

RISCO INDUSTRIAL: CRITÉRIO DE ACEITABILIDADE CONSIDERANDO A TAXA DE MORTALIDADE POR CAUSAS EXTERNAS DO ESTADO DE SÃO PAULO

ELIZABETH NUNES ALVES PASSOS

**Dissertação de mestrado
apresentada ao Departamento de
Saúde Ambiental da Faculdade de
Saúde Pública da Universidade de
São Paulo para obtenção do Grau
de Mestre.**

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO:
Saúde Ambiental**

ORIENTADOR: Prof. Dr. Carlos Celso do Amaral e Silva

**São Paulo
2002**

**Dedico este trabalho às minhas filhas
Desiree, 7 anos, e Isabelle, 5 anos, para que
elas possam adquirir fortes convicções
éticas, morais, responsabilidade e respeito
ao meio ambiente, considerando sempre que
nós fazemos parte dele.**

AGRADECIMENTOS

Os meus sinceros agradecimento ao meu orientador Prof. Dr. CARLOS CELSO DO AMARAL E SILVA pelo incentivo constante na realização deste trabalho acadêmico.

Aos meus pais, Gumerçindo e Thereza, que com diálogo e dedicação, sempre me estimularam e me ajudaram a estudar e a crescer na vida.

Ao Sidney, antes de tudo um amigo, que cuidou de nossas filhas enquanto eu me dedicava aos estudos.

À Carla e ao Caio, amigos e colegas de profissão, que contribuíram sobremaneira para a elaboração deste trabalho.

Ao funcionários do setor de análise de riscos da CETESB, em especial ao José Carlos de Moura Xavier, que me auxiliou imensamente fornecendo muitas literaturas.

RESUMO

Passos, ENA. **Risco industrial: critério de aceitabilidade considerando a taxa de mortalidade por causas externas do Estado de São Paulo**. São Paulo; 2002 [Dissertação de Mestrado - Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo].

O objetivo deste estudo é analisar os conceitos e critérios de aceitabilidade de riscos industriais, e definir premissas que considerem indicadores do Estado de São Paulo e que possam ser aplicadas na análise crítica do valor do risco industrial "tolerável", medido como risco individual e social, proposto pela CETESB.

São descritos os conceitos de riscos, as formas de se medir os riscos da indústria, a evolução dos critérios de aceitabilidade desde a década de 60 até os dias de hoje e alguns conceitos que têm sido aplicados no momento do julgamento da aceitabilidade dos riscos. A busca pelos critérios de aceitabilidade foi realizada considerando as variáveis quantitativas de probabilidade e de conseqüência dos acidentes industriais.

Partiu-se da premissa básica de que 'os riscos da indústria não devem ser significativos se comparados com os riscos do cotidiano do indivíduo', chegando-se a proposição das seguintes considerações: 'o risco industrial deve ser no máximo 1% da taxa total de mortalidade por causas externas do Estado de São Paulo' e a 'freqüência do risco social, para 10 ou mais óbitos, deve ser 10 vezes o risco individual máximo tolerável'.

Conclui-se que os riscos industriais máximos toleráveis propostos pela CETESB, sob o ponto de vista tecnológico, mostraram ser **satisfatórios** e **compatíveis** com as premissas aplicadas. Porém, sob o ponto de vista social, o critério da CETESB levou a uma taxa de mortalidade superior à realidade do Estado, propondo-se um ajuste em seu critério de aceitabilidade de riscos.

Summary

Passos, ENA. **Industrial Risk: acceptability criteria considering the injury rate by external causes at São Paulo State**. São Paulo; 2002 [Master Dissertation - Public Health School - São Paulo University].

The purpose of this dissertation is to analyze conceptions e acceptability criteria of industrial risks, and define considerations that use São Paulo Stated indicators and may be apply for analysis the tolerable risks proposed by CETESB.

There were describe conceptions, the measures types of industrial risks and the evolution of acceptability criteria since 60s to recent developments. The research for criteria was made by quantitative risk analysis of probability and consequences of industrial accidents.

Using the basic premise that 'the industrial risk to a member of the public should not be significant when compared with other risks to which a person is exposed in everyday life', reaching of the following considerations: 'the industrial risks should be 1% at least of mortality rate by external causes in São Paulo Stated' and the frequency of social risk, at 10 or more fatality, must be 10 times the maximum tolerability individual risk'.

As a conclusion, that tolerability industrial risks proposed by CETESB, as a technical view, showed be **satisfactory** and **compatible** with the apply premises. But, as a social view, the CETESB criteria gave a mortality rate higher than the reality in the Stated, proposing an adjusting in their acceptability criteria.

LISTA DE ABREVIATURAS UTILIZADAS

ABIQUIM - Associação Brasileira da Indústria Química, Brasil.

ACDS - *Advisory Committee on Dangerous Substances*, Reino Unido.

ACMH - *Advisory Committee on Major Hazards*, Reino Unido.

AICHE - *American Institute of Chemical Engineers*, Estados Unidos.

CETESB - Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental, São Paulo.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente.

CONSEMA - Conselho Estadual do Meio Ambiente.

DEPRN – Departamento Estadual de Proteção dos Recursos Naturais.

EAR – Estudo de Análise de Riscos.

EIA – Estudo de Impacto Ambiental.

EMPLASA – Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo S.A.

GLP – Gás Liquefeito de Petróleo.

GNL – Gás Natural Liquefeito.

HSE - *Health & Safety Executive*, Reino Unido.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Brasil.

ICHE - *Institute of Chemical Engineers*, Reino Unido.

PGR – Plano de Gerenciamento de Riscos.

PRO-AIM - Programa de Aprimoramento das Informações de Mortalidade no Município de São Paulo, Brasil.

PRODAM - Companhia de Processamento de Dados do Município de São Paulo.

SEADE - Sistema Estadual de Análise de Dados, Brasil.

SFMS - Serviço Funerário do Município de São Paulo

SMA - Secretaria do Meio Ambiente.

TNO – *The Netherlands Organization of Applied Scientific Research*, Holanda.

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	Acidentes Industriais: o Despertar da Consciência.....	2
1.2	A Sistemática de Licenciamento Ambiental no Estado de São Paulo .	8
1.3	Os Estudos de Análise de Riscos no Licenciamento Ambiental.....	11
2.	OBJETIVOS.....	14
2.1	Objetivo Geral.....	14
2.2	Objetivo Específico.....	14
3.	METODOLOGIA.....	15
3.1	Metodologia Aplicada.....	15
3.2	Fonte de Dados Utilizadas.....	18
3.2.1	Fundação SEADE.....	18
3.2.2	PRO-AIM.....	20
3.2.3	IBGE.....	22
3.2.4	Nações Unidas.....	25
4.	CONCEITOS E CRITÉRIOS DE ACEITABILIDADE.....	27
4.1	As Definições de Risco.....	27
4.2	Medidas de Risco Industrial.....	29
4.2.1	Índices de Risco.....	30
4.2.2	Risco Individual.....	31
4.2.3	Risco Social.....	32
4.2.4	Representação do Risco Individual e Social.....	34
4.2.5	Ponto Âncora do Risco Social.....	38
4.3	Relação entre o Risco Individual e o Risco Social.....	38
4.4	Evolução dos Critérios de Aceitabilidade dos Riscos Industriais.....	39
4.5	As Questões sobre a Aceitabilidade dos Riscos.....	44
5	PREMISSAS PARA A AVALIAÇÃO DO CRITÉRIO DE ACEITABILIDADE DOS RISCOS.....	48
6	AS TAXAS DE MORTALIDADE POR CAUSAS EXTERNAS.....	51
6.1	O Perfil da Mortalidade por Causas Externas.....	51
6.2	Taxa de Mortalidade No Estado de São Paulo.....	51

6.3	Taxa de Mortalidade No Município de São Paulo.....	55
6.4	Taxas de Mortalidade do Brasil.....	61
6.5	Taxas de Mortalidade de Outros Países.....	63
6.5	Conclusão das Taxas de Mortalidade.....	65
7	OS RISCOS PROPOSTOS PELA CETESB.....	67
7.1	Como os Riscos Devem ser Apresentados.....	67
7.2	Os Riscos Toleráveis Propostos pela CETESB.....	69
7.3	Análise Crítica dos Riscos Propostos pela CETESB.....	72
8	CONCLUSÕES.....	73
9	BIBLIOGRAFIA.....	74
9.1	Referências Bibliográficas.....	74
9.2	Bibliografia complementar.....	79
	ANEXO A - EXEMPLO DE CÁLCULO DOS RISCOS INDIVIDUAL E SOCIAL	81
	ANEXO B - TAXAS DE MORTALIDADE POR CAUSAS EXTERNAS DE OUTROS PAÍSES.....	87

1 INTRODUÇÃO

Para a aprovação ambiental de um empreendimento industrial ou atividade classificada como perigosa e a conseqüente emissão da licença emitida pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB, órgão estadual, o empreendedor deve apresentar um "Estudo de Análise de Riscos - EAR" com as estimativas dos valores dos riscos impostos pela instalação perigosa. Estes valores, específicos para o empreendimento em questão, são comparados com os valores máximos toleráveis estabelecidos pela CETESB em seu manual e servem na tomada da decisão de permitir ou não a instalação analisada.

Os riscos de acidentes industriais que podem causar danos à saúde da população circunvizinha ao empreendimento, são estimados através de cálculos da freqüência de ocorrência do acidente e da conseqüência dos eventos acidentais. Os riscos obtidos nos cálculos são comparados com valores considerados toleráveis e apresentados no EAR sob a forma de risco social e risco individual.

Como a densidade populacional é um fator chave na determinação do risco, países com alto nível de industrialização, como por exemplo, a Inglaterra, a Holanda e Hong Kong desenvolveram critérios para a aceitabilidade do risco de suas instalações e atividades industriais.

A realidade de cada país é certamente única e deve ser considerada no momento da aceitabilidade do risco industrial imposto à comunidade. Porém, a simples adoção de critérios de aceitabilidade de outros países não nos dá a garantia de que não estamos submetendo um indivíduo da comunidade a uma somatória de riscos intolerável, tendo em vista os riscos do cotidiano já presentes naquele local.

A análise comparativa de riscos requer o estabelecimento de limites a serem utilizados como referências que permitam comparar situações muitas vezes diferenciadas (CETESB, 2001). O estabelecimento destes limites

envolve a discussão da tolerabilidade dos riscos, a qual depende de um julgamento por vezes subjetivo e pessoal, envolvendo temas complexos, como por exemplo, a percepção dos riscos, que varia de indivíduo para indivíduo. Apesar destas dificuldades, a definição de critérios de tolerabilidade de riscos é importante na medida em que há a necessidade de se avaliar os empreendimentos industriais que possuem potencial para causar danos à saúde da população.

1.1 Acidentes Industriais: o Despertar da Consciência

Com a evolução tecnológica, no início dos anos 60, e o aumento significativo da população mundial, as indústrias foram forçadas a se adequar às novas necessidades de consumo, o que se deu primeiramente através da ampliação da capacidade de produção e a busca posterior por melhorias no processo e qualidade de seus produtos. As indústrias passaram a consumir mais energia, armazenar e movimentar mais substâncias químicas, aumentando consideravelmente suas operações e inventários.

Originalmente, as técnicas de análise de riscos eram aplicadas na indústria unicamente para evitar a indisponibilidade da planta química, pois o importante na época era **“não parar a produção”** para se fazer troca ou manutenção de equipamentos.

Durante a década de 70, grandes progressos foram feitos nas técnicas de análise de riscos, já mais voltadas para a prevenção de acidentes de grandes proporções, as quais eram aplicadas tanto na indústria nuclear quanto na indústria de processos químicos. Alguns acidentes marcaram esta década e induziram as autoridades a uma reflexão sobre a segurança dos empregados das indústrias e das pessoas da sociedade que viviam próximas às instalações potencialmente perigosas. A explosão com ciclohexano em Flixborough no Reino Unido, em 1974, com 24 mortos, e a

explosão com triclorofenol em Seveso na Itália, em 1976, com mais de 400 mortos, são exemplos destes casos. Mas foram os grandes acidentes industriais que despertaram a atenção dos órgãos ambientais, das indústrias e da sociedade, para a necessidade da prevenção de acidentes e do gerenciamento da segurança das pessoas e da qualidade do meio ambiente.

Conforme apresentado no Quadro 1, há registros de acidentes com mais de 50 mortes desde 1917, que ocorreram na indústria de processo químico e no transporte de produtos perigosos. Alguns destes chamaram a atenção pelos danos causados às pessoas. Pode-se citar por exemplo, o acidente ocorrido em Bhopal na Índia, em 1984, com o vazamento tóxico de metil-isocianato e consequente morte de 3.000 pessoas, o do México, no mesmo ano, com 650 óbitos devido a explosão com Gás Liquefeito de Petróleo e o terrível vazamento de material radioativo da Usina de Chernobyl na Ucrânia em 1986 que, segundo comunicado oficial do governo deste país, teria causado mais de 7.000 mortes. Até mesmo o Brasil foi marcado no ano de 1984 pela tragédia ocorrida na Vila Socó em Cubatão - SP, devido ao vazamento de um oleoduto, causando a morte de aproximadamente 500 pessoas.

As técnicas de análise de riscos passaram então a ser utilizadas pelos órgãos ambientais internacionais como ferramentas essenciais no julgamento da segurança e permissão para a instalação e funcionamento da indústria. No Reino Unido, as solicitações para a instalação de unidades industriais potencialmente perigosas foram objeto de vários inquéritos públicos, onde as autoridades ouviam as partes interessadas, considerando os argumentos técnicos do empreendedor sobre a probabilidade de falhas em suas instalações, e julgavam a severidade dos danos provocados por potenciais vazamentos das substâncias perigosas.

Quadro 1 - Grandes acidentes na indústria e no transporte de produtos perigosos, com mais de 50 mortes registradas. Período de 1917 até 1979.

Data	Local	Tipo de indústria/ transporte	Produto químico	Evento acidental	Número de óbitos
06/12/1917	Halifax, Nova Escócia	Navio	Munições	Explosão	1.963
19/01/1917	Silverton, Reino Unido	Serviços de munição	TNT	Explosão	69
1917	Morgan, NJ	-	Nitrato de amónia	Explosão	64
1921	Oppau, Alemanha	Serviços químicos	Nitrato de amónia	Explosão	561
1930	Lüttich, Bélgica	Planta de combustível	Fluoreto de hidrogénio	Explosão	63
1933	Neunkirchen, Alemanha	Gasómetro	Gás de cidade	Explosão	65
24/12/1939	Zarnesti, Roménia	Tanques de estocagem	Cloro	Vazamento tóxico	≈ 60
21/07/1942	Tessengerloo, Bélgica	Serviços químicos	Nitrato de amónia	Explosão	> 100
28/07/1942	Lüdwigshafen, Alemanha	Trem de carga	Butadieno	Explosão	57
14/04/1944	Bombai, Índia	Navio	Munições	Explosão	57
20/10/1944	Cleveland, Ohaio	Estocagem	GLP	Incêndio	128
27/11/1944	Fauld, Reino Unido	Estocagem de munições	Munições	Explosão	68
16/04/1947	Cidade do Texas, Texas	2 Navios	Nitrato de amónia	Explosão	552
28/07/1948	Ludwigshafen, FRG	Trem de carga	Dimetil éter	Explosão	207
07/08/1956	Cali, Colômbia	Dinamite	Munições	Explosão	≈1.200
04/08/1972	Yokkaidi, Japão	Planta química	Produto tóxico	Vazamento tóxico	76
18/07/1974	Pitesti, Roménia	Planta de etileno	Etileno	Explosão	≈100
10/07/1976	Seveso, Itália	Reator	Triclorofenol	Explosão	≈ 400
11/07/1978	San Carlos, Espanha	Caminhão-tanque	Propileno	Incêndio	216
15/07/1978	Xilatopic, México	Caminhão-tanque	Butano	Incêndio	100
08/01/1979	Bantry Bay, Eire	Caminhão-tanque	Óleo cru	Explosão	50

Fontes: Adaptado do apêndice 1: casos históricos. LEES, 1996 e complementado com BALL e FLOYD, 1998.

Quadro 2 - Grandes acidentes na indústria e no transporte de produtos perigosos, com mais de 50 mortes registradas. Período de 1980 até 1994.

Data	Local	Tipo de indústria/ transporte	Produto químico	Evento acidental	Número de óbitos
18/08/1980	Gach saran, Irã	Depósito	Nitroglicerina	Explosão	80
19/12/1982	Caracas, Venezuela	Tanque de estocagem	Derivado de petróleo	Fogo	150
03/12/1984	Bophal, Índia	Tanque de estocagem	Metil isocianato	Vazamento tóxico	3.000
24/02/1984	Cubatão, Brasil	Oleoduto	Petróleo	Incêndio	500
19/11/1984	Cidade do México	Terminal	GLP	Explosão	≈650
28/04/1986	Chernobil, Ucrânia	Usina nuclear	Material radioativo	Explosão	7.000 ¹
04/06/1988	Arzamas, USSR	Estação de trem	Explosivos	Explosão	73
06/07/1988	Mar do Norte, Reino Unido	Plataforma Piper Alpha	gás	Explosão	167
03/06/1989	Ufa, USSR	Gasoduto	GNL	Explosão atingiu 2 trens de passageiros	645
24/09/1990	Bangkok, Tailândia	Caminhão-tanque	GLP	Incêndio	68
02/11/1994	Dronka, Egito	Estocagem de combustível	Diesel de aviação	Fogo	≈ 410

Fontes: Adaptado do apêndice 1: casos históricos. LEES, 1996 e complementado com BALL e FLOYD, 1998.

¹ Segundo a Conferência Internacional "Uma década após Chernobyl" organizada em Viena, Áustria, pela União Européia, Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) e Organização Mundial de Saúde (OMS), o total oficial de mortes ocorridas até 3 meses após o acidente, é de 31 pessoas. No período de dez anos, mais 14 pessoas morreram por motivos variados e 134 casos de síndrome aguda de radiação foram confirmados. Há outros 237 casos suspeitos e cerca de 800 casos de câncer de tireóide registrados. O governo ucraniano, no entanto, comunicou oficialmente em abril de 1992, que o número de mortes devido à radiação, situava-se entre 7 mil e 10 mil pessoas. Três anos depois, em abril de 1995, o Ministério da Saúde ucraniano informava que mais de 125 mil pessoas haviam morrido entre 1988 e 1994, vítimas da radiação.

Foto 1 - Cidade do México após a explosão com GLP ocorrida em 19 de novembro de 1984.



Fonte: Lees, 1996.

Os relatórios elaborados pela *Health & Safety Executive* - HSE do Reino Unido, inicialmente em 1978 e uma segunda revisão em 1981, sobre a Ilha de Canvey no Reino Unido, marcaram a utilização das técnicas de análise de riscos como instrumentos de licenciamento. O estudo original tinha o propósito de obter a permissão para a construção de uma nova refinaria na Ilha. Duas companhias de petróleo, a *Occidental Refineries Ltd* e a *United Refineries Ltd*, já haviam conseguido outorga para a instalação de suas refinarias. A construção da *Occidental* teve início em 1972, mas foi embargada em 1973 por falta de informações sobre os riscos já existentes na ilha devido a presença de outras companhias de gás e petróleo instaladas no local e a representatividade destes riscos para a comunidade de *Canvey*.

Outro inquérito público que marcou a história sobre a aceitabilidade dos riscos industriais, foi a solicitação para a instalação da usina nuclear *Sizewell B* no Reino Unido, que teve início em janeiro de 1983 e terminou em fevereiro 1985 (LEES, 1996). Apesar da segurança ter sido a grande

questão neste inquérito, havia uma falta de definição sobre o que seria um "risco aceitável".

Na Holanda o relatório de análise de riscos do complexo industrial de Rijnmond² (CREMER AND WARNER; 1982), uma área localizada entre Rotterdam e o Mar do Norte, com 1 milhão de pessoas e várias indústrias químicas e petroquímicas, avaliou a metodologia para a análise dos riscos industriais e calculou os riscos para os empregados das empresas e para as pessoas da comunidade.

Os estudos de análise de riscos não tem sido utilizados apenas nos processos de licenciamento ambiental, mas também nas políticas de planejamento e uso do solo das regiões circunvizinhas às instalações consideradas perigosas. Em 1989, a HSE definiu critérios de riscos aceitáveis para as instalações industriais que apresentassem a possibilidade de grandes incêndios, explosões e vazamentos tóxicos, com o objetivo de planejar o uso do solo de novos empreendimentos nas proximidades. Assim como o Reino Unido, outros países como Hong Kong e Holanda, têm definido critérios de riscos toleráveis com este mesmo propósito.

No Brasil, a Política Nacional do Meio Ambiente, estabelecida pela Lei Federal 6.938 de 31/08/81, definiu a avaliação de impacto ambiental como um instrumento para o licenciamento de instalações e atividades potencialmente causadoras de significativa degradação do meio ambiente. A Resolução CONAMA 01/1986 definiu as atividades sujeitas a apresentação de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA). Em 1988, a Constituição Brasileira, incumbiu ao Poder Público de exigir estudo prévio de impacto ambiental no sentido de assegurar a efetividade do *"..direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida.."*

² Este relatório também é conhecido por "Estudo de COVO", que leva o nome da comissão que representou os empregados, autoridades públicas de Rijnmond e as indústrias.

O Decreto Federal nº 99.274 de 06/06/90, regulamentou a Lei Federal 6.938 e estabeleceu as Licenças Prévia, de Instalação e Operação nas etapas de licenciamento (Ministério do Meio Ambiente, 2002).

O artigo 60 da Lei Federal 9605 de 13/02/1998, reforçou a importância do licenciamento ambiental, constituindo em **crime ambiental** “..construir, reformar, ampliar, instalar ou fazer funcionar, em qualquer parte do território nacional, estabelecimentos, obras ou serviços potencialmente poluidores, sem licença ou autorização dos órgãos ambientais competentes, ou contrariando as normas legais e regularmente pertinentes...”

1.2 A Sistemática de Licenciamento Ambiental no Estado de São Paulo

A CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, órgão vinculado à Secretaria de Estado do Meio Ambiente - SMA, tem como atribuição principal a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente no Estado de São Paulo com base na Lei Estadual 997/1976 e seu Regulamento aprovado pelo Decreto Estadual 8468/1976. No exercício dessas atribuições, a CETESB atua nas fontes de poluição de duas maneiras distintas: *corretivamente* e *preventivamente*. Corretivamente, nos estabelecimentos industriais existentes anteriormente à data da publicação do Decreto Estadual 8468, e preventivamente, através do licenciamento ambiental, que é um dos instrumentos criados para a execução dos objetivos da Política Nacional do Meio Ambiente, e que visa harmonizar o desenvolvimento econômico e social com a proteção do meio ambiente, promovendo o uso racional dos recursos ambientais.

Na ocasião da promulgação da legislação sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, o Estado de São Paulo contava com três órgãos de governo que desenvolviam atividades de licenciamento: a CETESB, o DEPRN e a EMPLASA. Tartalia e Silva (2001) cita que foi criado em 1983, o Conselho

Estadual do Meio Ambiente – CONSEMA, com a finalidade de deliberar sobre as questões ambientais do Estado. Em 1986, foi criada a Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, com a atribuição de apreciar relatórios de impacto ambiental, entre outras, e em 1989, o Decreto Estadual 30.355/1989 atribuiu à SMA a avaliação de impacto ambiental e o licenciamento ambiental.

A sistemática de licenciamento inicialmente previa apenas dois tipos de licença: a de Instalação e a de Funcionamento. Após 1997, com a Lei Estadual 9509/1997, o processo de licenciamento das atividades consideradas como “fontes de poluição” sujeitas a licenciamento, sofreu duas alterações básicas:

- (1) A adoção de três tipos de licenças: a Prévia - LP, de Instalação - LI e de Operação - LO.
- (2) As licenças passaram a ser renováveis, não mais em caráter definitivo, como disposto na Lei Estadual 997/76 e seu Regulamento.

A Licença Prévia (LP), concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade, aprova sua localização e concepção, atesta a viabilidade ambiental e estabelece os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação;

A Licença de Instalação (LI), dá a autorização para que a atividade ou empreendimento seja instalado em um determinado local, desde que atenda às disposições legais. Para emissão da LI, a CETESB considera em sua análise fatores como: critérios ambientais, características do local, diretrizes municipais e estaduais de uso e ocupação do solo. A Licença de Instalação pode ser expedida com ou sem exigências técnicas que devem ser cumpridas por ocasião do início de operação da empresa.

A Licença de Funcionamento é o documento que autoriza o início das atividades que deve previamente ter recebido a Licença de Instalação.

Quando a comprovação do atendimento às exigências técnicas requer a verificação do sistema de controle adotado, pode ser expedida uma Licença de Funcionamento a título precário.

As atividades sujeitas ao processo de licenciamento ambiental estão listadas no Quadro 3. Conforme o decreto 8468/1976, as atividades industriais possuem Códigos 00:00:00-0 a 30:00:00-1 da classificação de indústrias do IBGE.

Quadro 3 - Relação das atividades consideradas como fontes de poluição sujeitas a sistemática de licenciamento ambiental no Estado de São Paulo.

Atividade
Atividades industriais relacionadas nos Códigos 00:00:00-0 a 30:00:00-1 inclusive, da classificação de indústrias do IBGE ³
Atividades de extração e tratamento de minerais
Operação de jateamento de superfícies metálicas ou não-metálicas, excluídos os serviços de jateamento de prédios ou similares;
Sistemas públicos de tratamento ou de disposição final de resíduos ou materiais sólidos, líquidos ou gasosos;
Usinas de concreto e concreto asfáltico, instaladas transitoriamente, para efeito de construção civil, pavimentação e construção de estradas e de obras de arte;
Lavanderias, tinturarias, hotéis e motéis que queimem combustível sólido ou líquido;
Atividades que utilizem incinerador ou outro dispositivo para queima de lixo e materiais, ou resíduos sólidos, líquidos ou gasosos;
Serviços de coleta, transporte e disposição final de lodos ou materiais retidos em unidades de tratamento de água, esgotos ou de resíduo líquido industrial;
Hospitais, sanatórios e maternidades;
Todo e qualquer loteamento ou desmembramento de imóveis, independentemente do fim a que se destina;
Depósito ou comércio atacadista de produtos químicos e inflamáveis.

Fonte: Site da CETESB, 2001.

³ Exceção aos seguintes empreendimentos, os quais estão dispensados de licenciamento: fabricação de artefatos de passamanaria, tecidos, fitas, filós, rendas e bordados (código 24:40:00-8); confecção de roupas e agasalhos (código 25:10:00-6); fabricação de gravatas (código 25:41:10:-6), fabricação de lenços para todos os usos (código 25:41:20-3) confecção de artefatos diversos de tecidos – exclusive os produzidos nas fiações e tecelagem (código 25:50:00-8); fabricação de produtos de padaria, confeitaria e pastelaria (código 26:70:00-3).

A Secretaria do Meio Ambiente estabelece a seguinte sistemática de licenciamento:

- Avaliação do impacto ambiental por meio da solicitação de EIA/RIMA ou Relatório Ambiental Preliminar – RAP;
- Encaminhamento do Parecer Técnico Favorável para o CONSEMA para a deliberação da emissão da Licença Prévia;
- Expedição das Licenças de Instalação e de Funcionamento (e não Licença de Operação como prevê a legislação federal). O licenciamento ambiental das atividades industriais são de responsabilidade da CETESB.

1.3 Os Estudos de Análise de Riscos no Licenciamento Ambiental

Como parte da sistemática do licenciamento no Estado de São Paulo, o empreendedor de uma instalação que opere com substâncias inflamáveis ou tóxicas, deve apresentar à CETESB em conjunto com a solicitação da Licença de Instalação, um Estudo de Análise de Riscos - EAR.

Os EAR, como instrumentos para o licenciamento ambiental, devem ser elaborados conforme o termo de referência definido pela CETESB em seu “Manual de Orientação para Elaboração de Estudos de Análise de Riscos” (2001), o qual determina o uso de técnicas, procedimentos e metodologias para a análise dos riscos, tais como, elaboração de Arvore de Eventos e de Falhas, Análise Preliminar de Perigos (APP) e Análise de Perigos e Operabilidade (HAZOP), além de definir os critérios que devem ser considerados nos cálculos das estimativas dos efeitos físicos, vulnerabilidade e riscos.

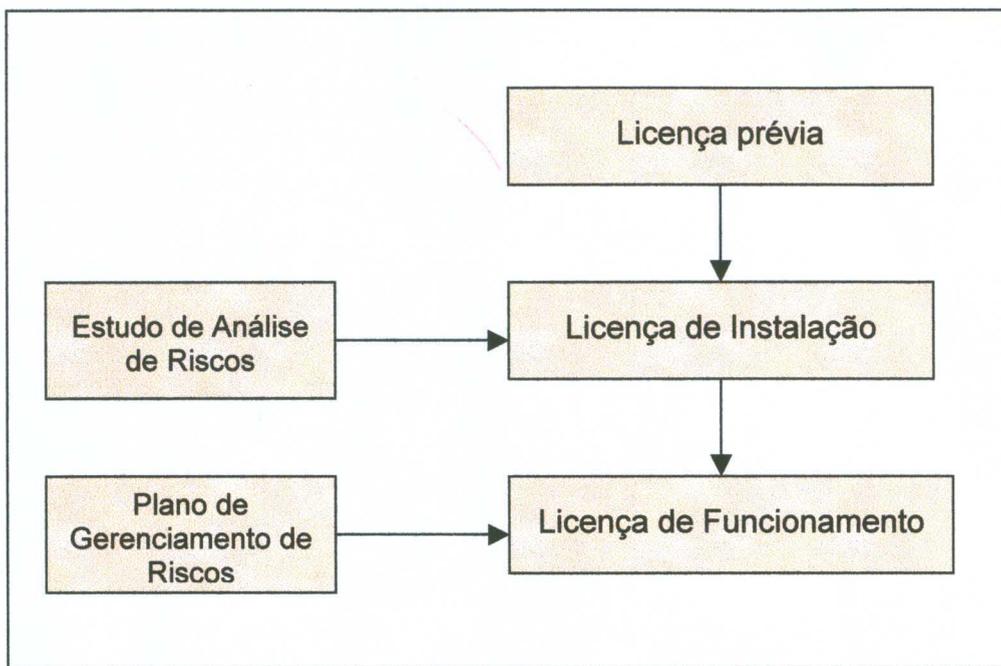
O empreendimento é aprovado somente se forem atendidos os critérios de risco tolerável apresentados no Manual da CETESB, os quais, conforme a própria CETESB, foram estabelecidos a partir de um amplo levantamento de critérios internacionais atualmente vigentes no Reino Unido, Holanda, Hong Kong, Austrália, Estados Unidos e Suíça, propondo-se os níveis toleráveis para os riscos social e individual.

De acordo com a visão da CETESB, 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. Assim, nos estudos de análise de riscos submetidos à CETESB, cujos cenários acidentais extrapolem os limites do empreendimento e possam afetar pessoas, os riscos deverão ser estimados e apresentados nas formas de Risco Social e Risco Individual.

As recomendações e medidas resultantes do EAR devem ser consideradas como partes integrantes do Plano de Gerenciamento de Riscos – PGR, o qual é solicitado para a emissão da Licença de Funcionamento. Entretanto, conforme citado pela própria CETESB, independentemente da adoção das medidas do EAR, uma instalação que possua substâncias ou processos perigosos deve ser operada e mantida, ao longo de sua vida útil, dentro de padrões considerados toleráveis.

Esquemáticamente, o EAR e o PGR são solicitados nas etapas do licenciamento ambiental conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Inserção do Estudo de Análise de Riscos e Plano de Gerenciamento de Riscos dentro do processo de licenciamento ambiental.



2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Estudar as diversas definições de risco e as formas de medição dos riscos industriais, além de analisar a evolução e os critérios de aceitabilidade dos riscos através da pesquisa na literatura.

2.2 Objetivo Específico

O objetivo específico deste estudo é analisar criticamente o valor do risco industrial “tolerável”, medido como risco individual e social, proposto pela CETESB, através da aplicação de um critério de aceitabilidade de riscos que considere indicadores do Estado de São Paulo.

3. METODOLOGIA

3.1 Metodologia Aplicada

Em termos gerais, a metodologia aplicada neste estudo consistiu na pesquisa bibliográfica da literatura disponível sobre o assunto, de entrevistas com especialistas e de consultas sobre mortalidade nos bancos de dados de instituições. Todo o material coletado foi analisado e interpretado à luz do tema focado neste trabalho: a aceitabilidade dos riscos industriais.

A busca por critérios de aceitabilidade foi realizada dentro de uma visão objetiva do risco, considerando, na medida do possível, as variáveis quantitativas de probabilidade e de consequência, tendo em vista os 'acidentes de grandes proporções' que possam ocorrer em instalações industriais perigosas e que possam atingir pessoas da comunidade localizadas na circunvizinhança do empreendimento. Os riscos, aos funcionários das empresas não foram considerados.

Foi considerada no levantamento bibliográfico, a produção dos centros de pesquisa e instituições ligadas à área de segurança industrial em todo o mundo, destacando-se: a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), a *Health & Safety Executive* (HSE) do Reino Unido, a *The Netherlands Organization of Applied Scientific Research* (TNO) da Holanda, o *American Institute of Chemical Engineers* (AIChE) dos Estados Unidos e o *Institute of Chemical Engineers* (IChE) do Reino Unido.

As análises críticas de estudos e relatórios apresentados no *Loss prevention in the process industries* (LEES, 1996) auxiliaram na elaboração deste estudo. Dentre as análises, as principais foram: os relatórios da Ilha de Canvey (HSE, 1978 e 1981), o relatório de Rijnmond (CREMER and WARNER, 1982), o *Risk: analysis, perception and management* (THE ROYAL SOCIETY, 1992).

O relatório preparado para a HSE por Ball e Floyd (1998) sobre os riscos sociais, forneceu muitas informações sobre a evolução dos critérios de aceitabilidade de riscos.

Na literatura nacional foram encontrados poucos trabalhos que abordassem os critérios de aceitabilidade de riscos, apenas discussões sobre o conceito do que é risco.

Foram pesquisados nos órgãos ambientais estaduais do Rio de Janeiro, FEEMA – Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente, e do Rio Grande do Sul, FEPAM - Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler, para a verificação da aplicação de critérios de riscos toleráveis no processo de licenciamento de outros estados, além do Estado de São Paulo.

Os valores de riscos toleráveis citados no Termo para Elaboração de Estudos de Análise de Riscos (CETESB, 2001) foram utilizados como referência para o Estado de São Paulo.

O interesse pelo tema surgiu da experiência profissional adquirida na elaboração de "Estudos de Análise de Riscos" de instalações industriais em empresas de consultoria especializadas no assunto, permitindo conhecer e acompanhar as dificuldades encontradas pelos consultores e técnicos dos órgãos ambientais no momento do julgamento da aceitabilidade dos riscos calculados nos estudos.

Também contribuiu para a escolha do tema, as apresentações feitas por especialistas nacionais e internacionais durante o "Workshop Internacional sobre Critérios de Aceitabilidade de Riscos" promovido pela CETESB e ABIQUIM - Associação Brasileira das Indústrias Químicas, em junho de 2000, no prédio da FIESP, na cidade de São Paulo.

Naquela ocasião, os especialistas apresentaram metodologias e critérios de aceitabilidade dos riscos industriais utilizados em diversos países, tais como, Inglaterra, Holanda, Dinamarca e China (Hong Kong). A

CETESB encerrou o evento propondo o desenvolvimento de um critério de aceitabilidade de riscos na indústria para o Estado de São Paulo, levando em conta as evidências dos debates. Entre os itens propostos, estava o estudo e a pesquisa sobre a questão pelas universidades, com incentivo de bolsa patrocinada pela ABIQUIM.

Entre os diversos critérios de aceitabilidade de riscos, o da Holanda, apresentado pelo Dr. Ben J. M. Ale, chamou a atenção pela forma como havia sido concebido, pois considerava os riscos do cotidiano do país.

A questão fundamental considerada neste estudo é: "O que é risco aceitável? Qual é o incremento de risco que uma indústria proporciona a um indivíduo da comunidade? Este incremento proporcionado, face aos riscos aos quais este indivíduo está exposto em seu dia a dia, é aceitável?".

A abordagem do tema, teve início com a análise das definições de risco, os tipos de riscos industriais e a evolução de diversos critérios de aceitabilidade. As informações apresentadas no Capítulo 4, foram obtidas através de consultas às bibliotecas da Faculdade de Saúde Pública/USP e da CETESB, de pesquisas na Internet, da utilização de material bibliográfico próprio adquirido para o desenvolvimento de estudos profissionais, de entrevistas com funcionários da CETESB e de contatos, por correio eletrônico, com o Dr. Ben J. M. Ale, que auxiliou enviando seus artigos e respondendo questões sobre o critério de aceitabilidade de riscos industriais aplicado na Holanda.

Foi necessária neste estudo, a coleta de material apropriado que foi utilizado na formulação do critério de risco. O material consistiu do número de óbitos devido a causas externas e a população do Estado de São Paulo, os quais foram levantados junto à Fundação SEADE e IBGE, respectivamente. Foi coletado na Fundação SEADE e PRO-AIM o mesmo material para o Município de São Paulo, o que possibilitou um estudo de caso.

No capítulo 5 são apresentadas as justificativas para a escolha do critério de aceitabilidade mais adequado para a análise dos valores de riscos toleráveis propostos pela CETESB, partindo-se da premissa básica de que o *"risco imposto pela indústria aos indivíduos da comunidade, não deve ser significativo se comparado com os riscos do cotidiano"*.

No capítulo 6 são apresentadas as taxas de mortalidade devido a causas externas no Estado e Município de São Paulo, de outros estados brasileiros e de outros países. As taxas de outros estados e de outros países foram comparadas com as taxas de São Paulo.

No capítulo 7 são descritos como os riscos individual e social devem ser apresentados nos Estudos de Análise de Riscos e os limites toleráveis para os mesmos. Neste capítulo também é feita a análise crítica do critério de aceitabilidade dos riscos industriais propostos pela CETESB.

Por fim, são descritas as principais conclusões e recomendações deste estudo.

3.2 Fonte de Dados Utilizadas

3.2.1 Fundação SEADE

Os dados referentes à mortalidade devido às causas externas no Estado de São Paulo foram obtidos junto à "Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados - SEADE", precisamente nos anuários estatísticos e no site da Fundação, os quais contém informações sócio-econômicas sobre o Estado de São Paulo e seus municípios.

A Fundação SEADE, órgão da Secretaria de Economia e Planejamento do Governo do Estado de São Paulo, descende da 'Repartição de Estatística e Arquivo do Estado' criada em março de 1892. Em outubro de 1938, converteu-se no Departamento Estadual de Estatística

- D.E.E., e em dezembro de 1950, ressurgiu com a denominação de 'Estatística do Estado de São Paulo - DEESP'. Em 19 de janeiro de 1979, a "Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados - SEADE" teve seus estatutos aprovados através do Decreto 13.161. A Fundação, não apenas organizou o maior acervo de informações sócio-econômicas e demográficas sobre o Estado de São Paulo, como sobretudo capacitou-se na função de um núcleo de produção, tratamento, análise e disseminação de tais informações.

O capítulo "Demografia" dos Anuários Estatísticos da Fundação SEADE apresenta os indicadores demográficos por ano, tais como natalidade e mortalidade geral e infantil, sob a forma de números absolutos e relativos, para todos os municípios paulistas.

A metodologia empregada pela Fundação SEADE consiste na utilização das Estatísticas Vitais, resultado do Projeto de Desenvolvimento das Estatísticas Demográficas (PRODEMO), produzidas pela própria Fundação a partir das informações provenientes do IBGE e dos Cartórios do Registro Civil de todos os municípios do Estado de São Paulo. A publicação das Estatísticas Vitais é feita através de boletins quadrimestrais e tem por objetivo veicular os principais indicadores demográficos regionais do Estado.

Os dados foram levantados pela internet, através da pesquisa no site da Fundação SEADE seguindo-se o seguinte caminho:

- Informações dos municípios paulistas.
- *Tema:* demografia / óbitos / óbitos por causas externas + óbitos por homicídio + óbitos por suicídio + óbitos por acidentes de transporte (1984-2000).
- *Abrangência:* Estado e Município de São Paulo
- *Anos:* de 1984 a 2000.

A diferença entre o número total de óbitos e a somatória dos óbitos por homicídio, suicídio e acidentes de trânsito, foi apresentado como "outras causas".

As taxas de mortalidade foram calculadas, dividindo-se o número de óbitos de cada tipo de causa pela população do ano de referência, as quais foram obtidas no banco de dados do IBGE.

3.2.2 PRO-AIM

O Programa de Aprimoramento das Informações de Mortalidade no Município de São Paulo (PRO-AIM) foi criado pela Prefeitura de São Paulo através do decreto 28.187 de 23/10/89, com o objetivo de fornecer as informações de mortalidade necessárias ao diagnóstico de saúde, a vigilância epidemiológica e a avaliação dos serviços de saúde na cidade de São Paulo.

O PRO-AIM é coordenado pela Secretaria Municipal de Saúde de São Paulo (SMS) e executado em conjunto com o Serviço Funerário do Município de São Paulo (SFMSP) e a Companhia de Processamento de Dados do Município de São Paulo (PRODAM). O programa conta com um Conselho Consultivo composto por representantes do Centro de Vigilância Epidemiológica da Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo (CVE/SES), da Fundação SEADE, do Departamento de Epidemiologia da Faculdade de Saúde Pública da USP, do Departamento de Medicina Social da Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, além das instituições executoras.

O Serviço Funerário, autarquia responsável pelo encaminhamento do registro e sepultamento dos óbitos ocorridos na cidade de São Paulo, permite acesso oportuno às declarações destes óbitos. O PRO-AIM realiza o processamento, a análise e a divulgação das informações de mortalidade do municipal. As declarações processadas referem-se aos óbitos de residentes e que ocorreram no município. O PRO-AIM tem acesso a uma média diária

de 200 declarações de óbitos (residentes e não residentes) ocorridos no Município de São Paulo, cerca de 24 horas após a morte. Este acesso rápido viabilizou a implementação de diversas atividades de vigilância epidemiológica e de melhoria da qualidade da informação.

A divulgação das informações é feita através de boletins trimestrais, ou através do fornecimento das bases de dados ou de tabulações especiais.

O projeto de melhoria da qualidade da informação foi ampliado em anos recentes, sendo que, atualmente, o PRO-AIM busca esclarecimentos sobre a causa básica da morte em cerca de 3000 óbitos por ano, o que inclui cerca de 500 investigações no IML Central, nas mortes por causas externas com preenchimento impreciso da declaração de óbito. Os esclarecimentos, em diversos serviços, são realizados junto aos núcleos de epidemiologia ou às diretorias clínicas, o que elevou a eficácia das buscas. O programa também se envolveu com a implantação da Classificação Internacional de Doenças 10ª revisão (CID-10) na mortalidade desde o seu início em 1996 e tem contribuído para o programa de seleção automática da causa básica da morte.

Em 1996, o PRO-AIM incorporou como rotina de seu serviço a investigação das mortes de residentes ocorridas na cidade de São Paulo, cujas Declarações de Óbito (DO) não especificam a causa externa que produziu a lesão fatal. Nestes casos, o Instituto Médico Legal (IML), não informa se a lesão é devida a homicídio, suicídio ou acidente especificado (de trânsito, queda, afogamento, outros). Até 1998, as buscas eram realizadas apenas no IML-Central, que concentrava 70% do total desses casos.

Em 1999, o Ministério da Saúde implantou uma nova versão da declaração de óbito, sem os campos para especificação dos principais tipos de acidentes ou local de ocorrência, os quais foram substituídos por um espaço para a descrição do evento. Todavia, o PRO-AIM verificou que este campo tem sido pouco preenchido, piorando a qualidade das informações de

mortalidade por causas externas. Após a implantação do novo modelo de declaração de óbito, o número de acidentes sem especificação cresceu 417% e o de eventos de intenção ignorada, 19%. Por esta razão, o PRO-AIM ampliou a investigação dessas mortes para todas as unidades do IML melhorando assim a qualidade das informações.

3.2.3 IBGE

O IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística serviu de fonte de referência para o levantamento da evolução da população no Estado e no Município de São Paulo do período de 1984 a 2000.

A metodologia para a estimativa da evolução da população residente consistiu em tomar os valores dos censos demográficos dos anos de 1991, 1996 e 2000, e estimar a população para os anos intermediários considerando a taxa média geométrica de crescimento anual do período em questão.

A população levantada nos censos e as taxas geométricas utilizadas nos cálculos estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2. A evolução da população para o Estado e o Município de São Paulo está apresentada nas Tabelas 3 e 4.

**Tabela 1. - População residente no Estado e Município de São Paulo.
Anos de 1991, 1996 e 2000.**

Ano	1991	1996	2000
Estado de São Paulo	31.588.925	34.119.110	36.969.476
Município de São Paulo	9.646.185	9.839.066	10.405.867

Fonte: IBGE, Censos de 1991, 1996 e 2000.

**Tabela 2.- Taxa de crescimento geométrico anual da população para o
Estado e Município de São Paulo segundo o período.**

Período	1981 a 1990	1991 a 1995	1996 a 2000
Estado de São Paulo	2,0 %	1,6 %	2,0 %
Município de São Paulo	1,2 %	0,4 %	1,4 %

Fonte: IBGE, taxa de crescimento geométrico anual.

Tabela 3. - Evolução da população residente no Estado e Município de São Paulo. Período de 1984 a 1992.

Ano	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Estado de São Paulo	27.423.152	27.982.809	28.553.886	29.136.619	29.731.244	30.338.004	30.957.147	31.588.925	32.094.348
Município de São Paulo	8.889.652	8.993.982	9.099.536	9.206.330	9.314.377	9.423.691	9.534.289	9.646.185	9.684.770

Tabela 4. - Evolução da população residente no Estado e Município de São Paulo. Período de 1993 a 2000.

Ano	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Estado de São Paulo	32.607.857	33.129.583	33.659.656	34.119.110	34.801.492	35.497.522	36.207.472	36.969.476
Município de São Paulo	9.723.509	9.762.403	9.801.452	9.839.066	9.977.797	10.118.484	10.261.154	10.405.867

3.2.4 Nações Unidas

Os coeficientes de mortalidade por causas externas (*death rate by injuries traumastismes*) apresentados para outros países que não o Brasil, foram levantados no anuário estatístico demográfico das Nações Unidas (UNITED NATIONS; 2000).

A lista com as taxas de mortalidade por tipo de causa externa de 63 países e respectivo ano de referência do valor apresentado, se encontra no anexo B deste estudo.

O *Demographic Yearbook* - DYB é uma ampla coleção de estatísticas demográficas internacionais, preparado pela "Divisão de Estatística do Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais" do Secretariado das Nações Unidas. Através da cooperação dos serviços estatísticos de cada país, são apresentadas para cerca de 229 países e áreas do mundo inteiro, estatísticas e indicadores de população, fertilidade, núpcias, divórcios e mortalidade.

No caso da mortalidade por causas externas, o *Demographic Yearbook* apresenta o número de óbitos e a taxa de mortalidade organizados da seguinte maneira:

- *Causas não intencionais*: acidentes de trânsito, envenenamentos, incêndios e outros.
- *Causas intencionais*: suicídio e homicídio.

Para atender o objetivo deste estudo, foram selecionadas as taxas de mortalidade para os seguintes tipos de causas:

- Acidentes de trânsito
- Suicídios

- Homicídios
- Outras causas

A taxa para 'outras causas' foi obtida por diferença entre o total e a somatória dos acidentes de trânsito, suicídios e homicídios conforme apresentado pelas Nações Unidas.

4. CONCEITOS E CRITÉRIOS DE ACEITABILIDADE

A seguir são apresentados os resultados e a discussão da pesquisa realizada sobre o tema: riscos industriais - conceitos e critérios de aceitabilidade.

4.1 As Definições de Risco

Muitas definições são empregadas para o conceito de risco, nas mais diversas áreas do conhecimento científico. A moderna Epidemiologia, devido à sua característica observacional, estrutura-se em torno do conceito básico de risco definido como:

“Risco pode ser definido como a probabilidade dos membros de uma determinada população desenvolverem uma dada doença ou um evento relacionado à saúde em um período de tempo” (FILHO e ROUQUAYROL, 1992, p.9).

Há basicamente dois conceitos que são utilizados na avaliação dos riscos industriais que permitem, em primeira instância, uma análise probabilística dos perigos mais sérios presentes na indústria, e que distinguem o risco para um indivíduo e para um grupo de pessoas, são eles: o **risco individual** e o **risco social**.

A CETESB define **risco individual** como o *“risco para uma pessoa presente na vizinhança de um perigo, considerando a natureza do dano que pode ocorrer e o período de tempo em que este pode acontecer”* e o **risco social** como sendo o *“risco para um determinado número ou agrupamento de pessoas expostas aos danos decorrentes de um ou mais cenários acidentais”* (CETESB, 2001, p. 13 e15).

O "Comitê de Prevenção de Desastres" do Centro de Pesquisas da TNO -*The Netherlands Organization of Applied Scientific Research* (TNO, 1999), dá a seguinte definição para os riscos da indústria:

"O **Risco Individual** representa a probabilidade de um indivíduo vir a morrer devido a um vazamento na indústria."

"O **Risco Social** representa a freqüência de um acidente com N ou mais mortes simultâneas."

A HSE (1989) cita a definição de risco industrial dada pelo Instituto de Engenharia Química do Reino Unido (1985):

"É a chance de um evento indesejável vir a ocorrer num específico período de tempo ou circunstância. A chance pode ser expressa como freqüência (número de vezes que um evento específico ocorre em uma unidade de tempo) ou probabilidade (chance de um evento específico ocorrer), dependendo da circunstância" (HSE, 1989, p.30).

Em todas as definições de risco, verifica-se a convergência de dois parâmetros básicos empregados: *freqüência do evento* e *dano*. A freqüência se refere à chance ou à probabilidade de um indivíduo sofrer as conseqüências de um evento. Os danos podem ser uma doença ou morte provocadas pelo evento.

Matematicamente, pode-se equacionar o risco como:

$$\text{Risco} = \text{Probabilidade do evento} \times \text{Conseqüência}$$

Nos estudos de análise de riscos de instalações ou de atividades perigosas, a probabilidade de ocorrência do evento (ou freqüência esperada) é normalmente expressa em termos do número de eventos por ano (F) que podem causar danos aos seres humanos, e as conseqüências são

freqüentemente medidas em "número de óbitos" (N). Assim, risco pode ser equacionado como:

$$R = F \times N$$

Além dos seres humanos, os acidentes industriais e atividades perigosas podem também afetar negativamente o meio físico (ar, solo e água) e o meio biótico (fauna e flora) do ambiente terrestre. O vazamento de 30 toneladas de pesticida na Basiléia na Suíça em 1986, com a contaminação do Rio Reno numa extensão de 60 quilômetros, e o vazamento de 40 mil toneladas de petróleo do navio da Exxon Valdez no Alasca em 1989, causando a morte de aproximadamente 100 mil aves e contaminando mais de 1.100 lontras, são casos que confirmam o impacto negativo causado pelos vazamentos.

4.2 Medidas de Risco Industrial

Segundo o Instituto Americano de Engenharia Química (AIChE, 2000), o risco industrial pode ser "medido" em termos de probabilidades e pela magnitude dos seguintes danos:

- perdas econômicas;
- lesões humanas ;
- danos ao meio ambiente.

Nos Estudos de Análise de Riscos para licenciamento ambiental, os riscos são medidos em termos de probabilidades e número de óbitos causados pelo impacto imediato do acidente.

Os tipos de eventos acidentais industriais capazes de provocar mortes imediatas são:

- Incêndios;
- Explosões;
- Vazamentos tóxicos.

Existem ainda outros tipos de eventos dentro da indústria que podem causar lesões para os seres humanos, porém não imediatas, tais como: exposição simples a gases tóxicos; exposição crônica a vapores químicos; exposição aguda ou crônica a substâncias químicas por meios externos, tais como, ingerir água ou alimentos contaminados (AICHE, 2000).

Na literatura, são mencionados basicamente três tipos de medidas de riscos derivadas dos dados de frequência e consequência, são elas:

- Índices de risco
- Risco individual.
- Risco social

4.2.1 Índices de Risco

Índices de risco são números ou tabulações, usados de forma absoluta ou relativa, que correlacionam a magnitude do risco. Alguns índices são uma simplificação de medidas mais complexas e têm unidades que representam uma medida física real, como a Taxa de Acidente Fatal (*Fatal Accident Rate - FAR*), o Índice de Perigo Individual (*Individual Hazard Index - IHI*) e a Taxa Média de Óbitos. Outros, são índices puros, sem unidades de medida, do tipo: Índice de Custo Social Equivalente, Índices de Mortalidade, Índice Dow e Índice de Explosão.

A Taxa de Acidente Fatal - FAR é um índice utilizado para verificação de riscos ocupacionais e é definido pelo número estimado de óbitos por 10^8 horas de exposição ao perigo. Segundo Lees (1996), o significado do FAR pode ser melhor entendido se for interpretado da seguinte forma: se o FAR, por exemplo, for igual 4, e se há 1.000 homens que iniciaram trabalhando aos 20 anos de idade, após 40 anos de trabalho, portanto aos 60 anos de idade, haverá 996 homens vivos. Por definição, o FAR considera a pessoa fixa no local do perigo. Para pessoas que se movem nas zonas de perigo, o FAR é calculado considerando-se o tempo médio de exposição. Historicamente, o FAR tem sido usado para estimativas de riscos ocupacionais.

O Índice de Perigo Individual (IHI) é o FAR para um perigo específico, que considera o tempo real de exposição. O IHI representa um valor de pico do FAR.

O Índice "*Dow Fire and Explosion*" pode ser usado para estimar a magnitude de incêndios e explosões em plantas químicas.

4.2.2 Risco Individual

O Risco Individual é definido pelo Instituto de Engenharia Química do Reino Unido e citado pela HSE, como:

"a freqüência na qual um indivíduo sustenta um dado grau de lesão devido à materialização de um perigo específico" (HSE, 1989, p.5).

Em outras palavras, é a freqüência que uma pessoa pode sofrer uma lesão. A pessoa pode ser, por exemplo, um habitante da comunidade ou um usuário da área de risco, como um lavrador. Para o propósito de determinar o risco individual devido a um acidente de grandes proporções, consideram-se todos os tipos possíveis de usuários das áreas circunvizinhas ao empreendimento.

O risco individual é expresso em termos da probabilidade de um indivíduo vir a sofrer uma lesão no período de um ano devido a um acidente de grandes proporções.

Exemplos de risco individual no Reino Unido para o ano de 1985 são dados no Quadro 4 e representam uma chance em 100.000 de que uma pessoa venha a morrer em um ano devido à causa especificada.

Quadro 4 - Exemplos de risco individual no Reino Unido segundo a causa da fatalidade. Ano de 1985.

Causa	Risco (por 100.000/ano)
<i>Todas as causas naturais</i>	1.190
Câncer	280
<i>Todas as causas externas</i>	39,6
Acidentes de trânsito	10,0
Acidentes domésticos	9,3
Incêndios	1,5
Afogamento	0,6
Acidentes com gás (incêndio, explosão ou envenenamento com CO)	0,18
Congelamentos	0,8
<i>Acidentes do trabalho (risco aos funcionários)</i>	
Mineração	10,6
Construção civil	9,2
Indústria	2,3
Comércio	0,45
<i>Esportes</i>	
Escalar montanhas (assumido 200 horas por ano)	800
Canoagem (assumido 200 horas por ano)	200

Fonte: HSE, Risk criteria for land-use planning in the vicinity of major hazards, 1989.

4.2.3 Risco Social

O Risco Social é definido pelo Instituto de Engenharia Química do Reino Unido e citado pela HSE, como:

"a relação entre a freqüência e o número de pessoas que sofrem lesões a partir da materialização de um perigo específico" (HSE; 1989, p.5).

No contexto deste estudo, o risco social relaciona a chance de um acidente de “grandes proporções” causar vítimas fatais. Há porém, muitas dificuldades em se determinar as proporções de um acidente, se pequeno, médio ou grande e suas correspondentes probabilidades de ocorrência, pois na realidade não existem “padrões” de dimensões de um acidente.

Um exemplo de risco social devido a um acidente de grandes proporções são os acidentes de avião, os quais segundo a HSE (1989) representa uma chance de aproximadamente 1 em 10 por ano entre os grandes desastres ocorridos na Grã Bretanha. Estes tipos de acidentes costumam chocar a opinião pública e são motivos de inquéritos e investigações policiais. Reações similares são observadas nos acidentes de trem e nos grandes acidentes industriais.

Muitos dos critérios de risco social estão baseados na expressão matemática apresentada abaixo que, quando colocada num gráfico di-logarítmico, assume a forma de uma reta inclinada.

$$F \times N^{\alpha} = k$$

Onde:

F = Frequência de N ou mais óbitos

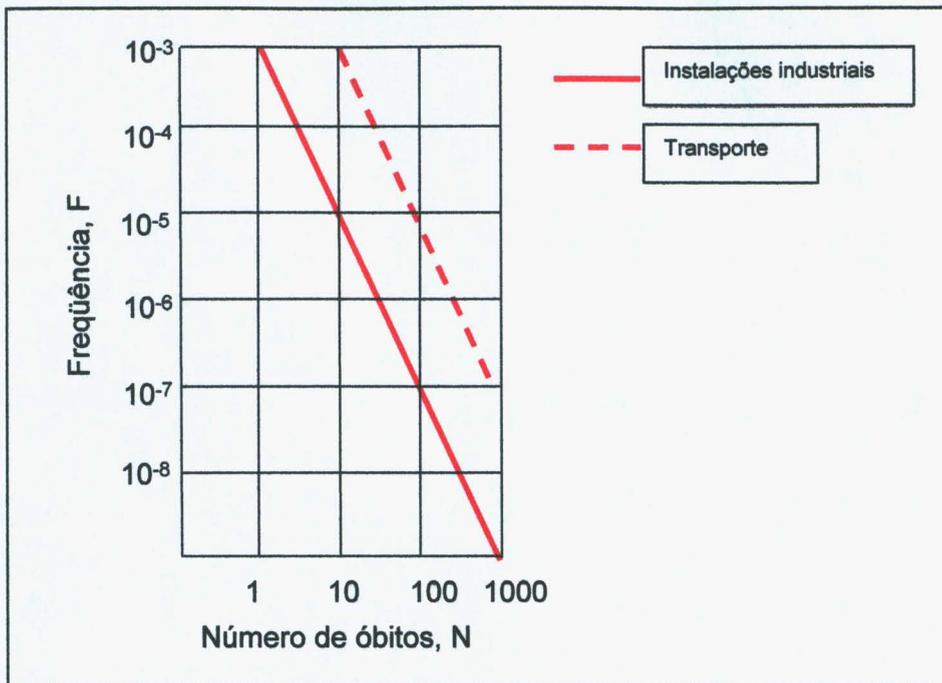
N = Número de óbitos

α = inclinação da reta (normalmente -1 ou -2)

k = constante

A Figura 2 apresenta como exemplo de risco social as curvas aceitáveis para instalações industriais e para o transporte de produtos perigosos na Holanda (ALE, 2001).

Figura 2 – Critério de risco social para indústrias e transporte na Holanda.



Fonte: Ale BJM, 2001 (cedido gentilmente pelo Dr. Ben Ale).

4.2.4 Representação do Risco Individual e Social

O *risco individual* é usualmente expresso na forma numérica $10^{-x}/\text{ano}$ e apresentado em mapas cartográficos ou plantas em escala em contornos de iso-risco (curva de mesmo valor de risco), representando a probabilidade de um indivíduo permanentemente presente num determinado local vir a sofrer as conseqüências de um acidente.

O risco individual para os funcionários de uma empresa, normalmente é expresso na forma de "risco anual" ou "taxa de acidente fatal" (*Fatal Accident Rate - FAR*). Já para os membros de uma comunidade, o risco individual pode ser apresentado em função da distância até o ponto de vazamento, mas normalmente é apresentado na forma de "risco médio" para um grupo de pessoas localizado em diferentes pontos da área circunvizinha da indústria (LEES, 1996).

O *risco social* é expresso em pares FN e apresentado na forma gráfica, normalmente em escala di-logarítmica com o eixo X representando as conseqüências (N = número de óbitos) e o eixo Y representado a probabilidade da ocorrência do evento (F = freqüência acumulada). Pode ser apresentado de duas formas: numa base de freqüência "não-cumulativa", representado pela "curva fN", ou numa base de freqüência cumulativa por classe de número de óbitos (mais de 10 óbitos, mais de 20 óbitos, mais de 30 óbitos e assim por diante) e representado pela "curva FN".

O Quadro 5 apresenta um resumo das características das medidas de risco individual e social.

Quadro 5 - Características do risco individual e social.

Risco	Conseqüência	Probabilidade	Representação
Individual	Para um indivíduo	De um indivíduo presente permanentemente num local vir a sofrer as conseqüências de um acidente	10 ^{-x} /ano Contorno de iso-risco
Social	Para um grupo de pessoas	De um grupo de pessoas virem a sofrer as conseqüências de um acidente	Pares de Freqüência (F) e Número de óbitos (N). Curva FN em gráfico log-log

As Figuras 3 e 4 apresentam exemplos da forma de representação do risco individual e social. Na Figura 3 é possível visualizar os contornos das curvas de iso-risco na Holanda, enquanto a Figura 4 apresenta um exemplo de uma curva FN calculada para uma planta química genérica.

Figura 3 - Contornos de risco individual na Holanda (áreas de iso-risco).

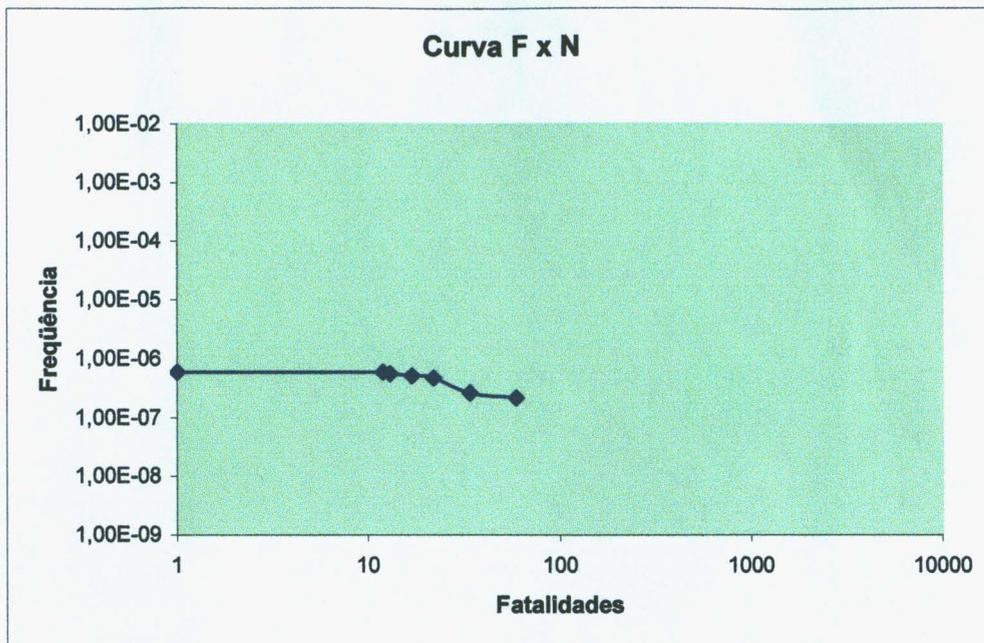


Fonte: Ale BJM, 2001 (cedido gentilmente pelo Dr. Ben Ale).

Legenda:

- Vermelho: 10^{-5} /ano
- Amarelo: 10^{-6} /ano
- Branco: 10^{-7} /ano
- Verde: 10^{-8} /ano

Figura 4 - Exemplo da representação da curva FN do risco social.



Um exemplo de cálculo do risco individual e do risco social é apresentado no Anexo A. Foi considerado neste exemplo uma instalação industrial hipotética com três eventos perigosos capazes de atingir pessoas fora dos limites da indústria. Obteve-se primeiramente o risco individual para diversas distâncias considerando-se a frequência do evento perigoso, a probabilidade de fatalidade do evento em função da distância, a probabilidade do evento estar na direção assumida e da probabilidade do indivíduo se proteger contra seus efeitos nocivos. O risco social foi estimado a partir dos mesmos cenários, levando-se em conta a população sob risco e obtendo-se os pares (F,N) que dão a frequência em função do número de fatalidades.

4.2.5 Ponto Âncora do Risco Social

Os critérios de aceitabilidade de risco social são construídos a partir de um ponto chamado de 'ponto âncora'.

Uma análise na evolução dos critérios de aceitabilidade dos riscos mostrou que pode haver um ou dois pontos âncora na reta do risco social máximo tolerável. No caso de possuir apenas um ponto é necessário estabelecer a inclinação da reta do risco social. Deve-se observar que quando o risco individual é a referência primária para a definição de critérios (e isto aconteceu na maioria dos critérios de aceitabilidade), o ponto âncora é definido na curva para 10 ou mais óbitos.

Segundo Ball e Floyd (1998) há três considerações básicas na definição do ponto âncora do risco social:

- Deve ser consistente com o critério de risco individual aceitável.
- Deve ser semelhante a um 'padrão externo' conhecido, tal como o critério da *Advisory Committee on Major Hazards - ACMH* do Reino Unido, que considerou os riscos da Ilha de Canvey.
- Deve adotar um critério existente para ser aferido.

4.3 Relação entre o Risco Individual e o Risco Social

Para a adoção de critérios de aceitabilidade é possível relacionar-se os riscos social e individual. Uma relação aceita entre os especialistas e muitas vezes adotada é:

"... se o risco social para mais de 10 óbitos é X, o risco individual máximo será da ordem de 10 vezes X" (BALL e FLOYD, 1998).

$$RI = 10 \times RS_{+10 \text{ óbitos}}$$

Exemplos desta relação podem ser observados nos critérios de Hong Kong e Holanda conforme apresentado no Quadro 6:

Quadro 6 - Características dos critérios de aceitabilidade de riscos da Holanda e de Hong Kong.

Critério de Aceitabilidade	Hong Kong	Holanda
Risco Individual (máximo tolerável)	10^{-5}	10^{-6}
Risco Social (ponto âncora: para 10 ou mais óbitos)	10^{-4}	10^{-5}
Inclinação da reta 'aceitável'	-1	- 2
Relação entre o RI e o RS _{+10 óbitos}	10	10

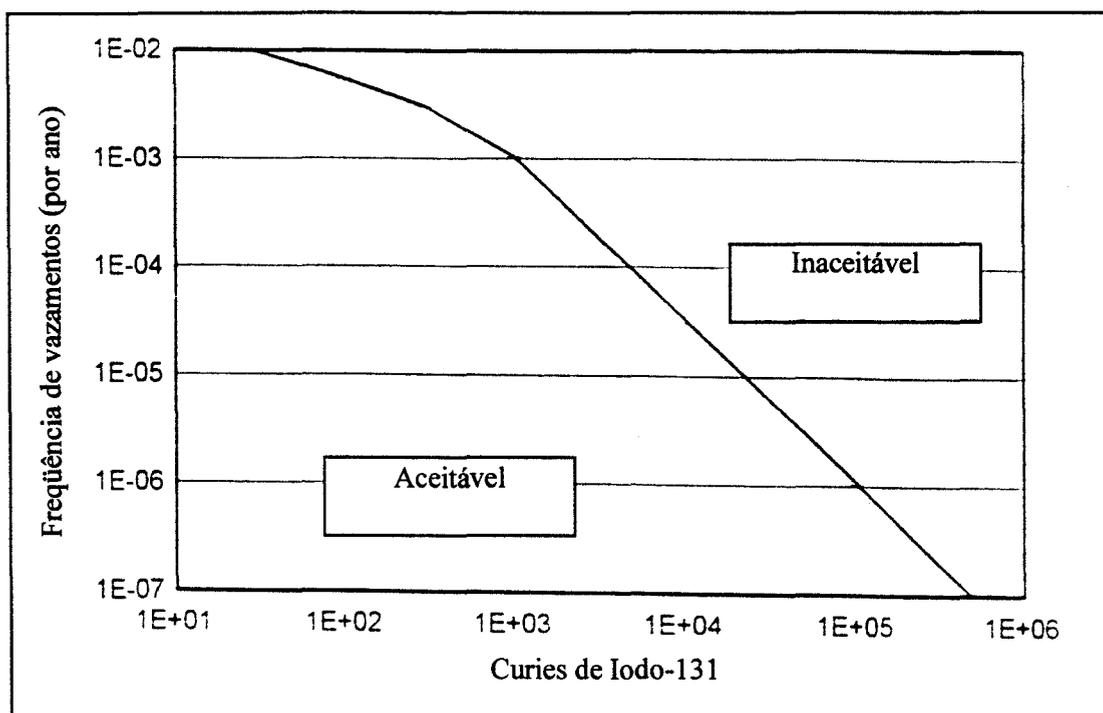
4.4 Evolução dos Critérios de Aceitabilidade dos Riscos Industriais

Muitas idéias e critérios foram propostos desde a década de 60 para o julgamento da tolerabilidade e aceitabilidade dos riscos impostos pelas indústrias às pessoas.

O resultado das técnicas de análise de riscos era expresso como 'conseqüência' versus 'probabilidade' da ocorrência de cenários acidentais, os quais, pela sua própria natureza, demandavam uma série de outros critérios para serem analisados. No Reino Unido, a indústria nuclear enfrentou este desafio reconhecendo que um acidente de grandes proporções em suas instalações poderia trazer graves conseqüências locais, e em 1967 propôs uma relação entre o tamanho e a freqüência aceitável de vazamentos de iodo radioativo I-131 para as plantas de energia nuclear, também chamada de curva Farmer. Esta curva, apresentada na Figura 4, era baseada nas seguintes premissas:

- Acidentes que resultassem em vazamentos em torno de 1.000 Curies de I-131 não deveriam ocorrer mais do que 1 em 1.000 anos por reator;
- A probabilidade de ocorrência de grandes acidentes deve ser reduzida mais rapidamente quanto maior a sua severidade (maior inclinação da curva);
- A probabilidade de pequenos acidentes não deveria exceder $1,0 \times 10^{-2}$ por reator por ano (um vazamento por reator a cada 100 anos).

Figura 5 - Curva Farmer: critério de aceitabilidade de vazamentos nas usinas nucleares (1967).



Fonte: Ball e Floyd, 1998.

Uma segunda e grande influência na evolução dos critérios de aceitabilidade, foram os estudos do *Advisory Committee on Major Hazards - ACMH* (1976 e 1984) do Reino Unido que, em 1976, logo após o desastre de Flixborough em 1974, sugeriu que para qualquer tipo de indústria, a frequência de 1 em 10.000 anos para os acidentes sérios estaria "no limite da aceitabilidade". O termo "acidentes sérios" porém, nunca foi definido pela ACMH, mas os técnicos em análise de riscos pressupõem que se trata de

acidentes com mais de 10 óbitos. Como relatado por Ball e Floyd (1998), este valor de tolerabilidade de 10 óbitos para 10^{-4} por ano, pode ser observado em muitos outros critérios de aceitabilidade de riscos industriais utilizados atualmente. Tanto a visão de Farmer, quanto os estudos da ACMH eram baseados unicamente em suas respectivas experiências profissionais.

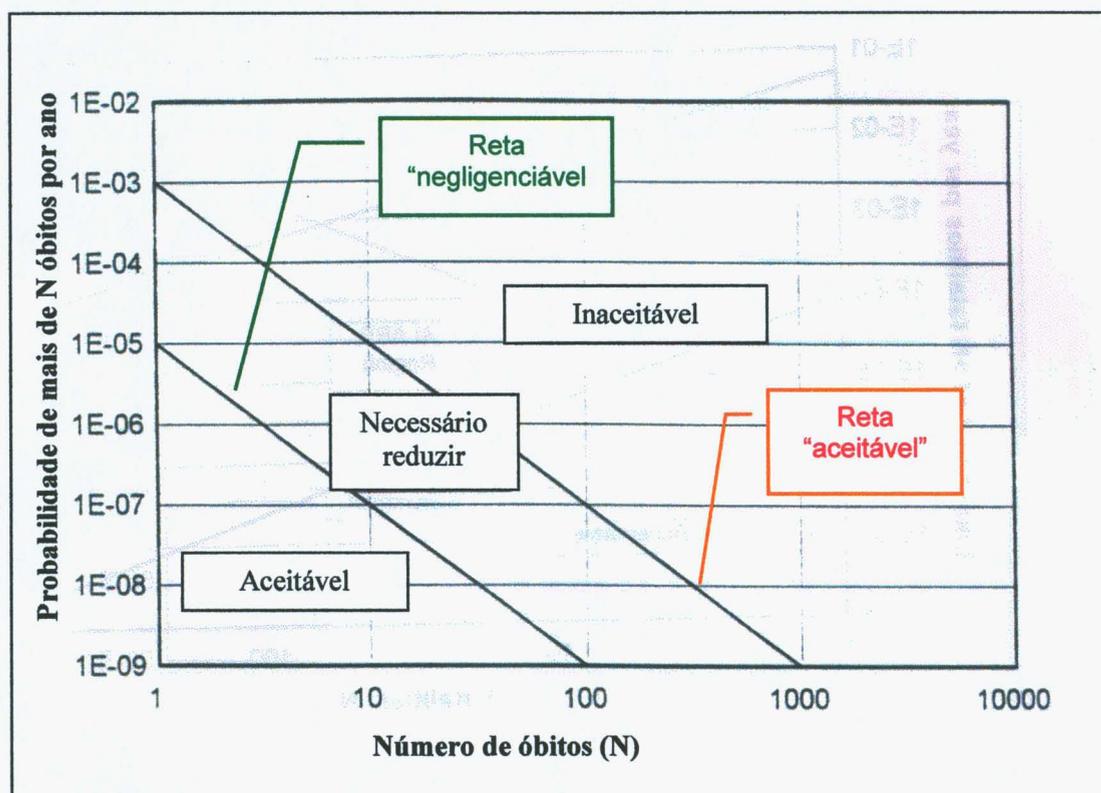
Outro valor de risco tolerável foi proposto pela *Health & Safety Executive* do Reino Unido no artigo *Tolerability of risk from nuclear power stations* em 1988, com uma frequência de 2×10^{-4} para 500 óbitos. Este valor, baseado nos riscos toleráveis sugeridos nos relatórios da Ilha de Canvey (HSE, 1978 e 1988), foi utilizado posteriormente pela *Advisory Committee on Dangerous Substances - ACDS* a proposição do critério FN (Frequência de acidentes x Número de óbitos) aplicado para as comunidades que viviam próximas às rotas de transporte de produtos perigosos e de portos.

Na década de 80 outros países além do Reino Unido, passaram a discutir a aceitabilidade dos riscos industriais. O governo holandês desenvolveu seus critérios de aceitabilidade fazendo as seguintes considerações (ALE, 1992):

- Partiram da premissa que "*o risco de uma atividade perigosa para um indivíduo da comunidade não deve ser significativo se comparado com os riscos do seu cotidiano*".
- Consideraram a taxa de mortalidade por acidentes de trânsito⁴ igual a 1×10^{-4} /ano, para a aferição do risco individual.
- O risco individual aceitável foi definido em 1% da taxa de mortalidade por causas externas do grupo etário de 10 a 14 anos (menor taxa entre as faixas etárias), chegando-se ao valor de 10^{-6} /ano.

- O limite aceitável para 10 ou mais óbitos (ponto âncora do risco social) foi definido em $1,0 \times 10^{-5}$ /ano.
- Aplicaram uma inclinação de -2 para a reta "aceitável" do risco social (inclinação da reta $\log F = -\alpha \times \log N + \log k$).
- Aplicaram um fator de 100 para os riscos individual e social para gerar os valores de riscos "negligenciáveis".

Figura 6 - Curva do Risco Social. Holanda década de 1980.



Fonte: Ball e Floyd, 1998.

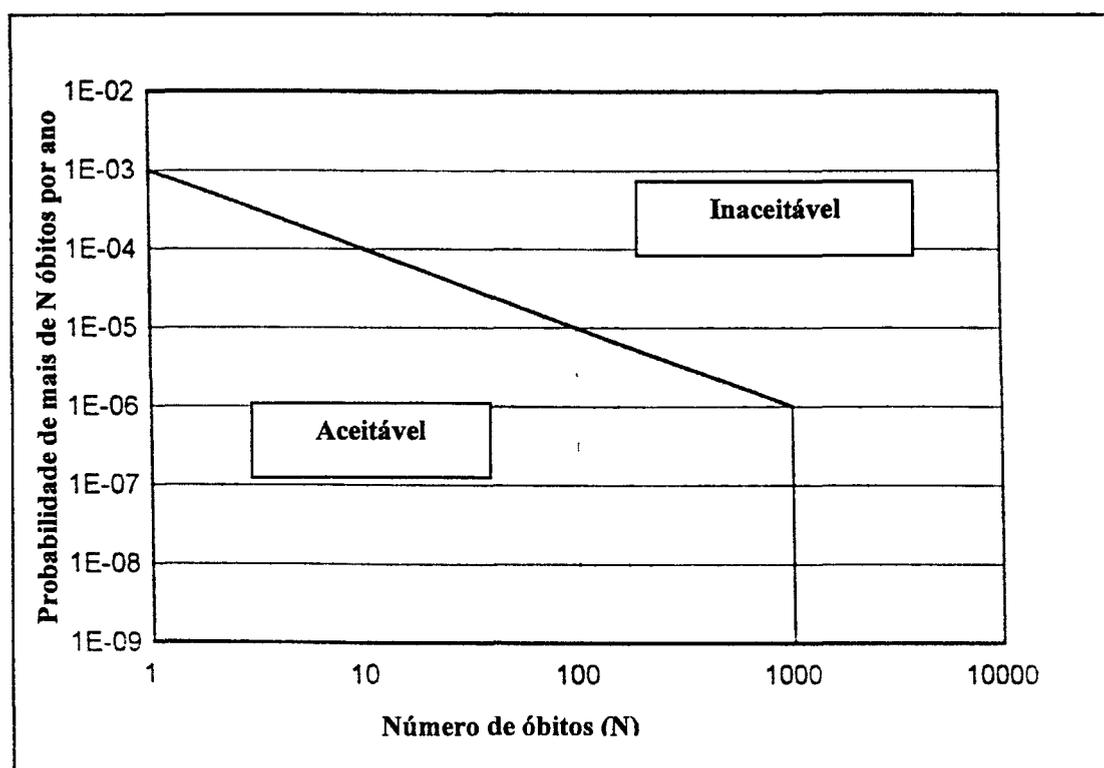
Em 1981, o Departamento do Trabalho Público do governo de Hong Kong autorizou um estudo sobre os riscos do terminal de petróleo e

⁴ O critério da Holanda considera somente a mortalidade dos acidentes de trânsito segundo informado pelo Dr. Ben Ale (2001).

derivados da Ilha de Tsing Yi, frente à preocupação com a proximidade de apartamentos residenciais com alta densidade populacional. O relatório do estudo de análise de riscos da ilha, emitido em 1982 pela ERL, apresentou o risco para cada instalação perigosa, estabelecendo o primeiro debate sobre a aceitabilidade dos riscos em Hong Kong (LEDDY, 2000).

O governo de Hong Kong sensibilizado com o crescente aumento no número de acidentes que vinham ocorrendo com cilindros de GLP nas residências e preocupado com os riscos da Ilha de Tsing Yi, formalizou em 1987 uma política para uso e planejamento do solo para as instalações potencialmente perigosas, além de padronizar a metodologia a ser utilizada nos estudos de análise de riscos. Em 1988 foi formalizada uma curva de risco social pelo Comitê do Governo, apresentada na Figura 6.

Figura 6 - Curva do Risco Social. Hong Kong, 1988.



Fonte: Ball e Floyd, 1998.

Nos anos 80 começava a haver um consenso geral de que a curva do risco social deveria ser apresentada na forma de curva FN acumulativa,

onde a frequência de acidentes indicada é a somatória das probabilidades de fatalidades por classe de óbitos (ver exemplo de cálculo no anexo A) e não mais na forma fN , onde a frequência de acidentes é específica para o número de óbitos calculado.

No Reino Unido, após o Inquérito Sizewell B, houve muitas pesquisas e estudos sobre a tolerabilidade dos riscos nas usinas nucleares, e em 1988 a HSE propôs como valor aceitável; não somente para as usinas nucleares mas para as instalações perigosas em geral; um evento em 10.000 anos causando mais de 100 óbitos posteriores ao vazamento. Foi considerado neste critério o número de óbitos de câncer que poderiam aparecer por um período de tempo, e que fossem atribuídos à radioatividade, após um vazamento de material radioativo⁵. Este ponto se baseava principalmente nos relatórios da Ilha de Canvey e da Barreira do Tâmis, e retratava a aversão das pessoas aos acidentes nucleares em comparação com outros tipos de acidentes.

4.5 As Questões sobre a Aceitabilidade dos Riscos

A aceitabilidade do *risco* não é um conceito universal. Há muitas dificuldades na determinação do valor do risco aceitável e na definição dos critérios e conceitos associados que acabam por resultar no debate de questões éticas, sociais, políticas e culturais que afetam o julgamento do risco, tais como:

- a voluntariedade do indivíduo ao risco;
- o conhecimento do risco e seus efeitos;

⁵ Este número porém foi contestado após o acidente de Chernobyl em 1986, quando houve muito mais óbitos de câncer posteriores ao vazamento, além daqueles estimados neste critério.

- a reversibilidade das conseqüências;
- a percepção dos riscos;
- a necessidade da exposição ao risco.

A principal questão na aceitabilidade do risco é a *voluntariedade*. Em geral, as pessoas toleram níveis de riscos mais altos, quando elas se expõem voluntariamente. Assim, as pessoas da comunidade expostas aos riscos de um empreendimento sujeito a grandes vazamentos é considerado um risco involuntário. Da mesma maneira, os riscos aos quais um funcionário se expõe numa atividade perigosa é em parte assumido voluntariamente.

Algumas das questões sobre a aceitabilidade dos riscos foram discutidas pelo "Conselho para a Ciência e Sociedade" do Reino Unido (1977) e uma das definições sobre os riscos voluntários é citada por Lees:

"...alguns perigos são aceitos voluntariamente, mesmo quando o risco é alto. Num extremo, nós podemos dizer que o risco é assumido quando ele é parte integrante de um desafio num esporte perigoso, como o automobilismo..." (LEES, 1996, p. 4/4)

O Conselho continua em sua análise dizendo que há somente um tipo de risco "aceitável" sob o aspecto ético: *"os riscos que valem a pena"* (considerando o custo x benefício dos riscos e suas conseqüências).

Um exemplo de risco voluntário citado por Nardocci (1999) é o aumento da prática de esportes radicais, nos quais é exatamente o perigo associado ao esporte que proporciona o prazer, ou como é dito no jargão popular 'quanto mais adrenalina, melhor'.

As taxas de mortalidade para alguns riscos voluntários e involuntários no Reino Unido estão apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5. - Taxa de mortalidade para alguns riscos voluntários e involuntários no Reino Unido.

Riscos		Taxa de mortalidade (óbitos/ano)
Risco voluntário	Tomar pílula anticoncepcional	2×10^{-5}
	Jogar futebol	4×10^{-5}
	Subir montanha	4×10^{-5}
	Dirigir um carro	17×10^{-5}
	Fumar (20 cigarros/dia)	500×10^{-5}
Risco involuntário	Meteorito	6×10^{-11}
	Transporte de petróleo e produtos químicos (Reino Unido)	$0,2 \times 10^{-7}$
	Queda de avião (Reino Unido)	$0,2 \times 10^{-7}$
	Explosão de vaso de pressão (EUA)	$0,5 \times 10^{-7}$
	Relâmpago (Reino Unido)	1×10^{-7}
	Enchente de rios (Holanda)	1×10^{-7}
	Vazamento de uma estação nuclear	1×10^{-7}
	Incêndio (Reino Unido)	150×10^{-7}
	Leucemia	800×10^{-7}

Fonte: Lees, 1996.

O julgamento da aceitabilidade do risco torna-se muito mais difícil, quando a consequência de um acidente atinge uma pessoa que não tem poder de evitá-la por falta de conhecimento do perigo e de seus efeitos, ou que não tem nenhuma responsabilidade pela ocorrência do evento.

Outra questão de importância é a percepção dos riscos, que varia de pessoa para pessoa.

Outro aspecto sobre a aceitabilidade dos riscos se refere ao próprio termo 'aceitável'. Muitos autores usam o termo 'tolerável' ao invés de 'aceitável'. Segundo o relatório *The tolerability of risk from nuclear power station* (HSE; 1988) citado por Lees (1996), os riscos 'toleráveis' não significam riscos 'aceitáveis' e dá a seguinte definição:

"...Tolerar se refere à espontaneidade de se conviver com um risco para assegurar um benefício confiando que ele seja controlado apropriadamente. Tolerar um risco não significa que devemos considerá-lo

negligenciável ou que podemos ignorá-lo, mas algo que devemos manter sob revisão e redução constante..." (LEES, 1996, p.4/5).

5 PREMISSAS PARA A AVALIAÇÃO DO CRITÉRIO DE ACEITABILIDADE DOS RISCOS

A escolha de premissas adequadas para a análise crítica do critério de riscos toleráveis propostos pela CETESB, foi feita através da avaliação dos critérios de aceitabilidade existentes e da aplicação de conceitos normalmente utilizados no julgamento da aceitabilidade.

Segundo Fischhoff et al (1981) citado por Lees (1996), há três métodos para se resolver as questões sobre aceitabilidade dos riscos:

- (1) Julgamentos técnicos feitos por especialistas.
- (2) Análise técnica formal de custo-benefício.
- (3) Comparações com riscos tolerados a partir de perigos conhecidos.

Independentemente do método utilizado, os autores sugerem que os elementos relevantes para a avaliação de um critério de aceitabilidade de riscos, são: que ele seja consistente logicamente, prático, aberto para avaliação, politicamente aceitável e que conduza a sociedade a um aprendizado constante sobre o risco.

O *Advisory Committee on Major Hazards* enfatizou em seu Terceiro Relatório (ACMH, 1986) a dificuldade em se definir um critério de aceitabilidade preciso, e cita algumas considerações básicas que podem ser aplicadas no momento do julgamento do risco aceitável de acidentes de grandes proporções:

- a) O risco de grandes acidentes para um indivíduo da comunidade não deve ser significativo quando comparado com outros riscos os quais a pessoa se expõe em seu cotidiano.
- b) O risco de grandes acidentes deve, desde que possível, ser reduzido.

- c) Onde já existe o risco de grandes acidentes, perigos adicionais não devem ser significativos aos já existentes.
- d) Se a consequência é grande, isto é, um grande número de mortes é esperado, a frequência do acidente deve ser baixa. A sociedade considera intolerável acidentes que tenham alta frequência e uma grande consequência.
- e) As pessoas na sociedade toleram riscos maiores do que os normalmente aceitáveis, desde que seja impossível controlá-los ou reduzi-los por limitações financeiras ou técnicas. Nesta situação, podem-se citar os riscos de mortes causados por terremotos, furacões, vagalhões e outros eventos acidentais originados na própria natureza.

Neste estudo adotou-se a premissa básica de que: 'o risco não deve ser significativo se comparado com os riscos do cotidiano', podendo assim ser aplicado para a análise crítica dos riscos industriais toleráveis propostos pela CETESB.

Partindo-se dessa premissa, as seguintes considerações foram feitas para a avaliação do critério de aceitabilidade da CETESB:

- a) Os 'riscos do cotidiano' da premissa básica são os riscos de fatalidade por morte não natural, caracterizando-se na taxa de mortalidade por causas externas.
- b) Para se estabelecer um valor de referência para o termo 'significativo' empregado na premissa básica, adotou-se neste estudo 1% da taxa total de mortalidade por causas externas no Estado de São Paulo.
- c) Utilizou-se a relação entre o risco individual e o ponto âncora do risco social para 10 ou mais óbitos.

Desta maneira, as premissas formuladas para a análise crítica do critério de aceitabilidade proposto pela CETESB podem ser resumidas conforme apresentadas na Figura 8.

Figura 8 – Premissas para a verificação dos riscos social e individual toleráveis propostos pela CETESB.

- O Risco Individual máximo tolerável deve ser 1% da taxa total de mortalidade por causas externas no Estado de São Paulo.
- O ponto âncora do Risco Social (para 10 ou mais óbitos) deve ser 10 vezes o Risco Individual máximo tolerável.

6 AS TAXAS DE MORTALIDADE POR CAUSAS EXTERNAS

A seguir são apresentadas as taxas de mortalidade por causas externas no Estado e no Município de São Paulo, as quais serão utilizadas para a análise crítica do risco individual e social máximo tolerável proposto pela CETESB.

6.1 O Perfil da Mortalidade por Causas Externas

A mortalidade por causas externas no Estado de São Paulo apresenta um perfil típico ao longo da vida do ser humano.

Observa-se que durante a primeira infância, as mortes por causas externas ocorrem devido a asfixias no leito ou por aspiração de alimentos. Ao crescer e adquirir habilidades motoras, o ser humano, ainda no ambiente doméstico, corre o risco fatal nas quedas e nos acidentes com fogo. Depois, ao ganhar o espaço das ruas, os riscos no trânsito passam a predominar.

Entre adolescentes, os homicídios são a principal causa superando em muito os acidentes de trânsito, aumentando entre adultos jovens, onde atingem seu nível mais elevado. Na terceira idade voltam a ter importância os acidentes de trânsito, seguidos em idades ainda mais avançadas pelas quedas e asfixias. Os suicídios tem sua maior importância relativa entre adolescentes e adultos jovens, mas as maiores incidências estão entre os idosos.

6.2 Taxa de Mortalidade No Estado de São Paulo

O número de óbitos devido a causas externas no Estado de São Paulo para o período de 1.984 a 2.000, foi levantado no banco de dados da Fundação SEADE e está apresentado nas Tabelas 6 e 7.

As taxas de mortalidade por causas externas para o Estado de São Paulo estão apresentados na Tabela 8 e foram obtidas através da divisão do número de óbitos pela população do ano. A população do período de 1984 a 2000, como mencionado anteriormente, foi estimada com base nos dados do IBGE.

Tabela 6.- Distribuição do número de óbitos devido a causas externas no Estado de São Paulo segundo o tipo de acidente e ano. Período de 1984 a 1992.

Tipo de acidente	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Acidentes de trânsito	5.686	6.403	7.689	7.179	6.818	6.970	7.065	7.076	6.601
Homicídios	6.764	6.861	6.951	7.698	7.178	8.574	8.947	9.052	9.347
Suicídio	1.268	1.215	1.233	1.367	1.198	1.172	1.339	1.381	1.446
Outras causas	7.297	7.294	8.014	8.199	8.383	8.586	8.376	8.133	6.986
Total	21.015	21.773	23.887	24.443	23.577	25.302	25.727	25.642	24.380

Fonte: Site da Fundação SEADE.

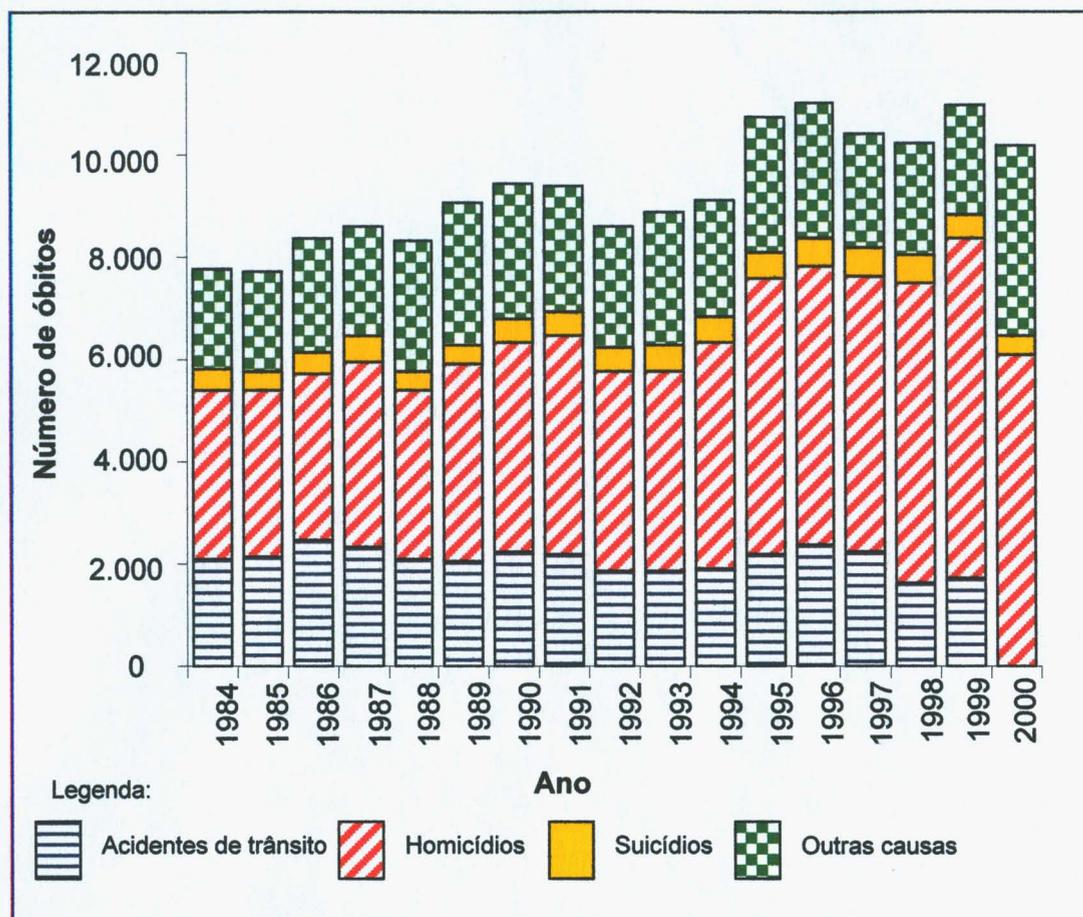
Tabela 7.- Distribuição do número de óbitos devido a causas externas no Estado de São Paulo segundo o tipo de acidente e ano. Período de 1993 a 2000.

Tipo de acidente	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Acidentes de trânsito	6.690	6.968	7.804	8.842	8.988	7.247	7.313	Nota 1
Homicídios	8.727	9.850	11.491	12.284	12.484	13.947	15.719	15.539
Suicídio	1.573	1.652	1.741	1.726	1.789	1.744	1.541	1.408
Outras causas	8.771	8.570	9.392	9.711	8.930	8.714	9.118	16.560
Total	25.761	27.040	30.428	32.563	32.191	31.652	33.691	33.507

Fonte: Site da Fundação SEADE, 2001.

Nota 1: No ano de 2000 não foi publicado o número de óbitos de acidentes de trânsito, somente homicídios, suicídios e o total.

Gráfico 1 - Evolução temporal do Número de óbitos devido a causas externas no Estado de São Paulo, segundo o tipo de acidente. Período de 1984 à 2000.



Fonte: Fundação SEADE (2001).

Analisando-se a evolução temporal da mortalidade, observa-se que o número de óbitos é crescente ao longo do período, com uma pequena queda nos anos de 1989, 1991 e 1992. Os homicídios e os acidentes de trânsito são as causas mais representativas, sendo que a diferença entre estas duas causas chega a ser 2,1 vezes maior no ano de 1999 para os homicídios com relação ao acidente de trânsito. Os suicídios apresentam os mais baixos números de óbitos com relação ao total.

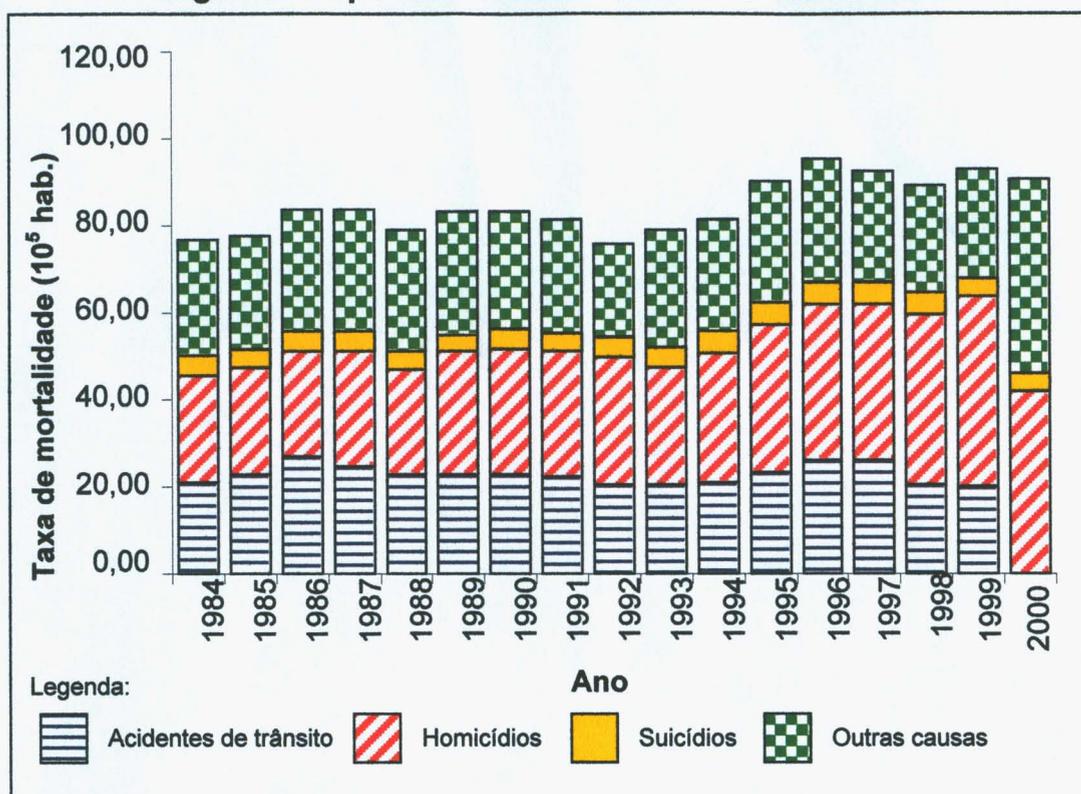
Tabela 8. Número de óbitos e taxa de mortalidade (por 100.000 hab.) devido a causas externas no Estado de São Paulo segundo o tipo de acidente e o ano. Período de 1984 a 2000.

Ano	População	Acidente de trânsito		Homicídio		Suicídio		Outras causas		Total	
		Nr óbitos	Taxa	Nr óbitos	Taxa	Nr óbitos	Taxa	Nr óbitos	Taxa	Nr óbitos	Taxa
1984	27.423.152	5.686	20,73	6.764	24,67	1.268	4,62	7.297	26,61	21.015	76,63
1985	27.982.809	6.403	22,88	6.861	24,52	1.215	4,34	7.294	26,07	21.773	77,81
1986	28.553.886	7.689	26,93	6.951	24,34	1.233	4,32	8.014	28,07	23.887	83,66
1987	29.136.619	7.179	24,64	7.698	26,42	1.367	4,69	8.199	28,14	24.443	83,89
1988	29.731.244	6.818	22,93	7.178	24,14	1.198	4,03	8.383	28,20	23.577	79,30
1989	30.338.004	6.970	22,97	8.574	28,26	1.172	3,86	8.586	28,30	25.302	83,40
1990	30.957.147	7.065	22,82	8.947	28,90	1.339	4,33	8.376	27,06	25.727	83,11
1991	31.588.925	7.076	22,40	9.052	28,66	1.381	4,37	8.133	25,75	25.642	81,17
1992	32.094.348	6.601	20,57	9.347	29,12	1.446	4,51	6.986	21,77	24.380	75,96
1993	32.607.857	6.690	20,52	8.727	26,76	1.573	4,82	8.771	26,90	25.761	79,00
1994	33.129.583	6.968	21,03	9.850	29,73	1.652	4,99	8.570	25,87	27.040	81,62
1995	33.659.656	7.804	23,19	11.491	34,14	1.741	5,17	9.392	27,90	30.428	91,84
1996	34.119.110	8.842	25,92	12.284	36,00	1.726	5,06	9.711	28,46	32.563	95,44
1997	34.801.492	8.988	25,83	12.484	35,87	1.789	5,14	8.930	25,66	32.191	92,50
1998	35.497.522	7.247	20,42	13.947	39,29	1.744	4,91	8.714	24,55	31.652	89,17
1999	36.207.472	7.313	20,20	15.719	43,41	1.541	4,26	9.118	25,18	33.691	93,05
2000	36.969.476	nota 1	-	15.539	42,03	1.408	3,81	16.560	44,79	33.507	90,63
Média	32.046.959	7.209	22,75	10.083	30,96	1.458	4,54	8.884	27,60	27.211	84,60

Fonte: Número de óbitos: Fundação SEADE, 2001. População: IBGE, Censos de 1991, 1996 e 2000.

Nota 1: No ano de 2000 não foi publicado o número de óbitos de acidentes de trânsito, somente homicídios, suicídios e o total.

Gráfico 2 Evolução temporal da taxa de mortalidade total (por 100.000 hab.) devido a causas externas no Estado de São Paulo, segundo o tipo de acidente. Período de 1984 à 2000.



Fonte: Fundação SEADE (2001).

6.3 Taxa de Mortalidade No Município de São Paulo

Os óbitos por causas externas no Município de São Paulo foram levantados de duas fontes distintas: PRO-AIM, período de 1991 a 2000, apresentados na Tabela 9, e Fundação SEADE, período de 1984 a 2000, apresentados nas Tabelas 11 e 12. Verificou-se pequenas variações no número de óbitos apresentados por estas duas instituições, sendo os valores do PRO-AIM menores do que do SEADE. Isto se deve, provavelmente, ao modo de coleta e tratamento dos dados, pois enquanto o PRO-AIM coleta as informações nas Declarações de Óbitos, a Fundação SEADE utilizou os dados provenientes dos Cartórios do Registro Civil do município.

As taxas de mortalidade por causas externas para o Município de São Paulo estão apresentados na Tabela 10, PRO-AIM, e na Tabela 13, Fundação SEADE. Estes valores foram obtidos através da divisão do número de óbitos pela população do ano, sendo esta última estimada com base nos dados do IBGE.

Tabela 9. - Distribuição do número de óbitos devido a causas externas no Município de São Paulo segundo o tipo de acidente e o ano. Período de 1991 a 2000.

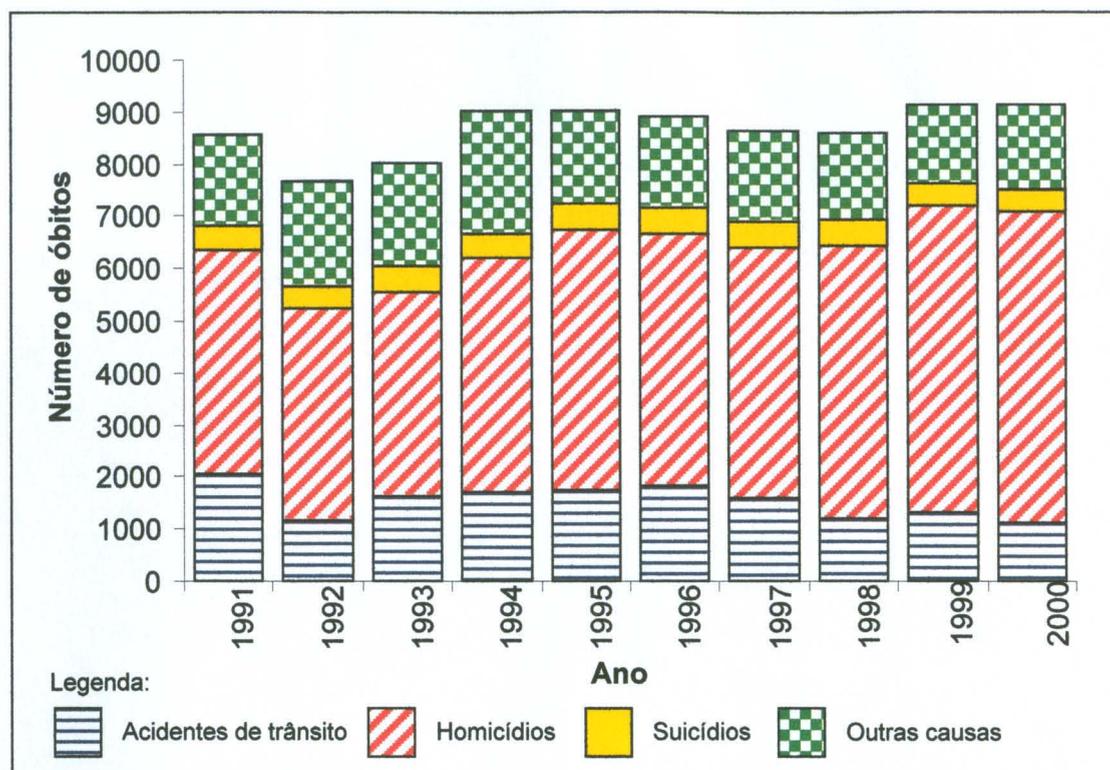
Tipo de acidente	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000**
Acidentes de trânsito	2037	1176	1622	1710	1756	1.814	1.583	1.193	1.309	1.135
Homicídios	4315	4071	3912	4499	4990	4.856	4.807	5.257	5.899	5.972
Lesões intenção indeterminada	235	638	755	1134	886	448	525	523	371	345
Outras causas	813	978	1104	805	278	681	668	564	545	614
Quedas	707	408	124	391	629	593	558	570	572	676
Suicídios	459	415	496	476	511	513	491	492	440	424
Total das causas externas	8.566	7.686	8.013	9.015	9.050	8.905	8.632	8.599	9.136	9.166

Fonte: PRO-AIM, dados referentes aos óbitos de residentes e ocorridos no município de São Paulo (2001).

Nota: causa básica da morte selecionada e codificada segundo a Nona Revisão da Classificação Internacional de Doenças (CID-9). A partir de 1996 a causa básica da morte foi selecionada e codificada segundo a Décima Revisão da Classificação Internacional de Doenças (CID-10).

****Ano 2000:** Dados parciais sem incorporar as investigações realizadas pelo Comitê Municipal de Estudo e Prevenção da Morbimortalidade Materna.

Gráfico 3 - Evolução temporal do número de óbitos devido a causas externas no Município de São Paulo segundo o tipo de acidente. Período de 1991 a 2000.



Fonte: PRO-AIM (2001).

Tabela 10. Taxa de mortalidade devido a causas externas no município de São Paulo segundo o ano. Período de 1991 a 2000.

Ano	Número de óbitos	População no município	Taxa de mortalidade Nr óbitos/100.000 hab.
1991	8.566	9.646.185	88,80
1992	9.678	9.684.770	99,93
1993	8.013	9.723.509	82,41
1994	9.015	9.762.403	92,34
1995	9.050	9.801.452	92,33
1996	8.905	9.839.066	90,51
1997	8.632	9.997.797	86,34
1998	8.599	10.118.484	84,98
1999	9.136	10.261.154	89,03
2000	9.166	10.405.867	88,08
Média	8.876	9.924.069	89,48

Fonte: PRO-AIM (2001)

Tabela 11.- Distribuição do número de óbitos devido a causas externas no Município de São Paulo segundo o tipo de acidente e ano. Período de 1984 a 1991.

Tipo de acidente	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
Acidentes de trânsito	2.084	2.129	2.459	2.333	2.072	2.064	2.230	2.164
Homicídios	3.297	3.246	3.254	3.615	3.306	3.850	4.118	4.305
Suicídio	411	399	432	520	388	385	441	482
Outras causas	1.965	1.938	2.231	2.151	2.576	2.762	2.658	2.450
Total	7.757	7.712	8.376	8.619	8.342	9.061	9.447	9.401

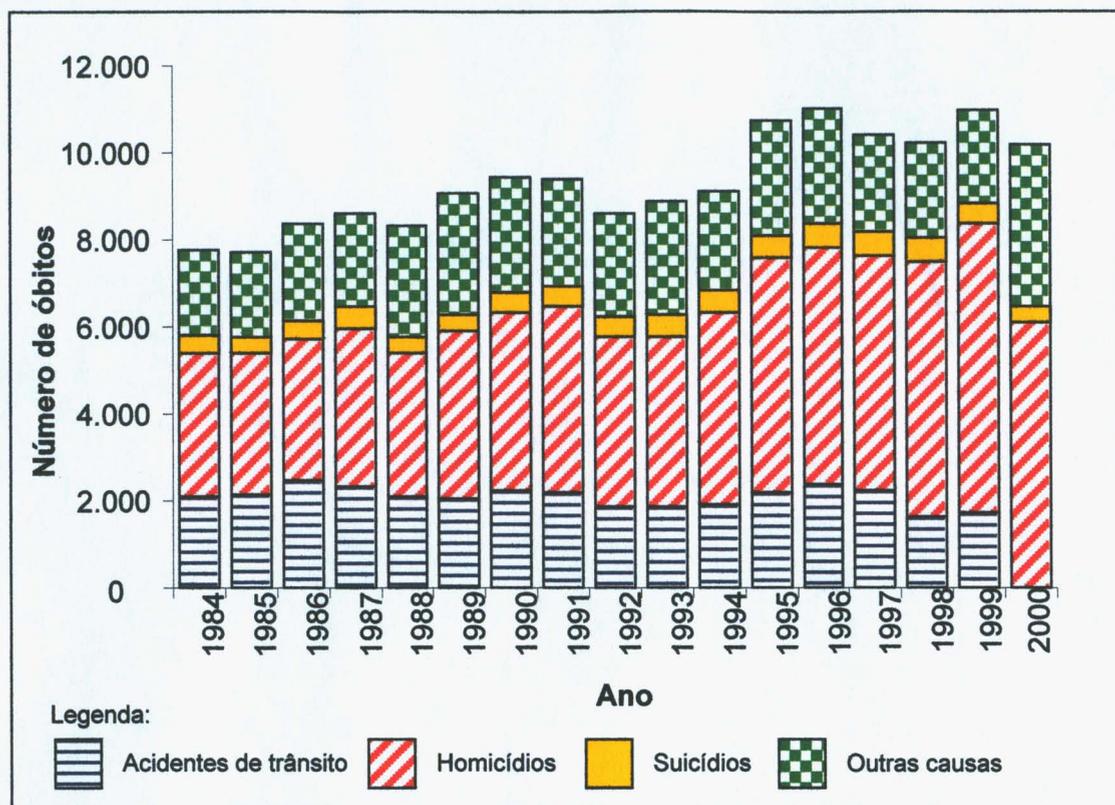
Fonte: Fundação SEADE (2001).

Tabela 12.- Distribuição do número de óbitos devido a causas externas no Município de São Paulo segundo o tipo de acidente e ano. Período de 1992 a 2000.

Tipo de acidente	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Acidentes de trânsito	1.877	1.867	1.899	2.196	2.368	2.225	1.625	1.714	-
Homicídios	3.895	3.894	4.432	5.379	5.465	5.398	5.874	6.638	6.091
Suicídio	451	524	487	534	554	550	539	469	388
Outras causas	2.371	2.613	2.311	2.653	2.647	2.234	2.207	2.152	3.712
Total	8.594	8.898	9.129	10.762	11.034	10.407	10.245	10.973	10.191

Fonte: Fundação SEADE (2001).

Gráfico 4 - Evolução temporal do Número de óbitos devido a causas externas no Município de São Paulo segundo o tipo de acidente. Período de 1984 a 2000.



Fonte: Fundação SEADE (2001).

Observa-se nos dados apresentados que o perfil do número de óbitos do Município de São Paulo acompanha o do Estado, pois é crescente ao longo do período analisado, com uma pequena queda nos anos de 1991 e 1992. Os homicídios são a causa mais representativa no Município, chegando a ser, de acordo com os dados da Fundação SEADE, 3,9 vezes maior do que os acidentes de trânsito no ano de 1999, representando um índice maior do que o do Estado. Os suicídios apresentam os mais baixos números de óbitos com relação ao total.

Tabela 13. - Taxa de mortalidade devido a causas externas no Município de São Paulo segundo o ano. Período de 1984 a 2000.

Ano	Número de óbitos	População no município	Taxa de mortalidade Nr óbitos/100.000 hab.
1984	7.757	8.889.652	87,26
1985	7.712	8.993.982	85,75
1986	8.376	9.099.536	92,05
1987	8.619	9.206.330	93,62
1988	8.342	9.314.377	89,56
1989	9.061	9.423.691	96,15
1990	9.477	9.534.289	99,40
1991	9.401	9.646.185	97,46
1992	8.594	9.684.770	88,74
1993	8.898	9.723.509	91,51
1994	9.129	9.762.403	93,51
1995	10.762	9.801.452	109,80
1996	11.034	9.839.066	112,14
1997	10.407	9.977.797	104,30
1998	10.245	10.118.484	101,25
1999	10.973	10.261.154	106,94
2000	10.191	10.405.867	97,94
Média	9.352	9.628.385	96,90

Fontes: Número de óbitos da Fundação SEADE (2001) e população do IBGE Censos de 1991, 1996 e 2000.

6.4 Taxas de Mortalidade do Brasil

No Quadro 7 são apresentadas as taxas de mortalidade por causas externas dos estados do Brasil para o ano de 1998, as quais foram pesquisadas no banco de dados do DATASUS (2002).

Quadro 7 - Taxa de mortalidade (por 100.000 habitantes) por causa externas segundo a UF, organizadas por ordem crescente da taxa total. Ano de 1998.

UF	Acidentes de trânsito	Homicídios	Suicídios	Outras causas	Total
Piauí	10,46	5,16	2,47	9,06	27,15
Maranhão	8,2	5,17	1,31	17,22	31,90
Paraíba	11,81	12,52	1,52	12,5	38,35
Pará	13,75	13,38	3,17	12,93	43,23
Ceará	15,13	13,49	3,78	12,77	45,17
Rio Grande do Norte	18,02	8,46	2,51	19,48	48,47
Bahia	8,03	9,89	1,14	30,27	49,33
Amazonas	12,42	21,18	3,17	14,76	51,53
Tocantins	18,41	11,64	2,62	23,02	55,69
Minas Gerais	17,48	8,84	3,47	27,72	57,51
Alagoas	24,11	21,65	2,9	13,28	61,94
Santa Catarina	28,4	8,11	7,93	19,00	63,44
Sergipe	11,16	10,39	1,96	40,53	64,04
Acre	15,17	21,4	3,11	24,71	64,39
Rio Grande do Sul	18,92	15,4	11,02	20,37	65,71
Paraná	29,11	17,54	7,18	19,31	73,14
Goiás	25,63	14,82	4,28	30,37	75,10
Amapá	21,15	38,02	3,09	17,11	79,37
Distrito Federal	26,57	32,91	4,58	18,35	82,41
Mato Grosso do Sul	19,19	33,57	5,61	24,61	82,98
Mato Grosso	25,22	35,64	5,66	21,53	88,05
São Paulo	21,45	39,64	4,95	25,03	91,07
Rondônia	25,47	38,71	5,09	26,41	95,68
Pernambuco	20,75	58,77	3,64	16,01	99,17
Espírito Santo	28,28	57,85	4,28	19,14	109,55
Rio de Janeiro	21,34	55,32	2,76	36,14	115,56
Roraima	48,71	51,01	7,67	20,72	128,11
Média	20,16	24,46	4,11	21,20	69,93
Desvio Padrão	8,50	17,06	2,27	7,41	25,68

Fonte: DATASUS (2002).

Se observa do Quadro 7 que a taxa total por causas externas do Estado de São Paulo está entre as seis maiores do país. Roraima apresenta a taxa total mais alta, com 128 óbitos por 100.000 habitantes, e Piauí com a taxa mais baixa, 27 óbitos por 100.000 habitantes. Os homicídios e os acidentes de trânsito são as causas externas de maior representatividade na

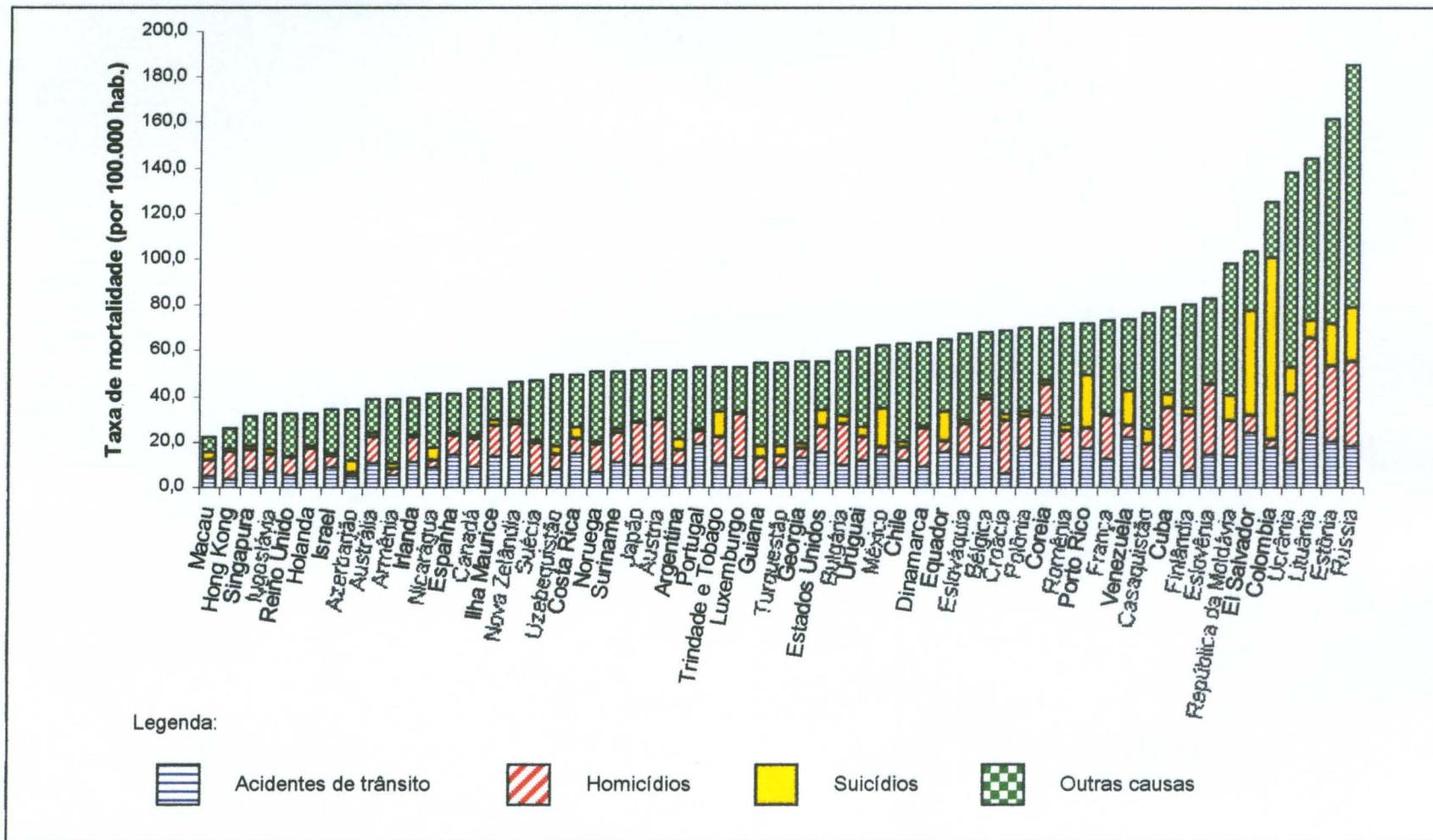
maioria dos estados brasileiros. Os suicídios apresentam os mais baixos índices com relação ao total.

6.5 Taxas de Mortalidade de Outros Países

Para que fosse possível uma comparação da taxa de mortalidade por causas externas do Estado de São Paulo com valores de outros países, foram coletadas as taxas de diversos países do Anuário Demográfico das Nações Unidas (*United Nations*, 2000).

Os dados foram fornecidos pelo país de referência para as Nações Unidas, no último ano disponível de levantamento. Os anos base de cada país estão apresentados no Anexo B deste estudo.

Gráfico 5 - Taxa de mortalidade (por 100.00 habitantes) por causas externas de diversos países segundo o tipo de acidente. Ano base: 1998.



Fonte: Demographic Yearbook: 1998 (United Nations, 2000).

Se analisando as taxas de mortalidade por causas externas dos 63 países apresentados, é possível verificar que elas variam numa faixa de 22,7. (menor valor para a China–Macau) a 186,0 óbitos/10⁵ hab. (maior valor para a Rússia), portanto uma variação de 819% entre o menor e o maior valor da lista. Se observa também que a maioria dos países (82,5% do total) apresenta taxas até 100 óbitos/10⁵ hab., com uma taxa média de 53,9 óbitos/10⁵ hab. para esta mesma classe de países. Os países que apresentam taxas acima de 100 óbitos/10⁵ hab. são: El Salvador, África do Sul, Colômbia, Ucrânia, Lituânia, Estônia e Rússia.

Se comparando a taxa total por causas externas do Estado de São Paulo, igual a 90,63 óbitos/10⁵ hab. para o ano de 2000 (Fundação SEADE, 2002), com a de outros países, verifica-se que sua taxa é alta, comparando-se aos valores dos países que estão em guerra ou passando por problemas políticos, tais como, República da Moldávia (98,8 óbitos/10⁵ hab.), El Salvador (104 óbitos/10⁵ hab.), África do Sul (118 óbitos/10⁵ hab.) e Colômbia (125 óbitos/10⁵ hab.), onde a taxa de homicídios nestes países é representativa, chegando a ser 80 óbitos/10⁵ hab. na Colômbia.

A taxa de mortalidade do Município de São Paulo acompanha a taxa do Estado, estando entre os maiores valores encontrados em outros países.

6.5 Conclusão das Taxas de Mortalidade

É possível dizer que as taxas de mortalidade por causas externas do Estado e do Município de São Paulo é alta, tendo em vista os valores apresentados em outros estados do Brasil e em outros países.

As taxas de mortalidade por causas externas são coeficientes que variam de 20 a 190 óbitos por 100.000 habitantes. Os países desenvolvidos, como o Japão e Estados Unidos possuem taxas em torno de 50 óbitos por 100.000 habitantes.

Um resumo das taxas apresentadas neste capítulo é mostrado no Quadro 8.

Quadro 8 – Resumo das características das taxas de mortalidade (óbitos por 100.000 habitantes) por causas externas.

Local	Menor valor ⁽¹⁾	Maior valor ⁽²⁾	Média	Valor do último ano ⁽³⁾
Estado de São Paulo	76,0 em 1992	95,4 em 1996	84,6	90,6 em 2000
Município de São Paulo (SEADE)	85,8 em 1985	112,1 em 1996	96,9	97,9 em 2000
Município de São Paulo (PRO-AIM)	82,4 em 1993	99,9 em 1992	89,4	88,1 em 2000
Brasil	27,2 para Piauí	128,1 para Roraima	69,9	...
Outros países (geral)	22,7 para China-Macaú	186,0 para Rússia	63,4	...

Fontes: Fundação SEADE (2001) para o Estado de São Paulo, DATASUS (2002) para o Brasil e Nações Unidas (United Nations, 2000) para outros países.

Notas: (1) menor valor observado na amostra.

(2) maior valor observado na amostra.

(3) último valor apresentado no período coletado.

Para efeito deste estudo, será utilizada a taxa média de mortalidade por causas externas para o Estado e Município de São Paulo.

7 OS RISCOS PROPOSTOS PELA CETESB

Nos estudos de análise de riscos de instalações ou atividades perigosas submetidos à CETESB, cujos cenários acidentais identificados extrapolem os limites do empreendimento e possam afetar pessoas da comunidade, devem ser apresentados os riscos nas formas de 'risco social' e 'risco individual'.

A descrição abaixo foi realizada com base no 'Termo de referência para elaboração de estudos de análise de riscos' da CETESB (2001).

7.1 Como os Riscos Devem ser Apresentados

Uma vez que não é objetivo deste estudo avaliar a metodologia de cálculo dos riscos social e individual, será feita uma descrição sucinta dos métodos de cálculo.

O risco individual deve ser calculado para um determinado ponto da vizinhança da indústria, considerando-se a somatória de todos os eventos possíveis naquele ponto. O risco deve ser apresentado em curvas de iso-risco (contornos de risco individual), uma vez que estas possibilitam a visualização da distribuição geográfica do risco em diferentes regiões. Assim, o contorno de um determinado nível de risco individual deverá representar a frequência esperada de um evento capaz de causar um dano num local específico.

O cálculo do risco individual num determinado ponto da vizinhança da planta industrial em estudo, considera as contribuições de todos os eventos acidentais possíveis. Dessa forma, o risco individual pode ser equacionado da seguinte forma:

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

Onde:

$RI_{x,y}$ = risco individual total de fatalidade no ponto x,y;

(chance de fatalidade por ano)

$RI_{x,y,i}$ = risco de fatalidade no ponto x,y devido ao evento i;

(chance de fatalidade por ano)

n = número total de eventos considerados na análise.

O risco social deve ser calculado considerando-se o número de fatalidades por eventos acidentais, resultando numa lista do número de fatalidades com as respectivas freqüências de ocorrência dos eventos. Esses dados devem ser trabalhados em termos de freqüência acumulada, possibilitando a construção da curva F-N, obtida por meio da plotagem dos dados de freqüência acumulada (F) do evento final e seus respectivos efeitos representados em termos de número de vítimas fatais (N).

Para um adequado dimensionamento do número de pessoas expostas e uma estimativa da probabilidade de fatalidade, é necessário fazer as seguintes considerações nos Estudos de Análise de Riscos:

- determinar as características da população exposta: se residências, estabelecimentos comerciais, indústrias, áreas rurais, escolas, hospitais e definição de locais de acúmulo de pessoas (igrejas, clubes e outros);
- estimar os efeitos para o período diurno e noturno com as respectivas condições meteorológicas, para o adequado dimensionamento do número de pessoas expostas;

- determinar as características das edificações onde as pessoas se encontram, de forma que possam ser levadas em consideração eventuais proteções.

Para cada tipo de evento acidental, deverá ser estimado o número provável de óbitos considerando-se as probabilidades de fatalidades associadas aos efeitos físicos e as pessoas expostas nas oito direções de vento.

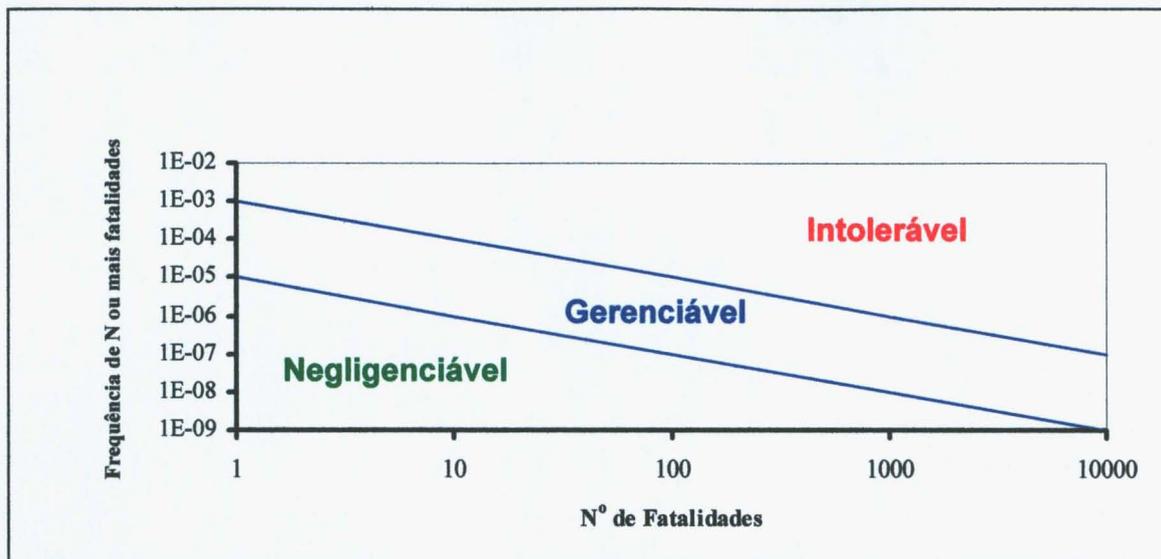
A estimativa do número de vítimas fatais poderá ser realizada, considerando-se probabilidades médias de morte, conforme estabelecido no Manual da CETESB (2001).

7.2 Os Riscos Toleráveis Propostos pela CETESB

São encontrados no Manual da CETESB os critérios para a avaliação dos riscos individual e social estimados nos Estudos de Análise de Riscos.

Como critério para a avaliação do **risco social**, foram estabelecidos pela CETESB as curvas F-N apresentadas na Figura 9. Notam-se duas retas que definem três regiões de aceitabilidade de riscos: região 'intolerável', região 'gerenciável' e região 'negligenciável'. Os riscos situados na região entre as curvas limites dos riscos intoleráveis e negligenciáveis, embora situados abaixo da região de intolerabilidade, devem ser reduzidos tanto quanto praticável.

Figura 9 - Curva F-N de tolerabilidade para o risco social proposto pela CETESB.



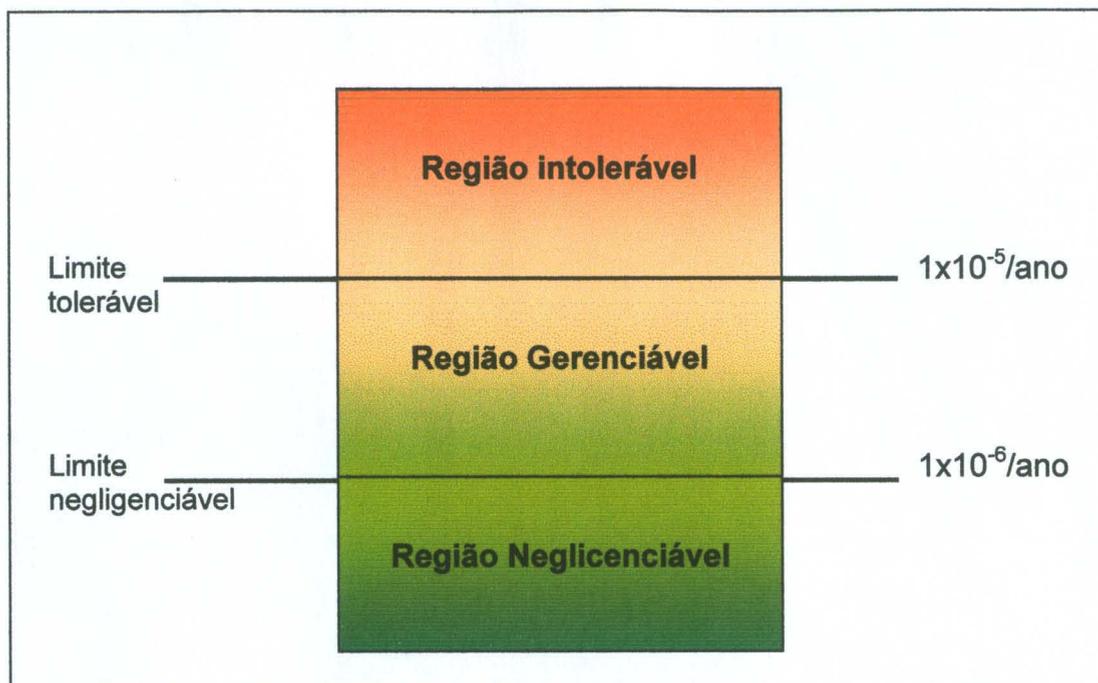
Fonte: Termo de referência para elaboração de estudo de análise de risco. CETESB (2001).

Para o **risco individual**, foram estabelecidos pela CETESB os seguintes limites:

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

Os limites de tolerabilidade para o risco individual e as regiões de risco intolerável, gerenciável e negligenciável estão esquematizados na Figura 10.

Figura 10 - Limites de tolerabilidade para o risco individual proposto pela CETESB.



Para a aprovação do empreendimento, deverão ser atendidos os critérios de risco social e individual conjuntamente, ou seja, as curvas de riscos social e individual deverão estar situadas na região negligenciável ou na região Gerenciável.

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.

7.3 Análise Crítica dos Riscos Propostos pela CETESB

A análise crítica dos riscos individual e social máximos toleráveis propostos pela CETESB, partiu das premissas básicas indicadas na Figura 8, utilizando-se a taxa média total de mortalidade por causas externas.

O Quadro 9 apresenta o 'risco individual' e o 'ponto âncora do risco social para 10 ou mais óbitos' para o Estado e Município de São Paulo, os quais foram calculados a partir das premissas e considerações expostas acima. Para facilitar a análise, são apresentados também os valores praticados na Holanda e os propostos pela CETESB.

Quadro 9 – Comparação entre os valores de riscos toleráveis utilizando-se 1% da taxa de mortalidade por causas externas.

Local	Ponto âncora do Risco social (10 ou mais óbitos)	Risco individual máximo tolerável	Taxa de Mortalidade por causas externas (óbitos/hab.)
Estado de São Paulo	$0,8 \times 10^{-4}$	$0,8 \times 10^{-5}$	$84,6 \times 10^{-5}$
Município de São Paulo SEADE	$1,0 \times 10^{-4}$	$1,0 \times 10^{-5}$	$96,9 \times 10^{-5}$
Município de São Paulo PRO-AIM	$0,9 \times 10^{-4}$	$0,9 \times 10^{-5}$	$89,4 \times 10^{-5}$
Holanda	$1,0 \times 10^{-5}$	$1,0 \times 10^{-6}$	$10,0 \times 10^{-5}$
Proposto pela CETESB	$1,0 \times 10^{-4}$	$1,0 \times 10^{-5}$	100×10^{-5}

Onde:

- Ponto âncora do RS = Freqüência para 10 ou mais óbitos da linha que separa a região intolerável e gerenciável.
- RI máximo tolerável = $10 \times RS_{+10 \text{ óbitos}}$
- RI = 1% da taxa total de mortalidade.

8 CONCLUSÕES

Do ponto de vista tecnológico, os riscos industriais máximos toleráveis propostos pela CETESB, são **satisfatórios e compatíveis** com a premissa de que o 'risco individual deve ser no máximo 1% da taxa de mortalidade por causas externas'.

Porém, verificou-se que a taxa de mortalidade por causas externas do Estado de São Paulo, comparada com a taxa de outros estados do Brasil e de outros países, é alta, assemelhando-se às taxas de países com problemas políticos ou em guerra, onde os índices de homicídios também são elevados. Esta característica da taxa de mortalidade estadual, contribui para que o valor do risco industrial tolerável também seja elevado. Isto pode ser constatado através do critério da Holanda, onde são aplicadas a mesmas premissas e conceitos para a determinação dos valores toleráveis, porém com uma taxa de mortalidade por causas externas dez vezes menor.

Observa-se, no entanto, do ponto de vista da realidade social estadual, que se o critério da CETESB for inversamente transformado na taxa de mortalidade por causas externas, obtém-se 100 óbitos por 100.000 habitantes, que é considerado um número superior à realidade do Estado e do Município de São Paulo, onde a taxa média de mortalidade observada é 85 e 97 óbitos por 100.000 habitantes, respectivamente.

Uma vez que o objetivo de um critério de aceitabilidade de riscos é gerar um contínuo desenvolvimento industrial, compatível com a realidade sócio-econômica local, propõem-se que o valor adotado para o Estado de São Paulo apresente mais um algarismo significativo, passando a $0,8 \times 10^{-5}$ para o risco individual máximo tolerável e $0,8 \times 10^{-4}$ para o ponto âncora do risco social (10 ou mais óbitos), mantendo-se a mesma inclinação da linha 'aceitável' atualmente utilizada e as mesmas proporções para a linha 'gerenciável'. Desta forma, além de refletir melhor a situação social do Estado, apresenta um valor mais rigoroso e adequado para exigir um contínuo aperfeiçoamento industrial, de seus meios de prevenção e gerenciamento de riscos.

9 BIBLIOGRAFIA

9.1 Referências Bibliográficas

ACDS - Advisory Committee on Dangerous Substances. **Major hazard aspects of the transport of dangerous substances.** London; 1991.

ACMH - Advisory Committee on Major Hazards. **First report.** London; 1976.

ACMH - Advisory Committee on Major Hazards. **Third report: the control of major hazards.** London; 1984.

AICHE - American Institute of Chemical Engineers. **Guidelines for chemical process quantitative risk analysis.** 2nd. New York; 2000.

Ale BJM. **Risk assessment in the Netherlands.** Bilthoven; 2001.

Ball DJ.; Floyd PJ. **Societal risks: a report prepared for the Health and Safety Executive.** Crown Copyright. 1998.

Brasil. Lei Federal 9.605, de 13 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Decreto Federal 99.274 de 06 de junho de 1990. Regulamenta a Lei n° 6.902, de 27 de Abril de 1981, e a Lei n° 6.938, de 31 de Agosto de 1981, que dispõem, respectivamente, sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente e dá outras providências **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 07 jun. 1990.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Lei Federal 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 02 set. 1981

CETESB. Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental. **Informações gerais sobre licenciamento ambiental.** Disponível em: <URL:<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. [29/01/02].

CETESB. Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental. **Termo de referência para a elaboração de estudos de análise de riscos.** São Paulo; 2001.

Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA Nº 001, de 23.1.86: dispõe sobre os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. **Diário Oficial da União**, Brasília, 17 fev.86.

Council for Science and Society. **The acceptability of risks.** London: Barry Rose; 1977.

Cremer and Warner to Rijnmond Public Authority. **Risk analysis of six potentially hazards industrial objects in the Rijnmond area: a pilot study.** Reidel: Dordrecht; 1982.

DATASUS. Dados sobre taxa de mortalidade por causas externas nos estados do Brasil. Disponível em: <URL:<http://www.datasus.gov.br>>. [22/01/02].

ERL. **Tsing Yi hazards potential, prepared for the Public Works Department.**.. Hong Kong; 1982.

Faculdade de Saúde Pública. Universidade de São Paulo. **Manual de treinamento no uso da CID-10 em morbidade.** São Paulo; 1997.

Farmer FR. Siting criteria:a new approach. *Atmo*, vol128, pp152-170 [apresentado pela IAEA Symposium on Containment and Siting, abril 3-7, 1967, Viena].

FEEMA. **Manual de orientação para estudos de análise de riscos.** Rio de Janeiro; 1996.

Filho NA, Rouquayrol MZ. **Introdução à epidemiologia moderna.** 2ª ed. Belo Horizonte; 1992.

Fischhoff B, Lichtenstein S, Slovic P., Derby SL, Keeney RL. **Acceptable risk.** Cambridge: Cambridge Univ. Press; 1981.

Fundação SEADE. **Anuário Estatístico do Estado de São Paulo.** São Paulo; 1999.

Fundação SEADE. **Informações da taxa de mortalidade dos municípios paulistas.** Disponível em: < URL:<http://www.seade.gov.br>>. [07/12/01].

HSE - Health & Safety Executive. **Canvey: a review of potencial hazards from operations in the Canvey Island/Thurrock area three years after publication of Canvey report.** London, HMSO; 1981.

HSE - Health & Safety Executive. **Canvey: an investigation of potencial hazards from operations in the Canvey Island/Thurrock area.** London, HMSO; 1978.

HSE - Health & Safety Executive. **Risk criteria for land-use planning in the vicinity of major industrial hazards.** London; 1989.

HSE - Health & Safety Executive. **The tolerability of risk from nuclear power stations.** London, HMSO; 1988.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Informações sobre a população do Estado de São Paulo e Município de São Paulo.** Disponível em: < URL:<http://www.ibge.gov.br>>. [10/12/01].

Institution of Chemical Engineers. **Nomenclatures for hazards and risk assessment in the process industries.** 1985.

International Atomic Energy Agency. **International Conference: One Decade after Chernobyl (1996)**. Dados sobre o número de pessoas mortas no acidente de Chernobyl. Disponível em: <URL:<http://www.iaea.org>>. Acesso em: 26 maio 2002.

International Conference: One Decade after Chernobyl - Summing up the Consequences of the Accident; 1996 April 8 -12; Vienna (Austria).

Leddy TE. Risk criteria and land-use planning in Hong Kong [Apresentado no Workshop internacional: critérios de aceitabilidade de riscos; 2000 jun 6-8; São Paulo: SMA/CETESB].

LEES, FP. **Loss prevention in the process industries: hazard identification, assessment and control**. Butterworth & Co Ltd. 2^a ed. Essex; 1996.

Ministério da Saúde. Departamento de Informática do SUS. Disponível em: <<http://www.datasus.gov.br>>. Informações sobre licenciamento ambiental. Acesso em 22/05/02.

Nardocci AC. **Risco como instrumento de gestão ambiental**. São Paulo; 1999 [tese de doutorado – Faculdade de Saúde Pública da USP].

PRO-AIM - Programa de Aprimoramento das Informações de Mortalidade no Município de São Paulo. **Alguns aspectos da mortalidade no Município de São Paulo em 1998**. São Paulo. Sumário. São Paulo; 1999.

PRO-AIM - Programa de Aprimoramento das Informações de Mortalidade no Município de São Paulo. **Boletim do CVE/SES-SP** Edição nº 55. São Paulo; 1999.

PRO-AIM. Programa de Aprimoramento das Informações de Mortalidade no Município de São Paulo. **Boletim nº 39: mortalidade por causas externas na cidade de São Paulo em 1999**. São Paulo; 2000.

PRO-AIM. Programa de Aprimoramento das Informações de Mortalidade no Município de São Paulo. Levantamento da mortalidade por causas externas no Município de São Paulo. Disponível em: < URL:<http://www.prodiam.sp.gov.br/sms/estatist/proaim/proaim.htm>>.[11/12/01].

Ramos PMSG. Critérios de aceitabilidade de riscos industriais: a experiência espanhola [Apresentado pela ITSEMAP no Workshop internacional: critérios de aceitabilidade de riscos; 2000 jun 6-8; São Paulo: SMA/CETESB].

São Paulo (Estado). Decreto Estadual 8.468, de 8 de setembro de 1976. Aprova o regulamento da lei nº 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente.

São Paulo (Estado). Lei Estadual 9509, de 20 de março de 1997. Dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação.

São Paulo (Estado). Lei Estadual 997, de 31 de maio de 1976. Dispõe sobre a prevenção e controle da poluição do meio ambiente.

Secretaria do Meio Ambiente do Município de São Paulo. **Saiba mais sobre licenciamento ambiental.** Disponível em: <URL:http://www.prefeitura.sp.gov.br/secretarias/meio_ambiente/qualidade_ambiental/licenciamento.html>.[24/05/02].

Tartalia e Silva, AC. **Licenciamento ambiental de atividades industriais na RMSP - 25 Anos de Atuação do Estado.** São Paulo; 2001. [Dissertação de Mestrado – Faculdade de Saúde Pública da USP].

The Royal Society. **Risk: analysis, perception and management.** London, 1992.

TNO - The Netherlands Organization of Applied Scientific Research. Committee for the Prevention of Disasters. **Purple book: guidelines for quantitative risk assessment.** Den Haag; 1999.

United Nations. Department for Economic and Social Affairs. **Demographic yearbook: 1998**. 5th. New York; 2000.

9.2 Bibliografia complementar

Ale BJM. Risk assessment practices in the Netherlands. [Apresentado no Workshop internacional: critérios de aceitabilidade de riscos; 2000 jun 6-8; São Paulo: SMA/CETESB].

CETESB - Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental. **Manual de orientação para a elaboração de estudos de análise de riscos**. São Paulo; 2000.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA N° 066 de 24 de janeiro de 1986. Estabelece critérios básicos e diretrizes para o Relatório de Impacto Ambiental - RIMA. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, Brasília, DF, 18 fev. 1986.

Department of defense. United State of America. Military standard system safety program requirements. MIL-STD-882C. 1993.

Filho UD. **Introdução à bioestatística para simples mortais**. 3^a ed. São Paulo; 1999.

Freitas CM, Porto MFS, Machado, JMH, organizadores. **Acidentes industriais ampliados: desafios e perspectivas para o controle e prevenção**. Rio de Janeiro; Editora Fiocruz; 2000.

Fundação do Meio Ambiente. **Legislação Ambiental Federal**. Disponível em: <URL:<http://www.fatma.sc.gov.br>>.[23/05/02].

Gawryszewski VP. **A mortalidade por causas externas no Município de São Paulo, 1991**. São Paulo; 1995 [dissertação de mestrado – Faculdade de Saúde Pública da USP].

Golob L. da HSE. Industrial risk acceptability criteria: the UK experience [Apresentado no Workshop internacional: critérios de aceitabilidade de riscos; 2000 jun 6-8; São Paulo: SMA/CETESB].

Gouvêa YMG, Acker FTV, Sanchez LE et al. **Avaliação de impacto ambiental**. São Paulo: Secretaria do meio ambiente, 1998.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente. Informações sobre legislação ambiental. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br>>.

International Conference and Workshop on Risk Analysis in Process Safety; 1997 outubro 21-24; Atlanta. New York; 1997.

International Labour Office Geneva. **Yearbook of labour statistics**. 59th issue. Genebra, 2000.

Ministério do Meio Ambiente. **Dados sobre licenciamento ambiental**. Disponível em: <URL:<http://www.mma.gov.br/port/spa/energia/capa/corpo.html>>. [24/05/02]

O Estado de São Paulo. Informações sobre o acidente de Chernobill. Disponível em: <<http://www.estadao.com.br>>. Acesso em 28/01/02.

Royal Society Study Group. **Risk assessment**. London; 1983.

Severino AJ. **Metodologia do trabalho científico**. 21^a ed. São Paulo: Cortez; 2000.

Taylor JR. Application of risk acceptance criteria and QRA methodologies for land use planning in four countries [Apresentado no Workshop internacional: critérios de aceitabilidade de riscos; 2000 jun 6-8; São Paulo: SMA/CETESB].

World Bank. **The techniques for assessing industrial hazards: a manual**. 2nd printing. Washington (DC); 1990.

ANEXO A - EXEMPLO DE CÁLCULO DOS RISCOS INDIVIDUAL E SOCIAL

O exemplo de cálculo dos riscos apresentado a seguir, teve como fonte de referência o estudo sobre risco social preparado para a HSE (Ball & Floyd, 1998).

A1. CONSIDERAÇÕES E CÁLCULOS

A partir de um cenário proposto para um evento perigoso, é possível calcular matematicamente os riscos individual e social.

A1.1 Probabilidade de Fatalidade

Assumiu-se que a relação entre a probabilidade de fatalidade e a distância pode ser caracterizada usando-se a expressão abaixo. Observar que para a distância zero a probabilidade de fatalidade é igual a um.

$$FP = 0,5 * [1 + \cos (\pi R/R_{\text{máx}})]$$

Onde:

FP = probabilidade de fatalidade (limite de 0 a 1)

R = distância do risco (m)

$R_{\text{máx}}$ = limite do risco (m)

Usando esta expressão, para cada um dos três eventos gerados a probabilidade de fatalidades é apresentada na Tabela A1 a seguir:

Tabela A1 – Probabilidade de fatalidade por evento e distância

	Evento	1	2	3
	R _{máx}	260 m	360 m	500 m
Distância do risco R (m)	50	0,911	0,953	0,976
	100	0,677	0,821	0,905
	150	0,38	0,629	0,794
	200	0,126	0,413	0,655
	250	0,004	0,213	0,5
	300	0	0,067	0,345
	350	0	0,002	0,206
	400	0	0	0,095

A1.2 Determinação do Risco Individual

O primeiro passo é conhecer a frequência de cada evento individual em termos de ocorrências por ano. Existem tabelas obtidas a partir da observação e do histórico e bancos de dados de confiabilidade levantados em plantas químicas e que permitem obter ou estimas estas frequências.

Se as frequências f_i dos eventos 1, 2 e 3 forem estimadas em $1,0 \times 10^{-3}$, $1,0 \times 10^{-4}$ e $5,0 \times 10^{-6}$ por ano respectivamente, então é possível obter a variação do risco individual com a distância. Para o propósito deste exemplo, assume-se que a probabilidade do vento soprar em qualquer direção é igual a 0,1. Para cada ponto, a contribuição do risco individual pode ser calculada como segue:

$$IR_{i,j} = f_i * FP_{ij} * P_{wd} * P_{occ}$$

Onde:

IR_{ij} = risco individual para o evento i na localização j

$FP_{i,j}$ = probabilidade de fatalidade para o evento i na localização j

P_{wd} = probabilidade da direção do vento (adotado 0,1)

P_{occ} = probabilidade de ocupação e não fuga (presença de uma pessoal no local sem possibilidade de fuga, aqui adotada igual a um)

f_i = freqüência esperada para o evento (ocorrências / ano)

O resultado da contribuição do risco individual é apresentado na tabela a seguir:

Tabela A2 – Cálculo do Risco Individual

Distância da fonte, R (m)	Risco individual por evento			
	1	2	3	Total
50	9,1 E-05	9,5 E-06	4,9 E-07	1,0 E-04
100	6,8 E-05	8,2 E-06	4,5 E-07	7,6 E-05
150	3,8 E-05	6,3 E-06	4,0 E-07	4,5 E-05
200	1,3 E-05	4,1 E-06	3,3 E-07	1,7 E-05
250	3,6 E-07	2,1 E-06	2,5 E-07	2,7 E-06
300	0	6,7 E-07	1,7 E-07	8,4 E-07
350	0	1,9 E-08	1,0 E-07	1,2 E-07
400	0	0	4,8 E-08	4,8 E-08

O risco individual total é a soma do risco individual de cada evento possível. Pode ser observado, que a 200 metros o risco individual total é cerca de $1,7 \times 10^{-5}$ por ano, reduzindo para $8,4 \times 10^{-7}$ por ano a 300 m.

A1.3 Determinação do Risco Social

A fim de estimar o risco social, é necessário considerar a população na região do risco. Para o propósito deste exemplo, assume-se que existem três áreas (A, B e C) localizadas a 200 m, 300m e 350 m de distância da região de risco com populações de 20, 100 e 250 pessoas respectivamente. Para calcular o risco social total, é necessário avaliar o número de fatalidades dentro de cada área para cada evento (9 pares fN). Para área A e evento 1, o cálculo segue conforme abaixo:

Freqüência do evento 1 = 1×10^{-3} por ano

Probabilidade da direção do vento área A = 0,1

Freqüência associada ao cenário considerado = $0,1 \times 1 \times 10^{-3} = 1 \times 10^{-4}$

Probabilidade de fatalidade na área A = 0,126 (da tabela A1)

Número de pessoas na região de risco (na área A) = 20

Número de fatalidades na área A = $0,126 \times 20 = 2,5$

Repetindo estes cálculos para as demais combinações, obtém-se os seguintes resultados:

Tabela A3 – Número de fatalidades por área e evento acidental

Área	Evento	f_i	Prob. fat.	Nr de pessoas na área de risco	N_i
A	1	1,0 E-04	0,126	20	2,5
A	2	1,0 E-05	0,413	20	8,3
A	3	5,0 E-07	0,655	20	13,1
B	1	1,0 E-04	0	100	0
B	2	1,0E-05	0,067	100	6,7
B	3	5,0E-07	0,345	100	34,5
C	1	1,0E-04	0	250	0
C	2	1,0E-05	0,002	250	0,5
C	3	5,0E-07	0,206	250	51,5

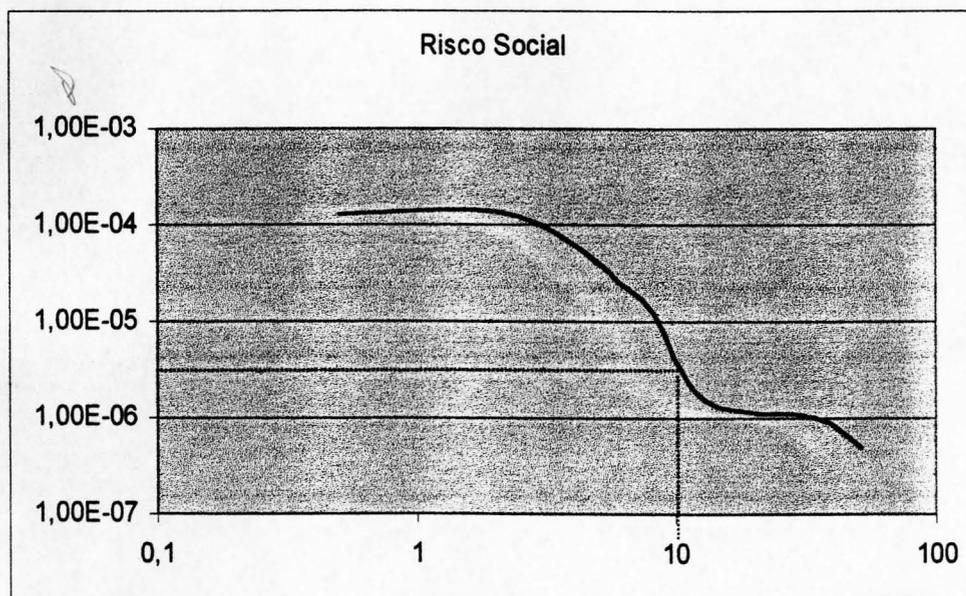
O resultado pode então ser rearranjado para fornecer o risco social acumulado, como mostra a tabela a seguir.

Tabela A4 – Pares “F x N”

Item	Número de fatalidade, N	Frequência, f de N fatalidades	Somatória dos itens	Probabilidade F, de N ou mais fatalidades
1	0,5	1,0 E-05	7+6+5+4+3+2+1	1,3 E-04
2	2,5	1,0 E-04	7+6+5+4+3+2	1,2 E-04
3	6,7	1,0 E-05	7+6+5+4+3	2,2 E-05
4	8,3	1,0 E-05	7+6+5+4	1,2 E-05
5	13,1	5,0 E-07	7+6+5	1,5 E-06
6	34,5	5,0 E-07	7+6	1,0 E-06
7	51,5	5,0 E-07	7	5,0 E-07

Os valores intermediários podem ser obtidos por interpolação através da curva FN. Verifica-se no gráfico A1, que para 10 ou mais fatalidades o valor calculado para o risco social será de aproximadamente $5,0 \cdot 10^{-6}$ fatalidades por ano obtido em até 200 metros da fonte de risco.

Gráfico A1 – Curva de Risco Social “F x N”



A2. CONCLUSÃO

Verifica-se que os riscos individual e social diminuem com o aumento da distância a partir do ponto de vazamento. Ambos dependem da frequência dos eventos e da probabilidade de fatalidade. O risco individual depende da distância da fonte enquanto o risco social depende da população existente na área considerada, de modo que quanto maior a densidade demográfica maior o risco social existente.

Neste exemplo foram considerados eventos direcionais, como é o caso da emissão de um gás tóxico na direção predominante do vento. Assumindo-se probabilidades em outras direções, obtém-se uma simulação aplicável para eventos que se propagam em todas as direções.

O exemplo apresentado ilustra como os riscos individual e social podem ser obtidos a partir de dados sobre os eventos acidentais e da população exposta na região de risco.

ANEXO B - TAXAS DE MORTALIDADE POR CAUSAS EXTERNAS DE OUTROS PAÍSES.

Apresenta-se abaixo uma lista com a taxa de mortalidade por causas externas de 63 países levantadas no *Demographic Yearbook* de 1998 das Nações Unidas (2000). Os dados se encontram organizados por ordem crescente da taxa total de mortalidade.

Apesar deste anuário ter sido referenciado para o ano de 1998, verifica-se que apenas 13 países apresentaram para as Nações Unidas as taxas para o ano de 1998 e mais 13 para o ano de 1997. A Geórgia e o Uruguai apresentaram os valores mais desatualizados (ano de 1990).

Quadro A2 - Taxas de mortalidade ($\times 10^{-5}$) por causas externas de diversos países segundo o tipo de causa.

País	Acidentes de trânsito	Suicídios	Homicídios	Outras causas	Total	Ano de ref.
China - Macau	5,3	7,1	3,8	6,5	22,7	1994
China - Hong Kong	3,6	12,5	1,0	9,4	26,5	1996
Egito	...	...	...	...	29,7	1992
Qatar	...	...	...	...	30,7	1995
Singapura	7,5	9,3	1,5	13,4	31,7	1997
Iugoslávia	7,0	7,8	2,4	15,3	32,5	1997
Reino Unido	5,8	7,5	0,7	18,7	32,7	1998
Holanda	7,2	10,1	1,3	14,4	33,0	1997
Israel	9,0	5,4	1,0	19,2	34,6	1996
Azerbarjão	4,9	1,4	6,0	22,5	34,8	1997
Austrália	10,6	12,0	1,6	14,6	38,8	1995
Armênia	6,0	2,1	2,7	28,6	39,4	...
Irlanda	11,3	11,3	0,9	16,3	39,8	1996
Nicarágua	9,1	3,3	5,5	23,5	41,4	1994
Espanha	14,7	8,6	0,9	17,7	41,9	1997
Filipinas	...	...	...	...	42,3	1996
Canadá	9,6	12,3	1,4	20,2	43,5	1997
Grécia	22,1	3,8	...	17,6	43,5	1998

Quadro A2 - Taxas de mortalidade ($\times 10^{-5}$) por causas externas de diversos países segundo o tipo de causa - Continuação.

País	Acidentes de trânsito	Suicídios	Homicídios	Outras causas	Total	Ano de ref.
Ilhas Maurício	14,0	13,8	2,5	13,5	43,8	1998
Nova Zelândia	14,0	14,5	1,8	16,5	46,8	1996
Suécia	5,5	14,2	1,2	26,6	47,5	1996
Uzebequistão	8,4	6,2	4,3	30,8	49,7	1993
Costa Rica	15,4	6,3	5,4	22,9	50,0	1995
Suriname	11,7	12,9	1,5	25,5	51,6	1992
Japão	10,1	18,6	0,6	22,7	52,0	1997
Áustria	10,6	19,3	1,1	21,1	52,1	1998
Argentina	10,5	6,4	4,6	30,7	52,2	1996
Portugal	19,2	5,6	1,3	26,9	53,0	1996
Trindade e Tobago	10,6	11,8	11,7	19,0	53,1	1994
Luxemburgo	13,5	19,2	0,7	20,0	53,4	1997
Guiana	2,9	10,5	5,1	36,4	54,9	1994
Turquestão	9,1	5,3	4,0	36,8	55,2	1994
Georgia	13,4	3,6	2,8	35,8	55,6	1990
Estados Unidos	15,8	11,4	7,3	21,4	55,9	1997
Bulgária	10,1	18,2	3,8	28,3	60,4	1998
Uruguai	12,1	10,2	4,4	34,8	61,5	1990
Mongólia	...	...	...	...	62,5	1994
México	15,0	3,2	17,2	27,4	62,8	1995
Chile	12,0	5,7	2,9	43,0	63,6	1994
Dinamarca	9,5	17,0	1,1	36,5	64,1	1995
Equador	15,8	4,8	13,4	31,1	65,1	1995
Eslováquia	14,6	13,7	2,1	37,6	68,0	1995
Bélgica	18,0	21,2	1,8	27,8	68,8	1994
Croácia	6,7	22,5	3,2	37,0	69,4	1998
Polónia	17,1	14,1	2,6	36,7	70,5	1996
Coréia	32,3	13,1	2,1	23,1	70,6	1997
Romênia	12,3	12,6	3,4	43,9	72,2	1998
Porto Rico	17,2	8,8	23,8	22,5	72,3	1992
França	12,9	19,0	0,9	41,2	74,0	1997
Venezuela	22,3	5,1	15,7	31,0	74,1	1994
Casaquistão	8,4	10,7	7,3	50,3	76,7	1998
Cuba	16,9	18,3	6,6	37,5	79,3	1996
Finlândia	7,7	24,3	3,3	45,2	80,5	1996
Eslovênia	14,5	30,9	1,0	36,8	83,2	1998
República da Moldávia	14,0	15,7	11,3	57,8	98,8	1998

Quadro A2 - Taxas de mortalidade ($\times 10^{-5}$) por causas externas de diversos países segundo o tipo de causa - Continuação.

País	Acidentes de trânsito	Suicídios	Homicídios	Outras causas	Total	Ano de ref.
El Salvador	24,4	7,9	45,7	25,9	103,9	1993
África do Sul	...	...	...	...	117,7	1995
Colômbia	17,8	3,5	80,0	24,1	125,4	1994
Ucrânia	11,4	29,4	12,1	85,5	138,4	1997
Lituânia	23,8	42,0	8,2	70,7	144,7	1998
Estônia	20,7	33,2	18,3	89,9	162,1	1998
Rússia	18,5	37,4	23,8	106,3	186,0	1997

Fonte: Demographic yearbook: 1998 das Nações Unidas (2000).