguras correspondentes, conforme tabela de lista de substância e curvas de referência relativas as duas etapas do critério, definidas pela metodologia da CETESB. Uma vez obtidas, as distâncias seguras (ds) devem ser comparadas com as reais dos diferentes equipamentos em relação à população fixa, que é chamada de distância até a população fixa (dp), para a tomada de decisão do tipo de trabalho que será exigido da indústria na etapa de licenciamento, ou seja:

- quando houver a presença de população fixa dentro dos limites determinados pela distância segura, deverá ser realizado o EAR, estando intrínseco o PGR/PAE.
- quando a distância da população fixa for maior que a distância segura, ou seja, ausência de população dentro desse limite, deverá ser realizado apenas o PGR, estando intrínseco o PAE.

Assim, pode-se dizer que: se $dp < ds$ será exigido o EAR, e, se $dp > ds$, será exigido o PGR.

O escopo do PGR deve ser compatível com o porte do empreendimento, ou seja, para porte médio/grande será aplicado o chamado PGR I e para porte pequeno será o PGR II.

4. REGISTROS DE ANÁLISES DE RISCOS PARA LICENÇA AMBIENTAL

4.1 PROCEDIMENTOS UTILIZADOS PARA FORNECIMENTO DE DADOS DA CETESB

Um dos pontos da pesquisa é traçar um quadro que mostre a aplicação e a evolução dos EARs para fins de licenciamento ambiental no Estado de São Paulo, sendo que isto foi obtido mediante o fornecimento de uma base de dados das análises de riscos avaliadas pelo Setor de Análise de Riscos da CETESB e DAIA no período de 1989 a 2002. Período anterior a 1989 não foi considerado, pois o Setor de Análise de Riscos foi criado em 1988.

Os dados foram tabulados para cada ano e enviados por email, contendo as informações solicitadas conforme formato padrão indicado no Quadro 4.1.

Quadro 4.1: Formato padrão para fornecimento de dados da CETESB

| Tipo de Estudo | Tipo de licenciamento | Interessado Regional | Ano do Parecer | Tipo de indústria |
|-----------------------|------------------------------|---|-----------------------|--------------------------|
| PGR ou EAR | LP, LI ou LO | Agência da regional da bacia, onde foi dada a entrada | | Por tipo de atividade |

O tipo de licenciamento requerido pelo empreendedor não será avaliado nesta pesquisa, pois, infelizmente, a base de dados da CETESB contém muitas omissões desta informação, tornando o registro inviável. Essa informação teria sido relevante, pois daria para avaliar a porcentagem de empreendedores que fazem uso do EAR/PGR com objetivos diversos, ou seja, para o licenciamento ambiental ou como medida preventiva e corretiva das instalações.

Porém apesar dessa omissão, e conforme parecer da CETESB, pode-se dizer que, atualmente o objetivo da grande maioria é atender à legislação, para obtenção das licenças cabíveis à instalação do empreendimento. E é nesse sentido que as informações registradas nesta pesquisa serão colocadas.

A coluna *tipo de estudo* identifica o estudo, PGR ou EAR, requerido pela CETESB ao empreendedor.

A coluna *interessado regional* representa a agência da CETESB e respectiva regional ambiental onde foi dada a entrada da documentação, caracterizando a região física do empreendimento.

A coluna *ano do parecer* indica o ano que a CETESB deu seu parecer técnico sobre a documentação apresentada pelo empreendedor.

O Setor de Análise de Riscos registra a data de entrada e saída dos processos de licenciamento deste setor, que leva uma média de 75 dias para avaliar qualquer processo, independente da fase de licença (LP, LI, LO) a que está submetido. Deve-se ressaltar que além desse prazo, há o intervalo de tempo referente a saída do documento de um setor e a entrada em outro (cerca de duas semanas).

Com relação ao *tipo de indústria*, este foi apenas uma forma que a CETESB encontrou para identificar as empresas sujeitas ao licenciamento, pois o que realmente a CETESB avalia e analisa é o tipo de produto que esta atividade irá manusear e liberar para o ambiente, e os possíveis efeitos/conseqüências que estes produtos possam causar na vizinhança do empreendimento.

Sendo assim, os tipos de indústria (empreendimentos) adotados pela CETESB são:

- I- Dutos (sistemas de distribuição de gás natural e demais produtos),
- II- Depósitos de Produtos Químicos,
- III- Base de Armazenamento (tancagem de derivados de petróleo),
- IV- Refinarias de petróleo,
- V- Indústrias Químicas (até 1998 as Refinarias faziam parte desta classe, além das indústrias de processos químicos de forma geral),
- VI- Terminais Marítimos (compreendendo 16 Terminais de Produtos Químicos e Petroquímicos da Baixada Santista e 01 de São Sebastião),
- VII- Outros (Termoelétrica, Armazenagem de Gás Liquefeito de Petróleo - GLP em parques industriais, Tecelagem, Armazenamento de Amônia, Indústria Alimentícia, Indústria de Papel e Celulose, Siderúrgica, etc).

A partir do ano 1999, a CETESB ampliou a classificação acima ficando: Usuários de GLP; Base de Armazenamento e Distribuição de GLP; Base de

Armazenamento e Distribuição de Petróleo e Derivados; Terminais Marítimos de Produtos Químicos e Petroquímicos; Indústrias Químicas; Usuários de Amônia para Refrigeração; Termoelétricas; Dutos (sistema de distribuição de gás natural); Dutos (outros); Diversos (ou outros). A CETESB chegou a segmentar mais a classe Diversos, mas não ficou muito prático.

Apesar dessa nova classificação, a mesma não foi utilizada nesta pesquisa, pois, confrontaria com a bases de dados fornecida para os anos anteriores.

Os resultados obtidos da base de dados da CETESB estão representados pelos quadros e figuras a seguir:

- Quadro 4.2: Levantamento do número de análises de riscos, de 1989 a 2002: este quadro contempla os sete tipos de atividades industriais classificadas pela CETESB, bem como os estudos apresentados para efeito de obtenção da licença, além de constar a origem da entrada, se CETESB ou SMA-DAIA. Pode-se observar a predominância do estudo realizado para cada atividade.
- Figura 4.1: Evolução temporal do número de análises de riscos, de 1989 a 2002: pela tabulação do quadro anterior, pôde-se representar a evolução de análises ao longo desses anos, para cada tipo de estudo: o PGR (neste caso a entrada é direto pela CETESB); o EAR (entrada pela CETESB); o EAR (entrada pela SMA-DAIA); e o total de análises avaliadas pelo órgãos ambientais.
- Figura 4.2: Distribuição das análises de riscos por tipo de atividade, de 1989 a 2002: representa as porcentagens referentes às avaliações feitas, pela CETESB/DAIA, cada um dos 7 tipos de atividade industrial, de acordo com os dados da pesquisa.
- Figura 4.3: Distribuição das análises de riscos por tipo de atividade e por ano, de 1989 a 2002: pela tabulação do quadro 9, pôde-se representar a evolução das avaliações feitas pela CETESB/DAIA, para cada tipo de atividade e para cada ano, podendo-se visualizar a predominância e a tendência do crescimento industrial anual.
- Quadro 4.3: Distribuição dos processos de análise de riscos por agência/regional e por tipo de atividade, de 1989 a 2002: como a base de

dados da CETESB indica a agência ambiental onde foi dada a entrada do processo de licença, pôde-se tabular as porcentagens destas entradas por tipo de atividade industrial.

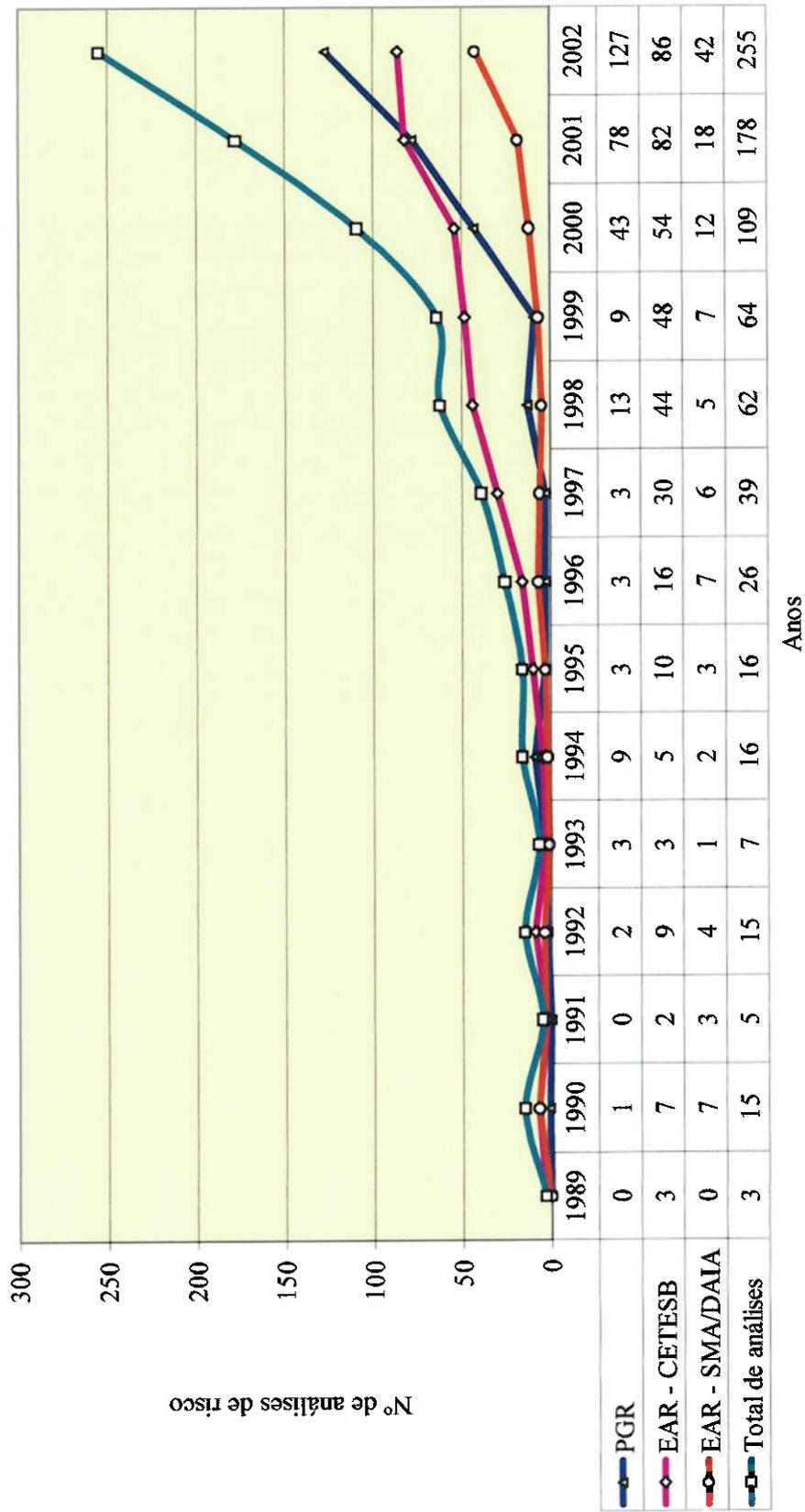
- Quadro 4.4: Distribuição das análises de riscos por regional ambiental da CETESB, de 1989 a 2002: pelo quadro anterior, foi calculado a porcentagem de processo de licença que entrou em cada regional, proveniente das agências que compõem cada regional. A CETESB possui atualmente 11 regionais no Estado de São Paulo.

Quadro 4.2: Levantamento do número de análises de riscos, de 1989 a 2002

| Tipo de Atividade | Estudo Apresentado | ANO DE ANÁLISE E PARECER | | | | | | | | | | | | | SUB-TOTAL | TOTAL | |
|------------------------------------|--------------------|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------|-------|------|
| | | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | | | 2002 |
| I- Dutos | EAR - (SMA/DAIA) | 0 | 7 | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 | 7 | 5 | 3 | 2 | 11 | 10 | 28 | 83 | 83 |
| II- Depósitos de produtos químicos | PGR - (CETESB) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 11 | 28 | 40 | 60 |
| | EAR - (CETESB) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 6 | 12 | 19 | |
| | EAR - (SMA/DAIA) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | |
| III- Bases de Armazenamento | PGR - (CETESB) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 8 | 10 | 21 | 97 |
| | EAR - (CETESB) | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 8 | 17 | 8 | 5 | 16 | 12 | 71 | |
| | EAR - (SMA/DAIA) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 5 | |
| IV- Refinarias | EAR - (CETESB) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 6 | 6 |
| V- Indústrias Químicas | PGR - (CETESB) | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 12 | 10 | 15 | 45 | 183 |
| | EAR - (CETESB) | 0 | 0 | 0 | 6 | 2 | 4 | 6 | 13 | 20 | 26 | 15 | 13 | 14 | 16 | 135 | |
| | EAR - (SMA/DAIA) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 | |
| VI- Terminais Marítimos | PGR - (CETESB) | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 7 | 2 | 2 | 2 | 11 | 9 | 17 | 3 | 2 | 58 | 92 |
| | EAR - (CETESB) | 3 | 7 | 1 | 1 | 0 | 0 | 3 | 0 | 1 | 1 | 0 | 6 | 3 | 3 | 29 | |
| | EAR - (SMA/DAIA) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 | 5 | |
| VII- Outros | PGR - (CETESB) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 11 | 46 | 72 | 130 | 289 |
| | EAR - (CETESB) | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 21 | 29 | 43 | 41 | 139 | |
| | EAR - (SMA/DAIA) | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 1 | 6 | 8 | 20 | |
| TOTAL DE CASOS | | 3 | 15 | 5 | 15 | 7 | 16 | 16 | 26 | 39 | 62 | 64 | 109 | 178 | 255 | | 810 |

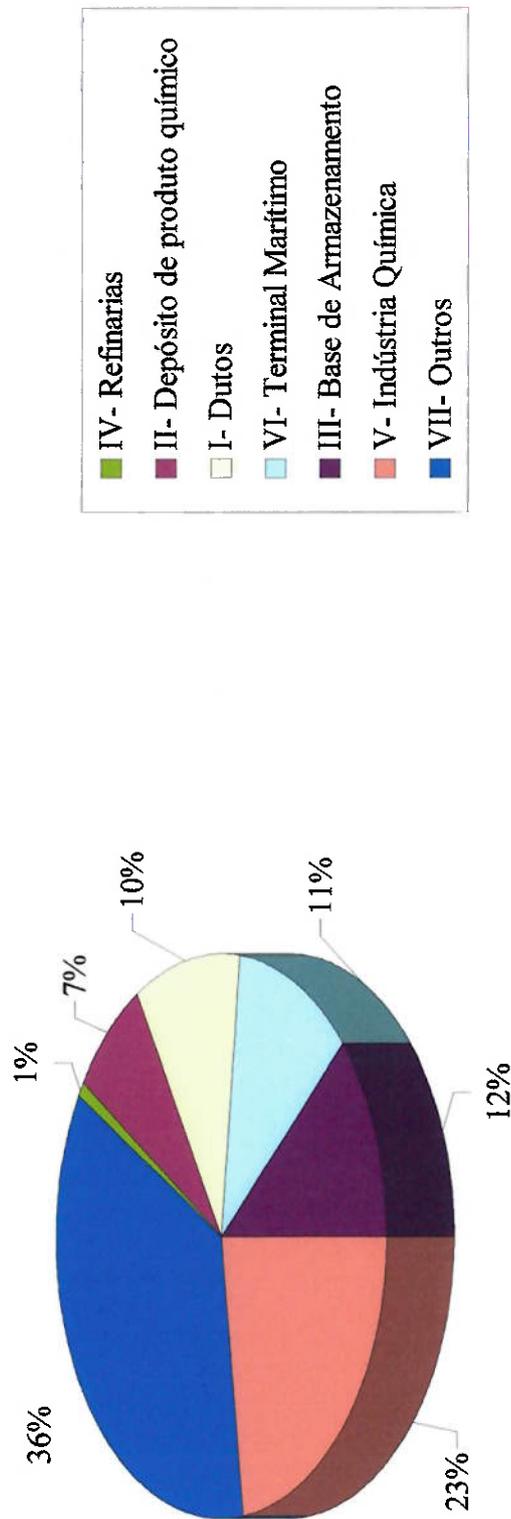
Fonte: Dados tabulados com base nos cadastros da CETESB

Figura 4.1: Evolução temporal do número de análises de riscos, de 1989 a 2002



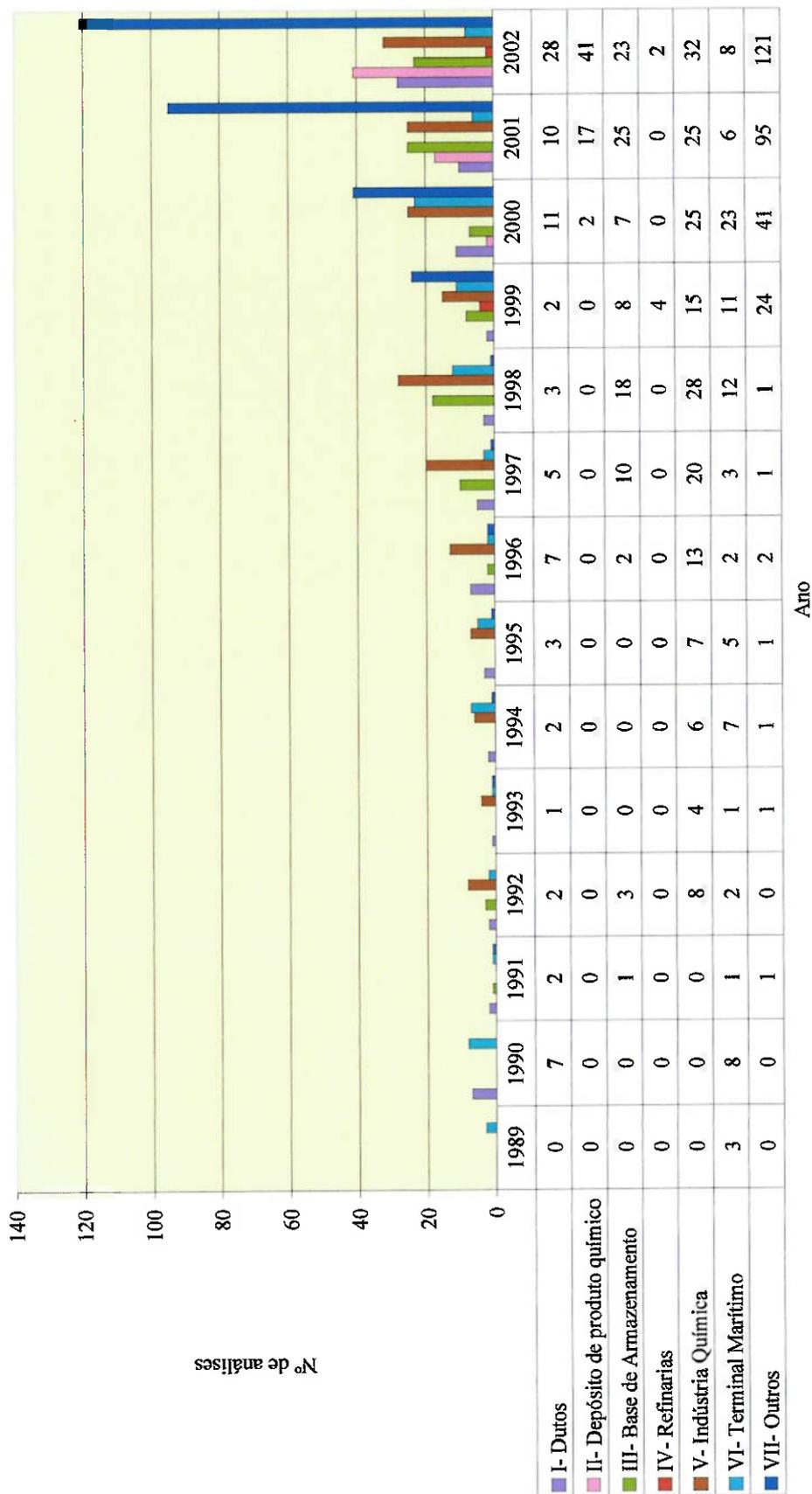
Fonte: Dados tabulados com base nos cadastros da CETESB

Figura 4.2: Distribuição das análises de riscos por tipo de atividade, de 1989 a 2002



Fonte: Dados obtidos com base nos cadastros da CETESB

Figura 4.3: Distribuição das análises de riscos por tipo de atividade e por ano, de 1989 a 2002



Fonte: Dados tabulados com base nos cadastros da CETESB

Quadro 4.3: Distribuição dos processos de análises de riscos por agência/regional e por tipo de atividade, de 1989 a 2002

| REGIONAIS | AGÊNCIAS | TIPO I | TIPO II | TIPO III | TIPO IV | TIPO V | TIPO VI | TIPO VII |
|--|--------------------------------|--------|---------|----------|---------|--------|---------|----------|
| Reg. Bacia Alto Tiete I | Ag. Amb. Santo André | 3% | 23% | 19% | 0% | 29% | 0% | 26% |
| | Ag. Amb. Ipiranga | 0% | 0% | 0% | 0% | 100% | 0% | 0% |
| | Ag. Amb. Santo Amaro | 0% | 22% | 11% | 0% | 22% | 0% | 44% |
| Reg. Bacia Alto Tiete II | Ag. Amb. Pinheiros | 0% | 100% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| | Ag. Amb. Osasco | 19% | 5% | 38% | 0% | 19% | 0% | 19% |
| | Ag. Amb. Santana | 0% | 0% | 11% | 44% | 22% | 0% | 22% |
| Reg. Bacia Alto Tiete III | Ag. Amb. Guarulhos | 9% | 5% | 64% | 0% | 18% | 0% | 5% |
| | Ag. Amb. Mogi das Cruzes | 0% | 0% | 0% | 0% | 78% | 0% | 22% |
| | Ag. Amb. Tatuapé | 11% | 0% | 11% | 0% | 78% | 0% | 0% |
| Reg. Baixada Santista | Ag. Amb. Cubatão | 4% | 2% | 4% | 2% | 47% | 27% | 16% |
| | Ag. Amb. Santos | 5% | 4% | 3% | 0% | 8% | 65% | 16% |
| Reg. Bacias do Sorocaba, Alto Paranapanema e Litoral Sul | Ag. Amb. Sorocaba | 0% | 16% | 1% | 0% | 17% | 1% | 64% |
| | Ag. Amb. Itapetininga | 0% | 33% | 0% | 0% | 0% | 0% | 67% |
| Reg. Bacias Mogi Guaçu e Pardo | Ag. Amb. Ribeirão Preto | 0% | 0% | 13% | 0% | 38% | 0% | 50% |
| | Ag. Amb. Pirassununga | 0% | 0% | 0% | 0% | 100% | 0% | 0% |
| | Ag. Amb. Franca | 0% | 50% | 0% | 0% | 0% | 0% | 50% |
| Reg. Bacias do Grande e Turvo | Ag. Amb. São José do Rio Preto | 0% | 21% | 57% | 0% | 7% | 0% | 14% |
| | Ag. Amb. Barretos | 0% | 0% | 0% | 0% | 50% | 0% | 50% |
| | Ag. Amb. Araraquara | 0% | 38% | 13% | 0% | 38% | 0% | 13% |
| Reg. Bacias Paraíba do Sul e Litoral Norte | Ag. Amb. Taubaté | 0% | 18% | 23% | 0% | 41% | 0% | 18% |
| | Ag. Amb. Jacarei | 71% | 0% | 0% | 0% | 29% | 0% | 0% |
| | Ag. Amb. Aparecida | 7% | 11% | 0% | 0% | 57% | 0% | 25% |
| | Ag. Amb. Ubatuba | 27% | 0% | 0% | 0% | 27% | 45% | 0% |

(continua)

| REGIONAIS | AGÊNCIAS | TIPO I | TIPO II | TIPO III | TIPO IV | TIPO V | TIPO VI | TIPO VII |
|--------------------------|------------------------------|--------|---------|----------|---------|--------|---------|----------|
| Reg. Bacia Piracicaba I | Ag. Amb. Campinas I | 0% | 7% | 5% | 0% | 11% | 0% | 77% |
| | Ag. Amb. Campinas II | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 100% |
| | Ag. Amb. Paulínia | 0% | 9% | 59% | 0% | 12% | 0% | 21% |
| | Ag. Amb. Jundiá | 0% | 16% | 9% | 0% | 22% | 0% | 53% |
| Reg. Bacia Piracicaba II | Ag. Amb. Piracicaba | 17% | 0% | 17% | 0% | 17% | 0% | 50% |
| | Ag. Amb. Limeira | 0% | 0% | 29% | 0% | 0% | 0% | 71% |
| | Ag. Amb. Americana | 0% | 2% | 11% | 0% | 7% | 0% | 80% |
| | Ag. Amb. Marília | 0% | 0% | 0% | 0% | 100% | 0% | 0% |
| Reg. Bacia Paraná | Ag. Amb. Presidente Prudente | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| | Ag. Amb. Bauri | 0% | 50% | 0% | 0% | 38% | 0% | 13% |
| | Ag. Amb. Araçatuba | 0% | 50% | 0% | 0% | 0% | 0% | 50% |
| | | | | | | | | |

Fonte: Dados tabulados com base nos cadastros da CETESB

Nota: Tipo I = Dutos, Tipo II = Depósitos de Produtos Químicos. Tipo III = Bases de Armazenamento, Tipo IV = Refinarias,

Tipo V = Indústrias Químicas, Tipo VI = Terminais Marítimos, Tipo VII = Outros

Quadro 4.4: Distribuição das análises de riscos por regional ambiental da CETESB, de 1989 a 2002

| REGIONAL AMBIENTAL DA CETESB, POR BACIA | PORCENTAGEM DE ANÁLISE POR REGIONAL |
|--|--|
| Regional da Baixada Santista | 27 % |
| Regional da Bacia Piracicaba I | 19 % |
| Regional da Bacia Piracicaba II | 11 % |
| Regional das Bacias Paraíba do Sul e Litoral Norte | 10 % |
| Regional das Bacias do Sorocaba, Alto Paranapanema e Litoral Sul | 10 % |
| Regional da Bacia Alto Tietê III | 6 % |
| Regional da Bacia Alto Tietê I | 6 % |
| Regional da Bacia Alto Tietê II | 5 % |
| Regional das Bacias do Grande e Turvo | 3 % |
| Regional das Bacias Mogi Guaçu e Pardo | 2 % |
| Regional da Bacia Paraná | 2 % |

Fonte: Dados tabulados com base nos cadastros da CETESB

4.2 AVALIAÇÃO E DISCUSSÃO DOS DADOS

A base de dados apresentou o resultado de 810 processos de avaliação de riscos feitos pela CETESB nos últimos 14 anos, o que leva a uma média de 5 avaliações de EAR ao mês, nesse período.

Observa-se pelo Quadro 4.2, um significativo aumento nesse número a partir de 1997, notando-se que até 1996 foram 103 processos avaliados e de 1997 a 2002 totalizaram 707, ou seja, cerca de 87% das avaliações de análise de riscos ocorreram nos últimos 6 anos.

A esse aumento atribui-se uma série de fatores como:

- ✓ a regulamentação da Resolução nº 237 do CONAMA, que ampliou o universo de atividades (tipologia) passíveis de licenciamento. Como leis levam tempo para ser estruturadas, o impacto repercutiu ao longo dos anos seguintes;
- ✓ a maior difusão das ferramentas EAR, PGR e PAE dentro da própria CETESB, que evoluiu no conhecimento do uso e avaliação dos resultados dessas ferramentas, bem como na visualização do auxílio que esses estudos poderiam trazer em relação ao processo de licenciamento;
- ✓ a maior estruturação dos sistemas internos dos órgãos ambientais, para suprir a demanda das exigências legais, acarretando um maior rigor na liberação do licenciamento ambiental e cobranças sobre as empresas, ao atendimento às exigências feitas pela CETESB;
- ✓ o aumento e demanda da atividade industrial, em todos os setores, para o mesmo período;
- ✓ a conversão do óleo BPH, usado para queima de caldeiras, por GLP. Esta mudança foi estimulada pela CETESB, no intuito de melhorar a emissão gasosa para atmosfera, porém introduziu uma substância perigosa à atividade, agregando riscos às mesmas;
- ✓ a mudança no perfil dos empreendimentos sujeitos à avaliação de riscos, destacando-se as usinas termoeletricas, que foram incentivadas nos últimos anos como alternativa na geração de energia, os usuários de amônia para refrigeração, e mais recentemente as rodovias.

Pela Figura 4.1 nota-se que o PGR, representa 36% do total dos processos avaliados, o que denota ser uma ferramenta que tem sido muito utilizada para o licenciamento. Analisando esta figura com o Quadro 4.2, vê-se que o uso do PGR predomina ao EAR, para atividades como Terminais Marítimos e Depósitos de Produtos Químicos, sendo praticamente equivalente para Outros. Isto significa que para essas atividades os efeitos físicos analisados não atingem a comunidade vizinha ao empreendimento.

Todavia, os processos que entraram direto pela CETESB, apresentando o EAR, representam 49% do total, sendo bem mais representativo que as entradas via DAIA, com 15%, donde conclui-se que há menos processos vinculados ao EIA.

Na Figura 4.2 verifica-se que Refinaria representa a menor porcentagem (1%), porém deve-se ressaltar que esta atividade, até 1998, estava integrada à atividade Indústria Química, que representa a maior porcentagem dos processos de avaliação, ou seja, 23%.

Analisando as Figuras 4.2 e 4.3 pode-se tecer os comentários:

- ✓ que de 1992 a 1998 a atividade Indústria Química prevaleceu às demais, porém foi ultrapassada por Outros, no período de 2000 a 2002, que por este enquadrar vários tipos de atividades, não dá para fazer uma análise crítica sobre uma delas especificamente;
- ✓ que Terminal Marítimo, representando 11% dos processos, foi a atividade mais evidenciada entre 1989 e 1990, e com aumento significativo nos anos 1999 e 2000. Isto reflete o efeito e o resultado obtidos pelos programas implantados pela CETESB em 1988 e 1999;
- ✓ que Dutos, com 10%, é uma atividade que teve um crescimento regular ao longo dos anos, porém mais relevante entre 2000 e 2002, devido aos vários programas governamentais relativos ao uso do gás natural, transportados por meio de gasodutos;
- ✓ que a atividade Depósito de Produto Químico, cuja classificação iniciou em 2000, teve boa representatividade (7%), concluindo-se que as indústrias estão usando cada vez mais produtos tóxicos e inflamáveis, ficando sujeitas à avaliação de riscos;

✓ sobre Base de Armazenamento e distribuição de derivados de petróleo, com 12%, que tornou relevante a partir de 1996, conferindo o uso crescente destes produtos nas indústrias. Isto acaba agregando riscos à circunvizinhança do empreendimento, levando à necessidade de se fazer o EAR para avaliação desses riscos.

O Quadro 4.3 mostra a porcentagem de cada atividade por agência, sem quantificar o número, pois o objetivo é mostrar a predominância de cada atividade para cada agência ambiental, caracterizando o desenvolvimento industrial daquela região.

Por outro lado, pelo Quadro 4.4, que tabula as porcentagens de processos avaliados pela CETESB, para suas 11 regionais no Estado, pode-se constatar a tendência de desenvolvimento industrial no Estado de São Paulo, cabe à Baixada Santista, correspondendo a 27% dos processos de avaliação.

Entretanto, analisando os Quadros 4.3 e 4.4, pode-se verificar que a agência de Cubatão supera a de Santos, em número de casos avaliados, concluindo que há uma concentração industrial maior naquela região, com predominância na atividade Indústria Química.

Fazendo o mesmo paralelo para as demais regionais/agências tem-se:

- ✓ Regional da Bacia de Piracicaba I, com 19%, tendendo o desenvolvimento para a região de abrangência da agência ambiental de Campinas I, com predominância na atividade Outros;
- ✓ Regional da Bacia de Piracicaba II, com 11%, tendendo o desenvolvimento para a região de abrangência da agência ambiental de Americana, com predominância na atividade Outros;
- ✓ Regional das Bacias de Paraíba do Sul e Litoral Norte, com 10%, tendendo o desenvolvimento para a região de abrangência da agência ambiental de Aparecida, com predominância na atividade Indústria Química;
- ✓ Regional das Bacias de Sorocaba, Alto Paranapanema e Litoral Sul, com 10%, tendendo o desenvolvimento para a região de abrangência da agência ambiental de Sorocaba, com predominância na atividade Outros;

- ✓ Regional da Bacia do Alto Tiete III, com 6%, tendendo o desenvolvimento para a região de abrangência da agência ambiental de Guarulhos, com predominância na atividade Base de Armazenamento;
- ✓ Regional da Bacia do Alto Tiete I, com 6%, tendendo o desenvolvimento para a região de abrangência da agência ambiental de Santo André, com predominância na atividade Indústria Química;
- ✓ Regional da Bacia do Alto Tiete II, com 5%, tendendo o desenvolvimento para a região de abrangência da agência ambiental de Osasco, com predominância na atividade Base de Armazenamento;
- ✓ Regional das Bacias do Grande e Turvo, com 3%, tendendo o desenvolvimento para a região de abrangência da agência ambiental de São José do Rio Preto, com predominância na atividade Base de Armazenamento;
- ✓ Regional das Bacias de Mogi Guaçu e Pardo, com 2%, tendendo o desenvolvimento para a região de abrangência da agência ambiental de Ribeirão Preto, com predominância na atividade Outros;
- ✓ Regional da Bacia do Paraná, com 2%, tendendo o desenvolvimento para a região de abrangência da agência ambiental de Baurú, com predominância na atividade Depósito de Produto Químico.

Todos os resultados apresentados devem ser interpretados como uma tendência e não como números absolutos, pois o método de registro dos processos relativos aos dados de entrada, siglas/nomes das regionais e classificação de indústrias, são alterados de tempo em tempo pela CETESB, além destas não ser totalmente sistematizadas e que acarretariam em possíveis alterações numéricas.

5. A OPINIÃO DOS ENVOLVIDOS: ANÁLISE E DISCUSSÃO

Nem sempre as funções de um instrumento de gestão ambiental são percebidas ou entendidas da mesma maneira por seus diferentes usuários. A fim de conhecer a opinião dos principais usuários do EAR no Estado de São Paulo, foram realizadas entrevistas, com perguntas estruturadas, junto a três grupos de usuários de EAR, a saber: (i) empreendedores (representados pela ABIQUIM - *integrante da Comissão de Segurança de Processos*, Petrobrás Transpetro S.A - *Setor de Segurança, Meio Ambiente e Saúde* e outra empresa privada); (ii) empresas de consultoria (três renomadas empresas do ramo); e (iii) setor governamental (representantes do DAIA e do Setor de Análise de Riscos da CETESB).

A maioria das entrevistas foi realizada por meio de contato direto com o entrevistado, utilizando-se o gravador como meio de registro das respostas, que posteriormente foram editadas. Cerca de 30% dos casos não foi possível realizar a entrevista diretamente; as perguntas foram enviadas por e-mail e as respostas também recebidas por esse meio.

O Quadro 5.1 mostra o formulário das perguntas (questionário) feitas aos entrevistados.

Neste capítulo, onde são analisadas e discutidas as respostas, os representantes desses três grupos serão assim identificados:

- os Empreendedores: como *empreendedores, ABIQUIM ou Petrobrás* (em caso específico);
- as Empresas de consultoria: como *consultores*;
- o Setor Governamental: como *DAIA e CETESB*.

Para análise das respostas, buscou-se identificar os principais pontos comuns e as divergências de opinião ou percepção. Sempre que possível as divergências foram agrupadas de acordo com o grupo de usuários, tentando-se identificar alguma similaridade entre as respostas. Algumas colocações pessoais foram elas incorporadas às mesmas, em *itálico*.

Os resultados são apresentados seguindo os principais assuntos tratados pelo questionário.

Quadro 5.1: Questionário

| |
|--|
| 1. Qual a utilização / aplicabilidade do EAR e do PGR? |
| 2. Quais os procedimentos para elaboração do EAR? Poderiam ser diferenciados conforme o nível de complexidade do empreendimento? |
| 3. Para que tipo de empreendimento o órgão ambiental exige um EAR e/ou um PGR? |
| 4. Deveria ser feita alguma modificação no modo como os EARs são exigidos, realizados ou avaliados atualmente pelos órgãos ambientais? |
| 5. A maneira como as análises de riscos (EAR e PGR) são feitas no Estado de São Paulo é condizente com a melhor prática internacional? |
| 6. Atualmente, em que momento são solicitados o EAR e o PGR, no pedido de LP, LI ou LO? Este momento é considerado adequado, quando se trata de novos empreendimentos? |
| 7. Quando se deve optar por aplicação da técnica qualitativa ou quantitativa na elaboração do EAR? |
| 8. Quais são as exigências feitas às Rodovias no ESP? |
| 9- Quais as dificuldades que o empreendedor encontra na elaboração do EAR? Quais as vantagens? |
| 10- As questões de risco são objeto de preocupação/debate nas audiências públicas? |

5.1 SOBRE A UTILIZAÇÃO DO EAR E DO PGR

Pode-se dizer que, tal como aplicado pela CETESB, o EAR é uma ferramenta que avalia os possíveis perigos em instalações que manuseiam produtos químicos perigosos e orienta o empreendedor quanto aos riscos a que sua empresa está sujeita.

Esta avaliação serve para o órgão ambiental fazer um diagnóstico sobre um bem que se quer proteger, ou seja, a população da circunvizinhança do empreendimento, e para dizer se os riscos estão em níveis aceitáveis. Para o empreendedor também é útil, pois auxilia-o na tomada de decisão quanto ao direcionamento do investimento e quanto à localização do empreendimento.

Já no entendimento do DAIA, “com o EAR pode-se discutir a localização do empreendimento, levando-o para longe dos lugares vulneráveis, por exemplo, no caso de dutos, cujo traçado pode ser mudado para distanciar de lugares povoados. Para análise desses estudos, a CETESB trabalha praticamente como consultora do DAIA”.

Por outro lado, o PGR é um programa gerencial, técnico e administrativo, para garantir níveis toleráveis dos riscos, a partir das informações geradas e diagnosticadas no EAR, ou, sugerir mudanças ao longo do tempo, para garantir a segurança da comunidade vizinha.

Muitas empresas de grande porte estão inserindo o PGR no sistema de gestão da empresa, como um procedimento gerencial de controle de riscos, dizem os consultores.

5.2 SOBRE OS PROCEDIMENTOS PARA ELABORAÇÃO DO EAR

Para elaborar o EAR deve-se seguir as etapas apontadas no Termo de Referência da CETESB, indo sempre até a etapa de estimativa de consequência, independente da complexidade e riscos envolvidos no empreendimento.

De acordo com a CETESB, “após esta modelagem faz-se uma avaliação para verificar se os riscos saem do limite de propriedade ou não.

Caso não atinja extra muros da empresa, significa que não há necessidade de elaborar o estudo quantitativo, ou seja, na expressão de risco social e individual. Sendo assim, segue-se para a etapa do plano de gestão, ou seja, o PGR.

No caso de os cenários acidentais saírem dos limites do empreendimento e terem um prognóstico que irá afetar a comunidade, a empresa deve fazer modificações para trazer o risco para dentro do seu limite, ou deve apresentar a estimativa de frequência, com todas as hipóteses acidentais, bem como a estimativa do risco social e individual, para que a CETESB analise e verifique se estes riscos estão dentro do aceitável ou tolerável, a partir do critério já estabelecido”.

Do ponto de vista dos consultores e empreendedores, os requisitos do EAR deveriam ser diferenciados segundo a complexidade das instalações, para otimização de recursos, ou seja, um EAR mais completo para instalações com grau de complexidade maior, aplicando-se técnicas quantitativas, e um EAR mais qualitativo para atividades menos perigosas, utilizando-se somente técnicas qualitativas, que são mais simples e baratas. A empresa pode avaliar a complexidade de sua atividade, considerando o inventário do produto perigoso (estoque ou operação) e da condição de operação (situação de processo).

5.3 SOBRE O TIPO DE EMPREENDIMENTO SUJEITO AO EAR

A metodologia usada para a tomada de decisão quanto à necessidade do EAR não depende do tipo da atividade industrial, mas do tipo de substâncias químicas perigosas que são manuseadas e/ou armazenadas, que possam trazer riscos à comunidade (elemento vulnerável) e ao meio ambiente. O EAR passa a ser exigido pela CETESB, quando esses fatores extrapolam os critérios estabelecidos. Geralmente, a CETESB peca por excesso, segundo a visão dos consultores.

O que mudou recentemente foi a aplicação de EAR para empreendimentos lineares do setor de transportes (metrô, rodovias, ferrovias), que não lidam diretamente com produtos químicos, porém, envolvem estruturas que têm esses problemas. Um exemplo é a recente ampliação da Rodovia dos Imigrantes, que teve EIA/RIMA/EAR tanto na fase de instalação como na fase de operação, por ser uma obra muito complexa, que abrangia várias captações da Companhia de Saneamento

Básico do Estado de São Paulo - SABESP, além de ter outras interferências com dutos, usina de asfalto, sistema de drenagem de túneis, etc. *Nesse caso, portanto, o conceito de aplicação a análise de riscos, somente à situações em que haja manipulação de certos produtos químicos e a partir de certa quantidade, foi ampliado.*

Alguns usuários da análise de risco acreditam que esta ampliação ainda é insuficiente e percebem a necessidade de ampliar ainda mais o escopo de aplicação. Um dos entrevistados acredita que “um item que não é avaliado no EAR, mas que deveria ser, é o risco geotécnico devido às proporções dos impactos que podem causar”.

Alguns empreendedores, principalmente empresas de grande porte, estão elaborando EARs e PGRs de forma voluntária, ou seja, não só para obtenção de licença ambiental, mas para conhecer os riscos potenciais inerentes à atividade industrial que possam afetar a comunidade local; analisar as contingências nas questões de emergências (no caso de instalações existentes); tomadas de decisões internas para garantir a integridade da imagem da empresa; e também para atualizar a sua documentação.

Assim, o uso das análises de risco no Estado de São Paulo não está restrito ao licenciamento ambiental de certos empreendimentos, mas também às boas práticas de gestão ambiental adotadas por algumas empresas. Vale dizer que o programa Atuação Responsável[®] da ABIQUIM inclui procedimentos de análise e gerenciamento de risco. A completa adesão ao Atuação Responsável[®] é condição necessária para que uma empresa do setor químico possa ser associada à ABIQUIM.

Há uma questão de segurança relacionada à invasão de propriedades e áreas de servidão. A Petrobrás “possui uma rotina de inspeção nas faixas de seu limite de propriedade e de servidão, por onde passam os seus dutos, no intuito de evitar que comunidades se instalem dentro ou muito próximas dessas faixas, objetivando reduzir o risco”. *Esta é uma particularidade relevante para um programa de gerenciamento de riscos no Brasil, onde a presença de populações de baixa renda, nas proximidades de instalações perigosas, é freqüente.*

5.4 SOBRE O APRIMORAMENTO DO PROCEDIMENTO ATUAL

Os consultores consideram que há muitos pontos do EAR que são subjetivos, não havendo uma padronização dos procedimentos e critérios. Às vezes, a metodologia aplicada para a elaboração do EAR não é aceita pelo técnico da CETESB, encarregado de analisar o processo de licenciamento.

Ainda na visão dos consultores, um ponto a ser revisto pela CETESB talvez seja o procedimento da emissão do Parecer Técnico, o qual define as exigências (medidas de correção do processo). Este parecer técnico é elaborado sem prévia discussão com o empreendedor. Em muitos casos, o empreendedor não concorda com as exigências, devido a questões referentes ao próprio processo ou ao custo, quando poderia propor soluções mais viáveis que atenderia ambos os lados. *Problema semelhante foi observado por Dias (2001) em relação aos pareceres que embasam as decisões do CONSEMA relativas a empreendimentos que possam causar impactos significativos, já que muitas das exigências não são negociadas com a empresa. Como esta é responsável pela implantação das medidas preconizadas no Parecer Técnico e transcritas na licença ambiental, esta implantação é muitas vezes prejudicada pela falta de um entendimento pleno da finalidade de algumas destas medidas.*

Uma dificuldade para os empreendedores é que as exigências apresentadas no Parecer Técnico são de cumprimento compulsório, e para alterá-las existe uma série de requisitos de ordem burocrática a vencer e um trâmite diferente do usual. *Assim, parece mais prático e possivelmente mais eficaz discutir estas medidas com as empresas.*

Ademais, qualquer alteração do Parecer Técnico pode levar a questionamentos do Ministério Público, o que pode atrasar a emissão das licenças, dentre outras conseqüências.

Portanto, segundo os consultores, seria melhor que a CETESB discutisse previamente com o empreendedor as exigências feitas no Parecer Técnico. Esse problema afeta mais empresas de pequeno porte, pois algumas sequer têm estrutura organizacional e dados/documentação disponíveis, conforme requerido no TR e/ou

exigências. Além disso, o estudo tem um custo muito alto, independente das exigências, o que acaba dificultando o processo.

Alguns usuários da análise de risco percebem que não há grande disposição, por parte dos órgãos ambientais, para modificar seus procedimentos diante dos avanços tecnológicos. Um dos consultores afirma que “a tecnologia aplicada aos novos empreendimentos baseia-se em pesquisas desenvolvidas nos setores que refinam as metodologias e inserem novos conceitos na análise e em índices de acidentes mais reduzidos com relação aos diversos processos. A não alteração nos procedimentos e avaliação das análises de riscos, pelo órgão ambiental, implicaria em parar no tempo, apesar de muitos conceitos sacramentados ser necessários e inerentes aos objetos de análise”.

No intuito de aprimoramento dos procedimentos aplicados pela CETESB a viabilidade da sistemática utilizada no EAR foi discutida em *workshop* internacional realizado há dois anos, com a participação da CETESB, da ABIQUIM e de vários organismos internacionais. Segundo um dos entrevistados, “desencadearam a discussão sobre a falta de confiabilidade nos dados existentes para o emprego das técnicas quantitativas e a falta de dados para o emprego dos critérios de aceitabilidade de riscos individual e social para plantas existentes/antigas, cuja instalação não seguiu nenhuma regulamentação. A principal conclusão deste *workshop* foi que, não dá para traçar uma curva de risco social sem ter um critério de ocupação do solo”.

5.5 SOBRE A EQUIVALÊNCIA DO EAR COM A MELHOR PRÁTICA INTERNACIONAL

De um modo geral, os entrevistados entendem que os procedimentos de elaboração dos EAR e PGR empregados em São Paulo são equivalentes aos praticados no exterior, pois esses são embasados em conceitos internacionalmente reconhecidos.

Entretanto um entrevistado adverte que “a melhor prática internacional pode não ser a melhor para o Brasil (ou para São Paulo) em função das diferentes vulnerabilidades e da falta de gestão apropriada do uso e ocupação do solo, que

tornam vulneráveis as regiões industriais”. *Isto seria uma diferença significativa entre o contexto no qual são feitas as análises de risco no Brasil e nos demais países.* No Brasil estes estudos são feitos, na sua grande maioria, para obtenção de licenciamento ambiental. No exterior, seriam elaborados também com o objetivo de planejamento de uso e ocupação do solo, ou seja, utilizam critérios quantitativos, não para tomada de decisão no que tange a questão ao licenciamento ambiental.

5.6 SOBRE O MOMENTO DE SOLICITAÇÃO DOS ESTUDOS E SUA RELAÇÃO COM O LICENCIAMENTO AMBIENTAL

Segundo CETESB, a elaboração do EAR, quando requerido, é pré-requisito para a obtenção da licença de instalação, ainda que esta regra não seja sempre atendida. Há várias causas, com respostas múltiplas, da razão disto acontecer, sendo que, uma delas é a falta de disponibilidade de dados de projeto para elaboração do EAR, considerando que usualmente o projeto de engenharia ainda está na fase inicial (anteprojeto ou projeto básico). Neste caso, várias vezes o EAR é requerido, porém, só é apresentado após a liberação da LI, ou seja, na solicitação da LO. Para empreendimentos que necessitam de AIA com exigência de EAR, este deve ser apresentado para obtenção de LP, o que tem gerado muito conflito entre órgão ambiental e empreendedores, pelos motivos já expostos.

DAIA e CETESB não chegaram a regular esta situação. No entendimento do DAIA, uma solução seria apresentar um EAR mais conceitual para obtenção da LP (portanto, necessariamente qualitativo), seguido da elaboração de um estudo ainda qualitativo, mais detalhado, para a obtenção da LI, e posteriormente fazer complementações e/ou cumprir as exigências para a obtenção da LO. Atualmente o PGR deve ser apresentado na fase de obtenção de LO.

5.7 SOBRE AS TÉCNICAS QUALITATIVAS E QUANTITATIVAS

A definição de técnicas qualitativas ou quantitativas só acontece durante a realização do estudo, e deve seguir a metodologia apresentada no TR de elaboração do EAR.

A CETESB comenta que “ao longo do tempo adotou o termo *estudo qualitativo* (nome equivocado, mas usual no Setor) para a etapa que vai até a modelagem de conseqüências (requisito mínimo de todo EAR), apesar desta já ser uma técnica quantitativa”.

O termo *técnica quantitativa* ficou reservado “para a expressão dos riscos, ou seja, a estimativa de freqüência do cenário ambiental e a estimativa dos riscos individual e social, quando as conseqüências extrapolarem os limites do empreendimento”.

A técnica qualitativa mais usada é a APP (cerca de 90% dos casos), porém, para uma unidade de processo complexo, dá-se preferência ao uso do HazOp. A técnica quantitativa é usada para estimativa de freqüência, sendo as técnicas mais usuais a AAF e AAE.

No caso de dutos, deve-se calcular o risco individual, sendo que a estimativa do risco social só é requerida para os trechos que passam próximos às comunidades. Apesar de o TR da CETESB dizer que, para dutos só se analisa o risco individual, na prática exige-se o risco social para o trecho que tiver um núcleo a ser protegido. Não há critério específico de risco social para duto, no entanto faz-se uma analogia com empreendimento fixo, uma aproximação, segundo a CETESB.

A CETESB não define o *software* que deve ser usado, mas compara e analisa dos estudos apresentados. Caso os resultados sejam menos conservadores que os calculados pela CETESB, será feita uma análise mais apurada para decidir sobre sua aceitação.

5.8 SOBRE A ANÁLISE DE RISCOS EM RODOVIAS

Para rodovias, de acordo com a Resolução CONAMA nº 001/86, há necessidade de EIA/RIMA, porque usualmente trata-se de obra de significativo impacto ambiental.

A Resolução SMA nº 42/94 introduziu a exigência de RAP para vários projetos rodoviários, principalmente duplicações ao longo de traçados já existentes, que são licenciados somente com base neste instrumento. O DAIA avalia o estudo ambiental (EIA ou RAP) e o traçado da rodovia. Caso não seja notável o risco à

comunidade do entorno, solicita-se apenas o PAE. O PGR deve ser feito no caso de transportes de produtos perigosos.

Para o Rodoanel metropolitano, no trecho Oeste (licenciado em 1996) foi pedido apenas PGR/PAE, porém, para os trechos Norte, Sul e Leste, que estão em fase de licenciamento, foram solicitados EAR/RIMA/EAR e o PGR, que já deve ter um PAE incorporado. *O EAR está sendo elaborado abordando apenas o aspecto qualitativo, pela técnica AAP. A CETESB posteriormente analisará e dará seu parecer/ exigências complementares, se necessárias.*

5.9 SOBRE AS VANTAGENS E DIFICULDADES DO EAR

Os empreendedores consideram que, nos setores onde a análise de riscos não é uma prática, as dificuldades são muitas e variadas, principalmente no que se refere à compilação das informações, documentos e dados necessários para elaborar o EAR, além do alto custo de implementação.

Segundo um dos entrevistados, “no caso específico da indústria química, os estudos quantitativos de análise de riscos ainda apresentam dificuldades em função da falta de dados confiáveis. A aplicação de técnicas quantitativas de riscos pode não levar, necessariamente, a resultados significativos para o programa de gerenciamento de riscos da empresa”.

Os empreendedores consideram como vantagens advindas do EAR: maior conhecimento da planta; risco controlável e gerenciável, partindo-se dos resultados das análises feitas; formação crítica das pessoas que operam a planta; estabelecimento de procedimentos de operação e manutenção e verificação de questões de contingências para o PAE, a fim de estabelecer o raio a ser evacuado em situações de emergência.

5.10 SOBRE AS AUDIÊNCIAS PÚBLICAS

As audiências públicas, abertas à sociedade civil, normalmente fazem parte do processo de licenciamento ambiental, onde as questões de riscos são objeto de debate. A percepção dominante entre os entrevistados é que, as pessoas que

participam de audiências representam grupos “muito ecléticos” (organizações não governamentais - ONGs, partidos políticos, às vezes, etc.), principalmente nos grandes centros urbanos. A questão de risco é levantada de forma catastrófica e leiga, enfocando explosões, incêndios e desocupação de áreas, porém, sem conhecimento de causa, na maioria das vezes.

Tais colocações podem resultar em alterações de alguns pontos do projeto, como a alteração do traçado do gasoduto Bolívia-Brasil, na região de Campinas, devido aos riscos que poderiam atingir a população.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O Estudo de Análise de Riscos, introduzido no Brasil como um dos instrumentos da política nacional do meio ambiente, teve a CETESB como pioneira na sua utilização.

O EAR passou a ter função primordial na tomada de decisão para o licenciamento ambiental no Estado de São Paulo, a partir de 1988, no tocante às atividades ou instalações industriais que manuseiam substâncias químicas perigosas, inflamáveis e/ou tóxicas. Desde então, a avaliação e parecer técnico desses estudos, cabe ao Setor de Análise de Riscos da CETESB, sediado em São Paulo.

O EAR e o PGR, este é parte integrante do primeiro, oferecem inegáveis benefícios para avaliação dos empreendimentos, pois propiciam importantes subsídios para a gestão ambiental e segurança de uma atividade ou instalação industrial, como: (i) a identificação dos riscos existentes; (ii) a avaliação dos possíveis danos às instalações, ao meio ambiente e à população externa ao empreendimento; (iii) a implantação de melhorias dos processos industriais; (iiii) além da redução das tarifas de seguros para os riscos transferidos.

Essas ferramentas devem ser consideradas pelos empreendedores como instrumentos de gestão de seus negócios, visto que a ocorrência de um acidente maior certamente acarretará em perda de vidas humanas; impactos ao meio ambiente; danos à saúde da população; perda de equipamentos e paralisação da produção, gerando prejuízos econômicos; pagamentos de indenizações a terceiros afetados pelo acidente; danos psicológicos à comunidade; desgaste da imagem da empresa perante a opinião pública, com a conseqüente perda de mercado.

Portanto, cabe às empresas que desenvolvem atividades de riscos: (i) identificar os possíveis perigos e reduzir os riscos de suas atividades, levando-os a níveis aceitáveis e toleráveis; (ii) elaborar e implantar plano de gerenciamento de riscos, de modo a proteger os sistemas e tornar os riscos controláveis, e plano de emergência com procedimentos efetivos em caso de emergência; (iii) informar e treinar as comunidades locais, que possam sofrer danos decorrentes de suas atividades; (iiii) atuar em conjunto com os órgãos de governo na prevenção e na

resposta a acidentes. Estas ações têm sido muito pouco praticadas pelos empreendedores, donde recomenda-se que deverão ser implementadas aos seus sistemas de gestão empresarial.

A pesquisa da base de dados da CETESB, de 1989 à 2002, mostrou que as aplicações de EAR/PGR têm sido significativas e crescentes nesses últimos catorze anos, porém, nota-se ainda que estes aplicativos estão mais associados, na grande maioria, ao cumprimento de exigências legais para obtenção de licenças ambientais, como assim são determinadas pelas Resoluções n^{os} 001/86 e 237/97 do CONAMA.

No entanto, ressalta-se que a problemática ambiental é irreversível, podendo-se vislumbrar que a cultura técnica tem evoluído e com ela o processo de conscientização dos empreendedores começa a ser despertado, apesar de lento, mostrando uma tendência futura de uso dessas ferramentas como prática de gestão empresarial, pelo menos no que tange as empresas de grande porte. Além disso, criou uma simbiose entre o capital e o meio ambiente, de forma que as transferências de recursos para empreendimentos de grande porte passam pelo crivo de auditores ambientais.

Por outro lado, recomenda-se que o Estado, em seus diferentes níveis e atribuições, deve: (i) incrementar mecanismos para garantir a efetividade e o cumprimento da lei de política de prevenção à acidentes; (ii) fiscalizar as empresas e atividades consideradas perigosas ao meio ambiente, bem como àquelas que receberam as licença ambientais; (iii) atuar em conjunto com as indústrias e a comunidade na prevenção de acidentes e no atendimento às situações de emergência; (iiii) injetar recursos humanos e materiais nos órgãos ambientais encarregados da tarefa de avaliar estes estudos, que bem treinados e comprometidos com o instrumento atuariam com melhores condições no cumprimento de suas missões.

Mais recentemente, com o Decreto n^o 47.397, de 04/12/2002, as atenções governamentais voltaram-se para o acompanhamento da implementação dos projetos aprovados, passando a vigorar a renovação das licenças LP/LI/LO, tornando mais sério o compromisso do empreendedor em relação ao cumprimento das exigências impostas pelo órgão ambiental, no ato da aprovação da licença.

Outros aspectos que emergiram deste trabalho, tanto no levantamento bibliográfico, como resultante da base de dados da CETESB e entrevistas com usuários do EAR/PGR, foram que:

- ✓ o Estado deve ser convocado com urgência, ao compromisso efetivo para aplicar um planejamento de melhor ocupação e uso do solo no entorno das áreas vulneráveis, e agregar este instrumento ao licenciamento ambiental;
- ✓ as exigências feitas pela CETESB, durante seu parecer técnico, sem prévio entendimento como o empreendedor, levam a processos burocráticos, caso o empreendedor queira mudá-las, devido às questões inerentes ao processo e/ou custo para implantação;
- ✓ a complexidade desses estudos levam à necessidade de equipes altamente qualificadas para executá-los, agregado ao alto custo;
- ✓ a apresentação do EAR deveria ser feita em duas etapas, uma primeira mais qualitativa que seria apresentada para obtenção da LP e/ou LI, e posteriormente, caso a atividade requeira um EAR quantitativo, este seria feito na fase de obtenção da LO, quando o projeto de engenharia estaria mais desenvolvido;
- ✓ a equipe responsável pela avaliação de todos os processos do Estado de São Paulo é muito reduzida, gerando seus resultados em prazos que podem comprometer os cronogramas físicos e financeiros dos empreendimentos;
- ✓ os procedimentos de execução desses estudos devem ser aperfeiçoados, de modo a torná-los mais acessíveis e diferenciados, em função do porte da empresa e novas tecnologias, incentivando as instalações industriais ao uso dessas ferramentas, além de evitar que estas tornem meros instrumentos burocráticos, ocultando o grande potencial dessas ferramentas.

Espera-se que este trabalho possa contribuir e incentivar os empreendedores, órgãos ambientais e o Estado a unir forças e responsabilidades para minimizar os danos às pessoas e ao meio ambiente, o que resultará em melhor qualidade de vida para todos.

7. ANEXOS: PESQUISAS SOBRE ESTIMATIVA E AVALIAÇÃO DE RISCOS

7.1 ANEXO A: RISCOS DE DUTOS DE GASOLINA NO REINO UNIDO

Arthur D. Little Limited (1999) foi contratada pela *Health and Safety Executive - HSE* para uma pesquisa sobre Riscos de Dutos de Gasolina no Reino Unido (*Risks from gasoline pipelines in the United Kingdom*).

Os principais **objetivos** da pesquisa foram:

- aplicar, em uma amostra representativa de típicos dutos de gasolina que estão em operação no Reino Unido, a metodologia básica desenvolvida em *estudo anterior feito para a HSE (Risks from Hazardous Pipelines in the United Kingdom)*, em maio de 1995, porém fazendo as devidas adaptações e refinamentos para o específico caso;
- examinar os riscos individual e social dos dutos, particularmente com relação às seguintes variáveis:
 - particularidades de projeto para áreas urbana e rural
 - uso do pior ou melhor caso topográfico
 - comparar a situação atual de parada do sistema ou com o antigo sistema de parada
 - composições diferentes de gasolina
 - diferentes diâmetros de dutos
- examinar a sensibilidade dos resultados para os parâmetros de entrada;
- comparar os riscos avaliados afetados pelos dutos de gasolina com os dados reais disponíveis, no Reino Unido.

Ao longo do estudo, com o progresso das análises e consultas feitas com a *Advisory Committee on Dangerous Substances – ACDS, Steering Group*, alguns objetivos foram revisados, em comum acordo com a ACDS, sendo eles:

- não há mudança significativa nos fatores do projeto para dutos de gasolina entre áreas urbana e rural. As principais diferenças entre estas áreas em termos de análise são:
 - densidade populacional
 - probabilidade de ignição
- os melhores e piores casos de topografia foram investigados, mas descobriu-se ser menos significativo do que se pensava inicialmente. Houve somente a necessidade de considerar este fator em caso de solo não permeável, quando a interação com o tempo de parada de bomba torna-se importante;
- para o tipo de solo normal, o tempo de parada não é parte significativa para a análise, porque o poço formado por um rápido vazamento possui forma e tamanho máximo de equilíbrio. Contudo eles são importantes quando trata-se de solos não permeáveis;
- a exatidão (precisão) dos consequentes modelos são tais que eles não observaram diferenças em relação a pequena variação na composição da gasolina; sendo então este parâmetro excluído da análise;
- quatro diâmetros de dutos foram examinados: 6", 8", 12" e 16". Detalhes de todos, exceto para o de 8", foram tomados de dutos que estão operando no Reino Unido. O duto de 8" analisado, tem as mesmas características daqueles analisados no estudo anterior da HSE, para facilidade de comparação. Embora 8" não seja um duto do Reino Unido, seus parâmetros operacionais são similares àqueles encontrados no Reino Unido.

Além dos itens acima, foram considerados os efeitos da profundidade do duto enterrado.

Parâmetros considerados para os Dutos de Gasolina: 6", 8", 12" e 16"

Áreas rurais designadas como Classe 1, com uma densidade demográfica de 2,5 pessoas por hectare. Áreas urbanas classificadas como Classe 2, as quais podem ser bem desenvolvidas (incluindo lojas, residências e escolas), com uma densidade demográfica bem maior que 2,5 pessoas por hectare.

Além das considerações acima, os seguintes fatores foram investigados:

- efeito da profundidade do duto enterrado na frequência de falha do impacto externo (HSE considera que há uma redução de impacto externo quanto mais profundo o duto estiver). Considerando a profundidade normal como 0,9m, as seguintes reduções de impactos na frequência de falha foram previstos:
 - 25% de redução para profundidade de 1,5m
 - 50% de redução para profundidade de 2,0m
 - 99% de redução para profundidade de 3,0m
- efeito da espessura da parede do duto na frequência de falha do impacto externo;
- efeito da permeabilidade do solo na formação de poço de gasolina;
- tubulações de 16", 12" e 6" foram selecionadas para representar os reais dutos operando atualmente no Reino Unido. O duto de 8" foi considerado em pesquisa anterior da HSE e considerado novamente a propósito de comparação.

Os dados dos dutos estão no Quadro 7.1.

Quadro 7.1: Descrição dos casos de dutos estudados

| Caso | Diâmetro Ext.(pol.) | Espes. Nom. Parede (pol.) | Pressão de Projeto (barg) | Tensão de escoamento do mat.(psi) | Vazam.Superf/ Tipo solo |
|------|---------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| 1 | 16 | 0,281 | 92,3 | 52000 | Normal |
| 2 | 16 | 0,281 | 92,3 | 52000 | Argiloso |
| 3 | 12 ^{3/4} | 0,250 | 96,0 | 52000 | Normal |
| 4 | 8 ^{5/8} | 0,300 | 80,0 | 46000 | Normal |
| 5 | 8 ^{5/8} | 0,300 | 80,0 | 46000 | Argiloso |
| 6 | 6 ^{5/8} | 0,219 | 99,3 | 35000 | Normal |

Fonte: HSE (1999)

Metodologia para avaliação geral dos riscos em dutos

O cálculo de risco requer a combinação da probabilidade de ocorrer um evento de perigo e a consequência que este evento pode causar em termos de fatalidade. As probabilidades e consequências de falha dos dutos foram combinadas para desenvolver o risco individual e as curvas F-N para o risco social.

O risco individual, representado por um corte transversal ao eixo do duto, expressa quantitativamente a probabilidade de uma pessoa ter de um acidente fatal ou de uma "certa gravidade" como resultado de uma liberação acidental do duto, a várias distâncias do mesmo. O riscos de cortes foram calculados para riscos individuais para cada duto do estudo, levando-se em conta os impactos potenciais interagindo ao longo do comprimento da tubulação. No cálculo destes cortes, visto que são genéricos e não para comunidades reais, não foram permitidos abrigos ou evacuação.

As curvas F-N expressam quantitativamente o risco social, como a frequência de N ou mais fatalidades, como um resultado de escape acidental do duto. As curvas F-N foram calculadas por quilômetro de duto, geralmente assumindo uma densidade populacional distribuída uniformemente.

Para ambos os casos, riscos individual e social, foram considerados situações genéricas, não sendo modeladas características particulares das comunidades, as quais reduziriam os riscos.

É perfeitamente claro que os riscos dos dutos de gasolina dependem de uma série de fatores, que incluem:

- a possibilidade de falha do duto;
- as proporções entre as probabilidades de vazamentos pequenos, médios ou grandes;
- a seleção de tamanhos de vazamentos representativos;
- a taxa de liberação e duração da liberação após uma falha;
- as probabilidades de ignição imediata e retardada das liberações em áreas rurais ou urbanas; estas podem variar dependendo do tamanho do vazamento;

- o comportamento do líquido durante a liberação. Isto pode variar de uma poça que se forma em uma superfície impermeável a uma grande quantidade de líquido jorrando deste ponto de liberação.

Resultados e Conclusões

➤ Resultados de Risco Individual

Para todos os dutos o risco individual de fatalidade excede o nível de 3.10^{-7} ano⁻¹ da linha de centro do duto, exceto para o caso do duto de 8", em área rural no limite inferior de sensibilidade. Aproximadamente metade dos dutos considerados tem um risco individual da linha de centro excedendo 10^{-6} .ano⁻¹, dependendo do limite de sensibilidade, diâmetro do duto e tipo de solo. O maior risco 3.10^{-6} . ano⁻¹ é derivado do duto de 16", locado em área urbana em solo argiloso em combinação com limite de sensibilidade superior. Deve-se notar que na prática haverá sempre alguma separação entre um duto e qualquer tipo de construção, de 3m de cada lado. Outros pontos conclusivos foram:

- comparado ao estudo anterior, o corte de 8" deste estudo mostra geralmente risco menor, exceto para o caso de limite de sensibilidade superior, isto é principalmente devido a probabilidade de ignição menor, mas é também indicativo da tendência de uma análise mais detalhada para reduzir o risco estimado;
- os limites de sensibilidade tem um impacto significativamente razoável nos resultados;
- os resultados para os dutos de 16" e 12" são muito similares, devido a similaridade da vazão de bombeamento;
- o tipo de solo tem algum efeito sobre o risco;
- foi considerado como pior caso o de um duto de 16", vazando em solo argiloso para o limite de sensibilidade superior (10^{-6} . ano⁻¹ à ~75m);
- a profundidade do duto enterrado tem um pequeno efeito no risco;
- risco individual do escoamento para esgotos ou rios deve ser maior se houver um comprimento significativo de duto, cujo vazamento

poderia escorrer para um esgoto ou rio (por exemplo, um vale íngreme com população concentrada perto da área de coleta).

➤ **Resultados do Risco Social**

O número de fatalidades, como é de se esperar, é maior para dutos em locais urbanos do que em locais rurais. Das curvas F-N traçadas, observa-se que o número máximo de fatalidades é 103 para o duto de 16" em área urbana, e para todos os dutos em área rural, este número é menor que 10 fatalidades. As curvas F-N são mais planas do que seriam para um caso real, devido à consideração de uma densidade demográfica uniforme e com relativamente menos casos de falhas. Outros pontos conclusivos foram:

- a curva F-N para o duto de 8" é muito similar àquela obtida no estudo anterior;
- o pior caso para vazamento em solo argiloso foi para duto de 16", embora isto ainda esteja bem, na região de ALARP;
- a profundidade do duto enterrado tem pouco efeito no risco social;
- o risco social associado ao escoamento pode ser significativo se houver um grande comprimento de duto, cujo vazamento escorrerá para um esgoto ou rio, ou ainda se uma grande população estiver na base da área da zona de contágio (por exemplo, um vale íngreme com população concentrada perto da área de coleta).

Para uma situação real, o risco social deveria incorporar considerações sobre a natureza da localização, sua população e seus comportamentos de evacuação e escape, a fim de produzir uma estimativa o mais realista possível. Considerações destes fatores levariam à redução do risco que é de fato experimentado no local.

➤ **Comparação com Dados Históricos**

A fim de verificar o realismo dos níveis de risco calculados neste estudo, foi feita uma comparação com dados reais de potencial de ferimentos e fatalidades, considerando o comprimento total de dutos (3.600 km) de

gasolina no Reino Unido, chegando-se a conclusão que, os dados obtidos neste estudo são razoáveis com os eventos de fogo ou explosões causados por dutos de gasolina, nos últimos 27 anos.

Contudo, esta aproximação não admite uma comparação simples para larga faixa de eventos, devido à seqüência complexa que precisa ocorrer para que a comparação seja permitida.

➤ **Conclusões Gerais**

Os riscos em dutos de gasolina no Reino Unido, foram analisados e descoberto ser geralmente baixo, variando em torno de 10^{-6} . ano⁻¹, sendo limitado na extensão, porém nunca acima de 10^{-5} . ano⁻¹.

Os riscos para dutos de 8" são muito menores do que aqueles calculados no estudo anterior, exceto onde valores maiores de parâmetros importantes foram assumidos na análise.

Em particular, a probabilidade de ignição encontrada na análise de dados reais, foi menor do que aquelas previamente assumidas.

Há, entretanto, casos específicos onde os níveis de riscos devem ser maiores nas vizinhanças do duto. Estes relacionam dutos escorrendo para fossas, esgotos ou rios, particularmente se houver efeitos topográficos contribuindo. Estes temas não podem ser analisados genericamente; sendo recomendado que os operadores de dutos identifiquem estas áreas as quais devem ser relacionadas e aplicar a metodologia dada neste estudo para a estimativa dos riscos.

7.2 ANEXO B: A DERIVAÇÃO E USO DE DADOS DE POPULAÇÃO PARA MODELAGEM DE ACIDENTES DE PERIGOS MAIORES

Mooney & Walter (2002) pertencentes ao Departamento de Geografia da Universidade Staffordshire – Reino Unido, realizaram um trabalho subsidiado pela HSE, sobre A derivação e uso de dados de população para modelagem de acidentes de perigos maiores (*The derivation and use of population data for major hazard accident modelling*).

O objetivo do projeto foi avaliar e derivar fontes de dados de população para ser utilizada na modelagem de acidentes de grandes perigos e avaliação quantitativa de riscos (*Quantified Risk Assessment - QRA*), bem como produzir um sistema de informações em escala nacional adequado para a modelagem de acidentes locais.

A ferramenta utilizada foi o *Geographical Information Systems - GIS*, que é adequado para informações estruturadas espacialmente, para solucionar problemas de mesma natureza. A abordagem do GIS enfoca instalações, áreas particulares ou tomadas de decisões.

Outros objetivos mais específicos foram:

- rever a literatura existente no GIS, para avaliação de riscos e derivações dos dados populacionais em larga escala;
- identificar e avaliar fontes potenciais de dados de relevância para modelagem de acidentes de grandes perigos, estendendo além da população residencial;
- desenvolver métodos para processamento e manipulação de conjunto de dados selecionados dentro do ambiente do GIS;
- identificar e explorar caminhos nos quais os dados realçados sobre a distribuição da população e vulnerabilidade devam ser utilizados.

Dados populacionais são fundamentais para estimativa dos diferentes níveis de riscos sociais. Considera-se que os acidentes têm mais chances de ocorrer quando há um número significativo de pessoas em trânsito (lojas, escolas, trabalho, lazer, estrada).

A geografia do Código Postal - CEP do Reino Unido provê a mais adequada base de dados para a estimativa populacional residencial.

Inicialmente o GIS era utilizado em escala local (estudo de casos), para auxiliar as autoridades locais no planejamento da melhor adequação da ocupação da terra nas áreas com Maior Potencial de Perigo (*Major Accident Hazards*) delineando os resultados por modelagens de acidentes e avaliação quantitativa de risco.

Este projeto visou desenvolver o potencial do sistema GIS, para ser usado para prover dados para as áreas de riscos potenciais de eventos perigosos, enfocando na distribuição e nas características da população dentro destas áreas. Como mencionado anteriormente, estes dados são fundamentais para estimativa de risco social.

Riscos Individual e Social e Dados Populacionais

Risco individual representa um risco a um indivíduo hipotético quando exposto num local particular. É calculado com base numa fonte genérica relacionada ao perigo; levando-se em conta algumas circunstâncias locais (como a direção do vento predominante) que são importantes para estimar a área que o perigo irá afetar. Onde o risco individual é mapeado para a área em volta do perigo, e ele é representado por linhas de contorno de riscos.

Níveis toleráveis de riscos precisam ser estabelecidos para que os contornos de riscos individuais tenham significado regulatório. Para estabelecer o que constitui um contorno de risco tolerável, zonas podem ser definidas em volta dos locais de perigo para auxiliar no planejamento de emergência ou na concessão de planejamento para novos desenvolvimentos.

Se um número de risco tolerável para o público fosse fixado, então os mapas para contorno de risco, para áreas ao redor dos lugares perigosos, poderiam conter uma zona particular onde o planejamento de novos projetos de desenvolvimento não seriam permitidos pelas autoridades. No entanto, os mapas que abrangem zonas múltiplas, nos quais diferentes usos de terra são permitidos, são indicativos de uma abordagem mais sofisticada.

Ocupação de terra, tais como casas de repouso, escolas e hospitais não recebem permissão nas zonas de alto risco, enquanto outras ocupações de terra

recebem, tais como pequenas unidades industriais. Esta abordagem vai além do risco individual e reflete a intolerância social aos desastres que matam um grande número de pessoas ou afetam um grupo vulnerável numa extensão desproporcional.

Este sistema de “zonas de exclusão múltiplas”, embora simples de ser usado, é inflexível, e não é adequado para casos de grandes áreas, onde baixo nível de risco é aplicado, particularmente para efeito de julgamentos sobre a localização de novas instalações perigosas ou novas armazenagens de materiais perigosos numa dada localidade.

Risco Social é mais explícito para atitudes sociais, refletidas no uso das zonas múltiplas de risco, combinando risco individual e dados populacionais para produzir uma estimativa da ameaça generalizada, posta por um período particular à uma população inteira que vive numa área de risco. A fim de realizar estimativas de risco social, os dados sobre tais populações precisam estar prontamente disponíveis.

Conclusões gerais:

- Os dados obtidos podem ser considerados altamente confiáveis para previsão dos níveis de população residencial. A cobertura das populações não residenciais é menos confiável, mas é o melhor que pôde ser alcançado dentro das limitações presentes, dentro da disponibilidade de dados e custo. É provável que futuros desenvolvimentos de disponibilidade de dados permitam que resultados mais confiáveis possam ser alcançados.
- A estrutura de dados mais apropriada é utilizada como um conjunto de camadas definindo áreas de ocupação da terra e de localização de prédios e estradas. Esta estrutura espacial pode ser usada para mapear conjuntamente os dados populacionais e estimativas populacionais, a fim de atingir melhores efeitos.
- As limitações de dados populacionais não residenciais disponíveis (ex. escola), nos leva a concluir que a intervenção do usuário é necessária, quando a maior precisão de dados populacionais for requerida. Isto pode ser manifestado como o ajuste da estimativa usada para a população alvo, ou como um nível populacional diretamente especificado para a área

mapeada. A abordagem recomendada para a estruturação do sistema GIS possibilitaria a fácil implementação da intervenção do usuário.

- Há muitos diferentes caminhos nos quais os dados populacionais podem ser realçados e melhorar a metodologia do trabalho. Entre estes caminhos incluem: o uso dos dados para avaliação de dutos e transportes, bem como riscos de localidades fixas; mudanças feitas para supostas modelagem de acidentes para refletir as variações das vulnerabilidades da população; o desenvolvimento de indicadores de mudança populacional exposta ao risco em nível macro; e o uso destes indicadores na avaliação de riscos de transporte, dutos, nucleares e explosivos.
- A abordagem utilizada será de relevância para outros envolvidos em modelagem de acidentes de grandes perigos e QRA, tais como consultores de riscos e meio ambiente, e autoridades reguladoras em outros países. O formato, disponibilidade e custo de fonte de dados específicos, todavia variará daqueles especificados para este trabalho, por exemplo, acesso ao censo não seria livre de custos para consultores privados e as estruturas de códigos postais são diferentes para cada país.
- No contexto da literatura existente, o projeto fez avanços significativos com respeito: a qualidade dos dados populacionais usados nas avaliações de risco, através das aplicações do GIS, até a presente data; a derivação de tais dados ampliados para nível nacional ao invés de pequenos estudos de caso; e a integração de conjuntos múltiplos de dados para obter melhor e mais completa informação na ocupação da terra e distribuição populacional, com maior refinamento do que até então alcançado.
- Com este trabalho houve um aumento do uso do GIS para escala nacional.

8. LISTA DE REFERÊNCIAS

ABIQUIM – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA. **Curso sobre Técnicas Qualitativas de Análise de Riscos – MÓDULO II.** S.L.P: S.C.E., 1995.

AICHe - AMERICAN INSTITUTE OF CHEMICAL ENGINEERS. **Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis.** 2. ed. New York: Center for Chemical Process Safety (CCPS), 2000.

ALBERT, L. A. **Os Acidentes Químicos na América Latina.** In: CURSO DE AUTO APRENDIZAGEM “PREVENÇÃO, PREPARAÇÃO Y RESPOSTA PARA DESASTRES ENVOLVENDO PRODUTOS QUÍMICOS” - CEPIS/OPAS, 2000. Disponível em: <<http://www.cepis.ops-oms.org/tutorial1/p/acciamb1/index.html>>. Acesso em: 20 out. 2002.

AMORIM, T. M. **Técnicas de Análise de Riscos: métodos qualitativos e quantitativos.** In: SEMINÁRIO DE ANÁLISE DE RISCO DE PROCESSOS INDUSTRIAIS,1., São Paulo,1991. **Anais.** São Paulo: Associação Brasileira da Indústria Química- ABIQUIM, 1991. p.20-26.

ÁVILA, L. A. **Legislação e Filosofia da Atuação dos Órgãos Governamentais quanto à Segurança e Minimização dos Riscos e Danos Ambientais.** In: SEMINÁRIO DE ANÁLISE DE RISCO DE PROCESSOS INDUSTRIAIS,1., São Paulo,1991. **Anais.** São Paulo: ABIQUIM, 1991. p.9-16.

BENTO, L. C. P. **Histórico e Evolução da Análise de Risco no Contexto Mundial.** In: SEMINÁRIO DE ANÁLISE DE RISCO DE PROCESSOS INDUSTRIAIS,1., São Paulo,1991. **Anais.** São Paulo: ABIQUIM, 1991. p.3-6.

BRAUER, R. L. **Safety and Health for Engineers.** New York: International Thompson Publishing Co., 1994.

BROWN, A. P. **Estudo de Análise de Riscos de Processo de Instalação de Tratamento de Efluente Gasoso de Hidrogênio.** 1997. 168p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1997.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia Científica.** 3.ed. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1983.

COLELLA, L. G. **Vantagens da Utilização da Análise de Risco.** In: SEMINÁRIO DE ANÁLISE DE RISCO DE PROCESSOS INDUSTRIAIS,1., São Paulo,1991. **Anais.** São Paulo: ABIQUIM, 1991. p.7-8.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Legislação Federal - Controle da Poluição Ambiental.** São Paulo, 1998.

____. **Curso de Análise, Avaliação e Gerenciamento de Riscos.** São Paulo, 2001.

____. **Manual de Orientação para a Elaboração de Estudos de Análise de Riscos.** São Paulo, 1994.

____. **Metodologia para Classificação de Instalações Industriais quanto a Periculosidade.** São Paulo, 1996. (Documento interno – não publicado) (*)

____. **Programa de Gerenciamento de Riscos nos Terminais Químicos e Petroquímicos da Baixada Santista.** São Paulo, 1999. (Documento interno – não publicado) (*)

____. **Termo de Referência para a Elaboração de Estudo de Análise de Riscos.** São Paulo, 2002.

DE CICCIO, F. M. G. A. F. **Engenharia de Confiabilidade e Análise de Riscos.** São Paulo: Instituto Brasileiro de Gerência de Riscos- IBGR, 1987.

DIAS, E. G. C. S. **Avaliação de Impacto de Projetos de Mineração no ESP: a etapa de acompanhamento.** 2001. 283p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.

DIAS, E. G. C. S.; SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental**. São Paulo: Programa de Educação Continuada em Engenharia- PECE, 2001. (Apostila)

DIAS, E. G. C. S.; SÁNCHEZ, L. E. Deficiências na implantação de projetos submetidos à avaliação de impacto ambiental no Estado de São Paulo. **Revista de Direito Ambiental**, São Paulo, v.6, n.23, p.163-204, jul./set. 2001.

FUNDACENTRO - FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO. CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DO TRABALHO. Genebra,1993. **Convenção Nº 174 e Recomendação Nº 181 : sobre a Prevenção de Acidentes Industriais Maiores**. São Paulo, 2002.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 5.ed. São Paulo: Atlas S.A.,1999.

HADDAD, E. **Acidentes Ambientais: Conceitos Básicos**. In: CURSO DE AUTO APRENDIZAGEM “PREVENÇÃO, PREPARAÇÃO Y RESPOSTA PARA DESASTRES ENVOLVENDO PRODUTOS QUÍMICOS” - CEPIS/OPAS, 2000. Disponível em: <<http://www.cepis.ops-oms.org/tutorial1/p/acciamb1/index.html>>. Acesso em: 20 out. 2002.

HADDAD E.; FERNICOLA N.; SERPA R. R. **Centro Colaborador OPAS/OMS na Preparação para Emergências em Casos de Desastres - CETESB**. In: CURSO DE AUTO APRENDIZAGEM “PREVENÇÃO, PREPARAÇÃO Y RESPOSTA PARA DESASTRES ENVOLVENDO PRODUTOS QUÍMICOS”- CEPIS/OPAS, 2000. Disponível em: <<http://www.cepis.ops-oms.org/tutorial1/p/centcola/index.html>>. Acesso em: 20 out. 2002.

HSE - HEALTH & SAFETY EXECUTIVE. ARTHUR D LITTLE LIMITED. **Risks from gasoline pipelines in the United Kingdom**. In: CONTRACT RESEARCH REPORT 206/1999. Cambridge,1999. Disponível em: <http://www.hse.gov.uk/research/crr_htm/1999/crr99206.htm>. Acesso em: 20 out. 2002.

_____. MOONEY, J.; WALKER, G. **The Derivation and Use of Population Data for Major Hazard Accident Modelling**. In: CONTRACT RESEARCH REPORT 410/2002. Staffordshire University - UK, 2002. Disponível em: <http://www.hse.gov.uk/research/crr_hm/2002/crr02410.htm>. Acesso em: 20 out. 2002.

LEES, F. P. **Loss Prevention in the Process Industries**. 2. ed. London: Butterworth-Heinemann, 1996.

LIMA, J. E. P.; OLIVEIRA, L. F. S. **Gerenciamento de Riscos na Indústria Petroquímica**. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA SOBRE MEIO AMBIENTE, 4., Belo Horizonte, 2001. **Anais eletrônicos...**Brasil: ECOLATINA, 2001. Disponível em: <http://www.ecolatina.com.br/br/artigos/riscos_ambientais/risc_amb_01.asp>. Acesso em: 20 out. 2002.

MACHADO, P. A. L. **Direito Ambiental Brasileiro**. 6. ed. São Paulo: Malheiros Editores, 1996.

MACHÍN, D. G. **Organizações Nacionais e Internacionais de Colaboração em Acidentes Químicos**. In: CURSO DE AUTO APRENDIZAGEM “PREVENÇÃO, PREPARAÇÃO Y RESPOSTA PARA DESASTRES ENVOLVENDO PRODUTOS QUÍMICOS” - CEPIS/OPAS, 2000. Disponível em: <<http://www.cepis.ops-oms.org/tutorial1/p/orginte/index.html>>. Acesso em: 20 out. 2002.

MARTIN, R. F. **Licenciamento de Postos de Gasolina no Estado de São Paulo**. [artigo]. Notícias CETESB. São Paulo, 06 dez. 2002. Disponível em: <<http://www.CETESB.sp.gov.br/Noticias/Licencas.htm>>. Acesso em: 12 jan. 2003.

MILARÉ, E. **Legislação Ambiental do Brasil**. São Paulo: Secretaria Estadual do Meio Ambiente- SMA,1991. (Série Cadernos Informativos – Edições APMP)

MILARÉ, E.; BENJAMIN, A. H. V. **Estudo Prévio de Impacto Ambiental: Teoria, Prática e Legislação**. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais,1993.

MOREIRA, I. V. D.; QUEIROZ, S. M. P. **Procedimentos de Análise de Estudo e Relatório de Impacto Ambiental.** In: MANUAL DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS- MAIA. Paraná: SMA/ Instituto Ambiental do Paraná, 1993.

OLIVEIRA, A. I. A. **O Licenciamento Ambiental.** 1. ed. São Paulo: Iglu Editora Ltda., 1999.

PENTEADO, F. **Seminário sobre Avaliação de Impactos Ambientais e Técnicas de Identificação de Perigos (APP e HazOp) e Análise de Riscos.** São José dos Campos: MONSANTO, 2001. (Documento interno – não publicado) (*)

PORTUGAL, G. **Análise Preliminar de Riscos.** Volta Redonda: GPCA – Meio Ambiente, 2000. Disponível em: <<http://www.gpca.com.br/gil/art85.htm>>. Acesso em: 20 out. 2002.

RICHARDSON, M. L. **Risk Management of Chemical.** 1.ed. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 1992.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE - SMA. **Normas Básicas sobre Licenciamento Ambiental e Estudo de Impacto Ambiental.** São Paulo: SMA, 1998.

SENAGA, M.Y. **Decretos do Governador alteram a Legislação Ambiental e modernizam o licenciamento no Estado de São Paulo.** [artigo]. Notícias CETESB. São Paulo, 06 dez. 2002. Disponível em: <http://www.CETESB.sp.gov.br/Noticias/02/dec_47397.htm>. Acesso em: 12 jan. 2003.

SERPA, R. R. **As Metodologias de Análise de Riscos e seu Papel no Licenciamento de Indústrias e Atividades Perigosas – Desafios e Perspectivas para o Controle e a Prevenção.** In: FREITAS, C. M.; PORTO, M. F. S.; MACHADO, J. M. H. **Acidentes Industriais Ampliados.** Rio de Janeiro: [s.n.], 2000b. Cap.10.

_____. **Estudo de Análise de Riscos em Instalações com Produtos Perigosos.** In: CURSO DE AUTO APRENDIZAGEM “PREVENÇÃO, PREPARAÇÃO Y RESPOSTA PARA DESASTRES ENVOLVENDO PRODUTOS QUÍMICOS” - CEPIS/OPAS, 2000a. Disponível em: <<http://www.cepis.ops-oms.org/tutorial1/p/estuanal/index.html>>. Acesso em: 20 out. 2002.

_____. **Legislação e Filosofia da Atuação dos Órgãos Governamentais quanto à Segurança e Minimização dos Riscos e Danos Ambientais.** In: SEMINÁRIO DE ANÁLISE DE RISCO DE PROCESSOS INDUSTRIAIS,1., São Paulo,1991. **Anais.** São Paulo: ABIQUIM, 1991. p.17-19.

_____. **Planos de Emergência.** _____. CEPIS/OPAS, 2000c. Disponível em: <<http://www.cepis.ops-oms.org/tutorial1/p/planresp/index.html>>. Acesso em: 20 out. 2002.

SILVA, P. P. L. **Dicionário Brasileiro de Ciências Ambientais.** Rio de Janeiro: Thex Editora, 1999.

SOUZA, E. A. **O Treinamento Industrial e a Gerência de Riscos : uma proposta de instrução programada.** 1995. Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1995. Disponível em: <http://www.eps.ufsc.br/disserta/evandro/capit_2/cap2_eva.htm>. Acesso em: 20 out. 2002.

TAYLOR, J. R. **Risks Analysis for Process Plants, Pipelines and Transport.** 1.ed. London: E & F.N. Spon, 1994

TAUK-TORNISIELO, S. M.; GOBBI, N.; FORESTI, C.; LIMA S. T. **Análise Ambiental - Estratégias e Ações.** São Paulo: Fundação Salim Farah Maluf, 1995.

VENTURA, V. J. **Legislação Federal sobre o Meio Ambiente.** 1. ed. São Paulo: Editora Vana Ltda., 1992.

WELLS, G. L. **Hazard Identification and Risk Assessment.** UK:[s.n.], 1996.

_____. **Safety in Process Plant Design.** New York: [s.n.], 1980.

WEYNE, G. R. S. **Análise e Discussão das Causas e Conseqüências dos grandes Desastres da Indústria Química e Ensinaamentos Resultantes.** In: SEMINÁRIO DE SEGURANÇA INDUSTRIAL DO INSTITUTO BRASILEIRO DE PETRÓLEO, 6. Curitiba, 1988. **Anais.** [S.l.]: [s.n.], 1988. p.283-303.

(*) Documento interno acessível mediante autorização da empresa.